



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux Electriques

Réf:.....

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

*Application des algorithmes génétiques
Au dispatching économique et
environnemental.*

Présenté par :

- Mr. BOUABDALLAH AMARA

Proposé et dirigé par :

- Mr. SALHI AHMED

Promotion: Juin 2012

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux Electriques

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

*Application des algorithmes génétiques
Au dispatching économique et environnemental.*

Présenté par :

- Mr. BOUABDALLAH AMARA

Avis favorable de l'encadreur :

- Mr. SALHI AHMED

signature

Avis favorable du Président du Jury

Nom Prénom

Signature

Cachet et signature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux Electriques

Thème :
Application des algorithmes génétiques
Au dispatching économique et environnemental.

Proposé par : - Mr. *SALHI AHMED*

Dirigé par : - Mr. *SALHI AHMED*

RESUME

L'opérateur de réseau électrique est toujours en confrontation avec plusieurs contraintes, souvent contradictoires. C'est dans ce cadre que notre travail vient pour faire une étude sur le dispatching économique et environnemental qui sont deux problèmes contradictoires. Cette étude est consacrée à la minimisation du coût de production et à la minimisation du taux de gaz toxique dégagé. On a utilisé une technique d'optimisation basé sur les algorithmes génétiques qui est une optimisation mono objective. Cette technique est appliquée sur les modèles tests connus IEEE-14, IEEE-30, IEEE-57 et IEEE-118 jeux de barres, des résultats satisfaisants, des interprétations et des conclusions étaient dégagés.

Remerciement

En premier lieu, je tiens à remercier «DIEU» qui m'a aidé pour que ce modeste travail soit achevé et pour que nous avons réussi.

*Et tenons à remercier vivement tous ceux qui nous a orientées et nous a encouragées. Et pensons en particulier à notre encadreur **SALHI AHMED**, d'avoir a bien suivi et dirigé notre travail et de faire profités de son savoir, ainsi de ses conseils, et pour toute l'aide, les remarques constructive qui de ont d'améliorer ce travail, et qui grâce a lui avons pus réaliser l'objectif.*

Et précieux remerciements vont au président et membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptent de juger ce travail.

Et grands remercient aussi a tous les enseignants qui ont contribué à notre formation à l'institut d'électrotechnique de biskra.

En fin, je remercie nos amis pour leur aide, leur soutien et leur compréhension.

الإهداء

لك الحمد ربي على عظيم فضلك وكثير عطائك لا يسعني في هذه اللحظات التي
لعلني لا أملك أغلي منها أن أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع إلى:

إلي التي ربت وتعبت وسهرت الليالي، إلي فضاء المحبة وبحر الحنان،
ريحانة الدنيا وبهجتها، إلي أحب من في الوجود بعد الله ورسوله أمي الحبيبة
شفاها الله.

إلي الذي كرس حياته وماله في تربيتي وتعليمي والذي علمني أن الحياة
كفاح و نضال أبي الغالي

سائلا المولى عز وجل لهما طول العمر لأرد ذرة من جميلهما.

إلي العمود الذي ارتكز عليه للصمود أخي العزيز أنور.

إلي الأزهار الفتية والمبتهجة أخواتي البنات .

والي عصافير حياتي العائلية: صهيب، هزار

إلي جدتي وأخوالي وخالات وأعمامي وعماتي والي جميع أبنائهم وبناتهم
والي كل من يعرفني من قريب أو من بعيد.

إلي المعادلة التي ترسم حياتي، الأصدقاء: جلال، بلقاسم، العقبي،

خالد، طارق، يوسف والي جميع دفعة جوان

#####2012#####

بو عبدالله اعماراة

Liste des Tableaux

	Page
Tab. II-1 : tableau des fonctions objectif et leurs contraintes.....	-24-
Tab. III.1 : Code de Gray et code binaire pour une chaîne à trois bits.....	-40-
Tab. IV.1 la valeur de la fonction cout optimisé et la fonction émission non optimisé...	-46-
Tab. IV.2 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.	-47-
Tab. IV.3 la valeur de la fonction émission optimisé et la fonction cout non optimisé.	-51-
Tab. IV.4 les puissances générées pour la minimisation de la fonction émission.....	-51-
Tab. IV.5 la valeur de la fonction cout optimisé et la fonction émission non optimisé.	-56-
Tab. IV.6 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.....	-56-
Tab. IV.7 la valeur de la fonction émission optimisé et la fonction cout non optimisé.	-61-
Tab. IV.8 les puissances générées pour la minimisation de la fonction émission.	-61-
Tab. IV.9 la valeur de la fonction cout optimisé et la fonction émission non optimisé.	-68-
Tab. IV.10 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.....	-68-
Tab. IV.11 la valeur de la fonction émission optimisé et la fonction cout non optimisé	-74-
Tab. IV.12 les puissances générées pour la minimisation de la fonction émission.....	-74-
Tab. IV.13 la valeur de la fonction cout optimisé.....	-81-
Tab. IV.14 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.....	-82-
Tab. IV.15 la puissance fournit pour chaque génératrice par rapport la puissance totale génère.....	-85-

Liste des figures

	Page
Fig. I.1 Un plan simple des jeux de barre.....	-7-
Fig. I.2 Représentation géométrique de la méthode de N-R.....	-14-
Fig. II.1 Illustration des différents minima d'une fonction objective.....	-25-
Fig. III.1 Vue d'ensemble d'un algorithme génétique.....	-35-
Fig. III.2 L'organigramme des AG standard.....	-37-
Fig. III.3 Représentation d'une sélection par tournoi d'individus pour un critère de maximisation (chaque individu représente une solution possible).....	-38-
Fig. III.4 Représentation d'un croisement en un point de deux chaînes.	-39-
Fig. III.5 Représentation d'une mutation de bits dans une chaîne.	-39-
Fig. III.6 Croisement en seul point.....	-41-
Fig. III.7 Représentation d'un croisement en deux points.	-42-
Fig. IV.1 Schéma du réseau de 14 jeux de barres.	-45-
Fig. IV. 2 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).	-47-
Fig. IV.3 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-optimisation mono-objective (la fonction cout de production).	-49-
Fig. IV.4 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique).	-52-
Fig. IV.5 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)	-53-
Fig. IV.6 Schéma du réseau de 30 jeux de barres	-55-
Fig. IV.7 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-57-
Fig. IV.8 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-58-
Fig. IV.9 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation	

mono-objective (la fonction émission des gaz toxique).....	-63-
Fig. IV.10 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)	-63-
Fig. IV.11 Schéma du réseau de 57 jeux de barres.....	-67-
Fig. IV.12 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites- Optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-69-
Fig. IV.13 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-70-
Fig. IV.14 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites- Optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique).....	-75-
Fig. IV.15 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)	-76-
Fig. 16 Schéma du réseau de 118 jeux de barres.....	-80-
Fig. IV.17 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites- Optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-84-
Fig. IV.18 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).....	-84-

Liste des Symboles et Acronymes

Symboles	ACRONYMES
P_{Gi}	La puissance active électrique générée par la centrale i(W).
V_{imax}	La tension maximale de jeu de barre i (V).
P_{Gmin}	La puissance active minimale générée dans le réseau (W).
V_{imin}	La tension minimale de jeu de barre i (V).
P_{Gmax}	La puissance active maximale générée dans le réseau (W).
Q_{Gmax}	La puissance réactive minimale générée dans le réseau.
λ	Multiplicateur de Lagrange concernant les contraintes d'égalités (lambda).
Q_{Gmin}	La puissance réactive maximale générée dans le réseau.
S_i	La puissance apparente de jeu de barre i (VA).
FC	La fonction optimisée de cout (\$/h).
FE	La fonction optimisée d'émission (kg/h).
\bar{Z}	L'impédance équivalente de la ligne (Ω).
y	le vecteur des fonctions objectives.
\bar{V}_i	La valeur complexe de la tension de jeu de barre i (V).
g_j	les contraintes.
θ_i	angle de phase de la tension du jeu de barre i (degré).
x	le vecteur des variables de décision dans l'espace de recherche Ω .
ΔV	La valeur de la chute de tension dans la ligne de transport (V).
n_g	le nombre des générateurs inclure les jeux de barres de contrôle.
x	Le vecteur des variables d'état.
a_i, b_i, c_i	les coefficients de la fonction cout
U	Le vecteur des variables de contrôle.
P_i^{res}, Q_i^{res}	sont les puissances actives et réactive indiqués pour les JB(PQ).
$|V|$	Le module de la tension.
P_m, P_m^i	les puissances actives calculées et indiquées pour les JB (PV).
S_k	La puissance apparente de jeu de barre k (VA).
S_{Dk}	La puissance apparente demandée de jeu de barre k (VA).

S_{Gk}	La puissance apparente générée de jeu de barre k (VA).
I_i	Le courant de jeu barre i (A).
y_{ij}	L'admittance entre les jeux de barre i et j.
$[J^{(0)}]$	La matrice carrée dite Jacobéenne.
$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i,$	les coefficients de la fonction émission de gaz toxique.
∇	Le gradient.
λ_k	Le déplacement de chaque itération.
JB	Jeux de barre.
OPF	Optimal Power Flow (Ecoulement de Puissance Optimal)
P_R	la puissance totale injectée au réseau (W).
V_K	Module de tension au jeu de barres K (v)
θ_K	Angle de tension au jeu de barres K (deg ^o)
K	Nombre d'itération.
P_c	Probabilité de croisement
P_m	Probabilité de mutation
P_e	Puissance électrique active (W)
V	Tension terminale du générateur (v)
I	Courant d'armature du générateur (A)
\square	Fréquence(Hz)
T	Temps(s)
$[p.u]$	Per unit (unité relative)
X	Vecteurs d'état
U	Vecteur de commande
G	Génération.
$F(x)$	Fonction objective (fonction coût) .
X	Vecteur des variables d'états.
U	Vecteur des variables de contrôle.
Q_{gi}	La puissance réactive générée (VAR).
$Q_{gi\ max}$	Limite maximale de production de la puissance réactive générée (VAR).
λ	Multiplicateur de lagrange concernant les contraintes d'égalités (lambda).
β	Multiplicateur de lagrange concernant les contraintes d'inégalités.
P_{ij}	Puissance qui quitte le nœud i en direction du nœud k (W).
P_{ji}	Puissance qui quitte le nœud k en direction du nœud i (W).
$J(x)$	Matrice du Jacobien

<i>H</i>	Matrice Hessian
<i>Y_{ij}</i>	Admittance série de la ligne ik .
<i>Y_{sh}</i>	Admittance shunt totale de la ligne ik .
<i>I_i</i>	Le courant au niveau de jeu de barre i (A).
<i>S_i*</i>	Le conjugué de la puissance apparente.
<i>Z_{ser}</i>	Impédance série de la ligne (Ω).
<i>\theta_i</i>	Arguments des tensions aux niveaux de jeux de barre (rad).
<i>\delta_{ij}</i>	Arguments des tensions aux niveaux des lignes (rad).
<i>G_{ij}</i>	Conductances des lignes ($1/\Omega$).
<i>B_{ij}</i>	Suceptances des lignes ($1/\Omega$).
<i>E</i>	Tolérance choisie (précision de calcul).
<i>F</i>	Fonction objective appelée « fitness »(\$/h) .
<i>(\partial F/\partial x)</i>	la première dérivée de la fonction (F) par rapport a ce vecteur (x), appelé le gradient.
<i>JB</i>	Jeux de barres.
<i>M</i>	nombre de générateur dans le réseau électrique.
<i>N</i>	nombre de JB.
<i>V_{ref}</i>	Tension reference de l'AVR (v).
<i>P_{ref}</i>	Puissance active reference du gouverneur (W).
<i>P</i>	Vecteur de perturbation.
<i>V_g</i>	Tension généré (v).
<i>I_g</i>	Courant généré (A).
<i>K</i>	numéro d'itération.

الملخص

إن الفكرة الأساسية التي يتمحور عليها هذا العمل هي كيفية حل مشكلة التوزيع الاقتصادي والبيئي الأمثل للقدرة الكهربائية قصد الحصول على إنتاج طاقة أقل من حيث كلفة السعر و حجم الغاز المنبعث من طرف محطات إنتاج الطاقة وذلك بانتهاج طرق الأمثلة وخواص الخوارزميات الجينية والتي تشغل بدوها حيزا كبيرا في مجال البحث العلمي تبعا لما تتميز به من مردودية و فعالية في مجال الهندسة الكهربائية.

من هذا المنطلق واستنادا إلى طرق الأمثلة الكلاسيكية منها والحديثة اقترحنا هذا العمل المنجز وهو إعداد برنامج يقوم بالحساب من أجل إيجاد أقل قيمة لتكلفة القدرة الكهربائية المنتجة وكذلك أقل قيمة لحجم الغاز المنبعث لإنتاجها ولقد اعتمدنا في دراستنا هذه على تطبيق هذا البرنامج المنجز على نماذج الشبكات الكهربائية المعروفة عالميا ألا وهي : IEEE-118, IEEE-57, IEEE-30, IEEE-14. أنجزت هذه الدراسة بواسطة MATLAB 7.9.

الكلمات الرئيسية : الأمثلة ، الخوارزمية الجينية. تدفق القدرة الكهربائية.

Résumé

L'idée de base, sur laquelle centré ce travail, est la résolution du problème de la répartition optimale de l'énergie électrique pour avoir le minimum de coût de production d'énergie et le minimum de gaz émis par les centrales de production d'énergie et cela par l'application de la méthode d'optimisation qui est la méthode de algorithmes génétique et qui à son tour occupe une large application dans le recherche scientifique en vue de son efficacité et rentabilité pour l'application en génie électrique .

De ce point de vue et en se basant sur les méthodes d'optimisation classique et métaheuristique , nous avons proposé ce travail qui est destiné à élaborer un programme qui fait le calcul pour trouver le minimum de coût de production et minimum de gaz toxique dégagés de centrale de production nous avons appliqué ce code de calcul sur les réseaux test connus qui sont IEEE-14, IEEE-30, IEEE-57, IEEE-118 JB. L'exécution du programme a été faite sous l'environnement de MATLAB 7.9.

Mots clés: optimisation, Algorithme génétique.

Sommaire

Titres	Page
Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des Symboles et Acronymes	
Résumé	
Sommaire	
Introduction générale	

CHAPITRE 1: L'Écoulement de puissance.

Introduction.....	3
1.1 Concept générale de l'écoulement de puissance.....	3
1.2 But de l'étude de l'écoulement de puissance.....	3
1.3 Classification des variables de l'écoulement de puissance	4
1.3.1 Les variables de perturbation ou non contrôlables.....	4
1.3.2 Les variables de contrôle et d'état.....	4
1.4 Classification des jeux de barres.....	5
1.4.1 Jeu de barre de référence.....	5
1.4.2 Jeu de barre de générations (de contrôle) (PV bus).....	5
1.4.3 Jeu de barre de charge (PQ bus).....	5
1.5 Généralisation à un système de n jeux de barre.....	5
1.6 Formulation de Base de l'écoulement de puissance.....	6
1.6.1 Les équations de l'écoulement de puissance.....	6
1.7 Les méthodes de calculs numérique de l'E.P.....	9
1.7.1 Historique.....	9
1.7.2 Méthode de Gauss-Seidel.....	9
1.7.3 Algorithme de Gausse Seide.....	9
1.7.4 Application de G-S dans l'E.P.....	10
1.7.5 Organigramme de la méthode Gauss-Seidel avec Y bus	11

1.7.8 Matrice d'admittance.....	13
1.8 Méthode de Newton Raphson	14
1.8.1 Représentation géométrique de la méthode de N-R.....	15
1.8.2 Algorithme de N-R dans un système de dimension 'n.....	15
1.8.3 Algorithme de N-R appliquée aux équations de l'écoulement de Puissance.....	16
1.8.4 Les coordonnées polaires.....	16
1.8.5 Méthode de Newton-Raphson modifié (faste découple).....	18
1.8.6 Organigramme de la méthode de N-R.....	19
Conclusion.....	21

CHAPITRE 2: Optimisation de L'écoulement de puissance

Introduction.....	22
2.1 Historique.....	22
2-2 L'objectif principal	22
2-3 Définition de Dispatching Economique	23
2-3-1 Distribution Economique De la Charge Entre les Générateur.....	23
2-4 Définition de l'optimisation	24
2-4-1 fonction objectif.....	24
2-4-2 Variables de decision.....	24
2-4-3 Formulation d'un problème d'optimisation mono-objectif.....	25
2-4-4 Minimum global.....	25
2-4-5 Minimum local.....	25
2-5 Formulation d'OPF pour minimiser le cout de production.....	26
2-5-1 Fonction objective du cout.....	26
2-5-2 Contraintes d'égalité.....	26
2-5-3 Contraintes d'inégalité	27
2-6 Formulation d'OPF pour la minimisation de l'émission.....	28
2-6-1 Les contraintes.....	28
2-7 Les méthodes de l'optimisation de l'écoulement de puissance.....	28
2-7-1 Méthodes déterministes	28
2-7-1-1 Méthode généralisée du gradient réduit	

4.1 Le choix de ce modèle.....	44
4-2 Le 1 ^{er} modèle d'étude.....	44
4-3 Valeurs des Paramètres d'un algorithme génétique.....	46
4-4 Optimisation mono-objectif.....	46
4-4-1 Minimisation de la fonction cout de génération.....	46
4-4-2 Minimisation de la fonction émission des gaz toxiques.....	51
4-5 Le 2 ^{ème} modèle d'étude.....	55
4-5-1 Minimisation de la fonction cout de génération.....	56
4-5-2 Minimisation de la fonction émission des gaz toxiques.....	61
4-6 Le 3 ^{ème} modèle d'étude.....	67
4-6-1 Minimisation de la fonction cout de génération.....	67
4-6-2 Minimisation de la fonction émission des gaz toxiques.....	74
4-7 Le 4 ^{ème} modèle d'étude.....	78
4-7-1 Minimisation de la fonction cout de génération.....	81
Conclusion.....	92

Conclusion générale

Bibliographia

Annexe

L'énergie électrique joue un rôle très important dans la société moderne d'aujourd'hui. C'est une énergie largement utilisée pour l'éclairage, les systèmes informatiques, les systèmes de communication, les systèmes de transport, l'industrie et pour d'autres domaines. .

Toute société économique cherche toujours à atteindre le rendement maximal de sa production. Dans le cas des sociétés d'électricité, le prix d'un Méga Watt Heure pour le consommateur est fixé par les directions professionnelles, donc la société doit jurer le coût de production. Pour cela, pendant le fonctionnement du système de puissance, la contribution de chaque centrale et de chaque générateur doit être déterminé de façon que le coût de production de la puissance soit minimal.

L'évolution de la consommation d'énergie électrique a eu pour conséquence un accroissement des puissances à générer et à transporter, d'où la nécessité d'une stratégie qui vise une génération et une exploitation à coût minimal de l'énergie électrique. En outre, les amendements de la loi mondiale (Clean Air Act Amendments) ont forcé les producteurs d'énergie à modifier leur conception opérationnelle pour réduire les émissions des gaz à effet de serre. L'impact sur l'environnement prend de plus en plus d'importances et doit être sérieusement pris en compte dans les procédures de développement de production et de transport d'électricité. Plusieurs méthodes d'optimisation ont été appliquées pour les objectifs cités ci-dessus. Les méthodes classiques utilisées pour résoudre le problème d'optimisation mono-objectif, (optimisation le cout et émission de gaz) dans laquelle le réseau est alimenté à partir du générateur le plus efficace ne s'avère pas utile.

Dans notre travail nous avons choisis les méthodes des algorithmes génétiques qui sont inspirées par des analogies avec la biologie qui sont très bien adaptés au traitement d'un problème d'optimisation mono-objectif en témoigne le nombre important d'articles qui ont été publiés sur ce sujet. De plus, ce domaine est très dynamique et ne cesse de se développer. Par suite, l'objectif de notre étude est l'application des ces méthodes d'optimisation en utilisant les algorithmes génétiques (avec un choix des paramètres optimaux) pour faire minimisé le cout et émission de gaz. L'application a été consacrée aux réseaux test standard. On a étudié les modèles des réseaux électriques (IEEE-14.JB, IEEE-30.JB, IEEE-57.JB et finalement IEEE-118.JB) en utilisant pour ce travail, un micro portable de Processeur 1.73 GHz Core2duo avec 2GB mémoire vive (Ram). Tous les programmes de calcul seront exécutés sous l'environnement d'un logiciel MATLAB version 7.9.

Afin que notre travail soit accomplis et pour cerner tous les aspects de cette étude, ce mémoire est organisé comme suit :

Le premier chapitre concerne l'étude et l'analyse de l'écoulement de puissance dans les réseaux électriques, montrant les différentes méthodes de résolution d'un problème d'écoulement de puissance qui sont la méthode de Newton-Raphson et la méthode de Gauss-Seidel.

Le deuxième chapitre est consacré à quelques définitions de base et formulation du problème d'optimisation mono-objectif avec les conditions des limites d'égalité et d'inégalité pour les deux fonctions objectifs, ainsi que les méthodes d'optimisation.

Le troisième chapitre donne une vue théorique sur les algorithmes génétiques, comme on a rédigé une illustration concernant la liaison entre les algorithmes génétiques et l'optimisation mono-objectif dont l'application a été traduite par une programmation sur MATLAB en utilisant la boîte à outil GA Toolbox.

Le quatrième chapitre illustre les résultats d'application d'une optimisation mono-objectif des deux fonctions cout et émission avec des interprétations et des remarques pour chaque partie de travail sur les réseaux test standard IEEE-14.JB, IEEE-30.JB, IEEE-57.JB et finalement IEEE-118.JB.

Finalement une conclusion générale a été mise au point avec des prévisions de perspectives.

Chapitre I

*Analyse de
L'écoulement de
Puissance dans les
réseaux électriques*

Introduction

L'étude de l'écoulement de puissance (load flow) permet d'avoir la solution des grandeurs d'un réseau électrique en fonctionnement normal équilibré en régime permanent.

Ces grandeurs sont les tensions aux nœuds, les puissances injectées aux nœuds et celles qui transitent dans les lignes. Les pertes et les courants s'en déduisent.

Les études de l'écoulement de puissance permettent de planifier la construction et l'extension des réseaux électriques ainsi que la conduite et le contrôle de ces réseaux.

Donc dans ce chapitre on va survoler le problème de l'écoulement de puissance en se basant sur l'objectif et les concepts relatifs à l'analyse de l'écoulement de puissance.

1.1 Concept général de l'Écoulement de puissance

Le problème d'écoulement de puissance est résolu pour la détermination en régime permanent des tensions complexes au niveau de jeux de barres du réseau, à partir de lesquelles les transits des puissances actives et réactives dans chaque ligne et transformateur sont calculés. L'ensemble des équations représentant le réseau électrique est de nature non linéaire.

Pratiquement, dans les méthodes de calcul d'écoulement de puissance, on exploite la configuration du réseau et les propriétés de ses équipements pour déterminer la tension complexe au niveau de chaque nœud. D'autre part, on considère une parfaite symétrie entre les trois phases du système triphasé du réseau électrique.

1.2 But de l'étude de l'écoulement de puissance

- But de l'écoulement de puissance il se résume dans les points suivants :
Assurer l'équilibre entre la production et la demande d'énergie électrique (L'amélioration de dépense de l'électricité, production d'énergie selon de besoin).
- ne pas dépasser les valeurs limites (la stabilité théorique, selon bon la durée d'utilisation).
- Il faut conserver les tensions de jeu de barre entre les limites théoriques ($v_{min} < v < v_{max}$), en utilisant le contrôle de puissance.
- Planification de réseau (à partir de calcul de la charge). Augmenter la sécurité de fonctionnement des réseaux par une bonne stratégie d'EP avant les perturbations.

1.3 Classification des variables de l'écoulement de puissance

La dernière observation nous permet de remarquer une des plus importantes spécifications du problème. Donc il est impératif d'introduire un certain ordre sur les variables pour cette raison on les partage naturellement suivant :

1.3.1 Les variables de perturbation ou non contrôlables

Parmi les douze variables des équations de l'écoulement de puissance, les variables de la demande $P_{D1}, P_{D2}, Q_{D1}, Q_{D2}, \dots, P_{Dn}, Q_{Dn}$ ne sont pas contrôlables car elles dépendent seulement des utilisateurs de la puissance. Les variables de perturbation avec cette définition constituent les composantes de la perturbation P .

$$P = \begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Pn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} PD1 \\ PD2 \\ QD1 \\ QD2 \\ \cdot \\ \cdot \\ PDn \\ QDn \end{bmatrix}$$

1.3.2 Les variables de contrôle et d'état :

Les variables $|V_1|, |V_2|, \dots, |V_n|, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n, P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn}, Q_{G1}, Q_{G2}, \dots, Q_{Gn}$ peuvent facilement être groupées en deux groupes, les variables de « contrôle » et variable « d'état ». Les variables $|V_1|, |V_2|, \dots, |V_n|, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ sont définies comme variable d'état. Pour utiliser la notation connue dans la théorie de ces variables doivent être représentées par les variables X_1, \dots, X_n . Les variables $P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn}, Q_{G1}, Q_{G2}, \dots, Q_{Gn}$ sont des variables de contrôle et qu'on préfère le symboliser par U_1, \dots, U_n , donc nous aurons

$$x = \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \\ x4 \\ \cdot \\ \cdot \\ xn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta1 \\ \theta2 \\ \theta3 \\ \theta4 \\ \cdot \\ \cdot \\ \thetan \end{bmatrix} \dots \dots x: \text{vecteur d'état}$$

$$U = \begin{bmatrix} U1 \\ U2 \\ U3 \\ U4 \\ \cdot \\ \cdot \\ Un \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ \cdot \\ \cdot \\ Pn \end{bmatrix} \dots \dots U: \text{vecteur de controle}$$

Notons que dans un réseau électrique, les jeux de barres de charge forment de 80 à 90% de la totalité des jeux de barres.

1.4 Classification des jeux de barres

1.4.1 Jeu de barre de référence

C'est un jeu de barre connecté à une source de tension considérée constante, et sans angle de phase est pris comme référence de calcul. Ses puissance actives et réactive, doivent être calculées d'après le calcul de la puissance pour s'adapter aux exigences de jeu de barre de contrôle.

1.4.2 Jeu de barre de générations (de contrôle) (PV bus)

Ce sont les jeux de barre génératrice de réseau ou la puissance active et le module de la tension est connu puisqu'elles sont contrôlables; par contre la puissance réactive et l'argument de la tension est inconnu.

1.4.3 Jeu de barre de charge (PQ bus)

Ce sont les jeux de barre de la demande clientèles, pour ce genre, les puissances actives et sont données, mais l'amplitude de l'argument de la tension sont déterminer.

1.5 Généralisation à un système de n jeux de barre

Les réseaux électrique réel peuvent contenir des centaines de jeux de barre, de générateurs et de milliers de branches, donc pour un système de n jeux de barre on aura :

- n variables : V_i (module de la tension de jeu de barre i)
- n variables : θ_i (angle de phase de la tension du jeu de barre i)
- n variables : P_{Gi} (puissance active injectée au jeu de barre i)
- n variables : Q_{Gi} (puissance réactive injectée au jeu de barre i)

- n variables : P_{Di} (puissance active demandée au jeu de barre i)
- n variables : Q_{Di} (puissance réactive demandée au jeu de barre i) avec $i=1,2,\dots,n$. Donc nous avons en tout $6n$ inconnues.

Le calcul d'écoulement de puissance consiste à calculer dans chaque nœud de réseau électrique:

- La puissance active et réactive
- Le module et l'argument de tension

En général, dans le calcul d'écoulement de puissance, les nœuds sont classés en 3 catégories:

- 1-Un nœud référence c'est un nœud générateur ou le module ($|V|$) et l'argument (δ) sont spécifiés.
- 2-Des nœuds de contrôles ou le module ($|V|$) et la puissance active sont spécifiés
- 3-Des nœuds de charger ou la puissance active et réactive sont spécifiés.

1.6 Formulation de Base de l'écoulement de puissance [1]

1.6.1 Les équations de l'écoulement de puissance

La construction du modèle mathématique duquel on peut prédire la forme (aspect) de l'écoulement de puissance, est essentielle pour la compréhension du mécanisme de l'écoulement de puissance.

Pour élaborer les équations d'EP en procède comme suit:

*en concéder un JB k parmi "n" du réseau a analysé.

$$S_{Gk} = P_{Gk} + jQ_{Gk} \dots \dots \dots (I. 1) \dots \dots \dots \text{la puissance apparente générer}$$

$$S_{Dk} = P_{Dk} + jQ_{Dk} \dots \dots \dots (I. 2) \dots \dots \dots \text{la puissance aparente demander}$$

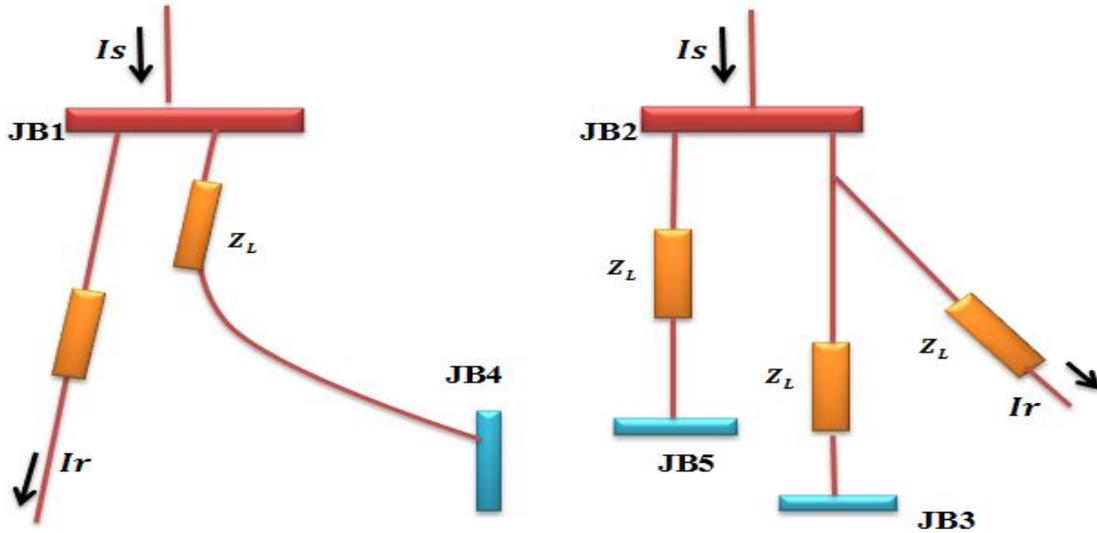


Fig. I.1 un plan simple des jeux de barre.

Ainsi les puissances injecté de le JB k peuvent être représentées par:

$$S_k = S_{Gk} - S_{Dk} = (P_{Gk} - P_{Dk}) + j(Q_{Gk} - Q_{Dk}) \dots \dots \dots (I.3)$$

Le JB "k" est liés aux autre JB de réseau dont le nb P est attendre qui peuvent être représenté par le amodie si un JB n'est pas connecté au JB sont admittance \$Y_{kB}\$ ou \$Y_{Bk}\$ sera égale à 0.

\$Y_{PKM}, Y_{SKM}\$ sont respectivement les admittances.

L'admittance parallèle et série de la ligne K dans le modèle est P.

Au niveau de chaque JB il y'a 4 variables (\$|V|, \theta, P, Q\$) et on sait à chaque fois 2 de ces 4 variables, ainsi le nb de variable inconnue se réduit à (2n).et par la suite (2n) équation à résoudre.

Comme la puissance injectée au JB "k" est représenté en fonction de la P et Q(t) elle peut être également représenté en fonction de la tension \$|V_k|\$ et \$I_k\$:

❖ d'après la 1^{ère} loi de Kirchoff (loi des nœuds):

$$S_k = V_k \cdot I_k$$

$$I_k = \sum_{i=1}^n Y_{ki} \cdot V_i \dots \dots \dots (I.4) \quad \text{d'ou :}$$

$$S_k = V_k \left(\sum_{i=1}^n Y_{ki} \cdot V_i \right) * \dots \dots \dots (I.5)$$

$$S_k = V_k \sum_{i=1}^n Y_{ki} * V_i * \dots \dots \dots (I.6)$$

Si on veut exprimer S_k pour les variables dans l'EP, P_k et Q_k on est les expressions suivantes :

$$P_k = \sum_{i=1}^n |Y_{ki}| \cdot |V_i| \cdot |V_k| \cdot \cos(\delta_i - \delta_k + \sigma_{ki}) = f_{kP} \dots \dots \dots (I.7)$$

$$Q_k = \sum_{i=1}^n |Y_{ki}| \cdot |V_i| \cdot |V_k| \cdot \sin(\delta_i - \delta_k + \sigma_{ki}) = f_{kQ} \dots \dots \dots (I.8)$$

$i=1, \dots, n$ / n : nombre total de JB.

Y_{ki} Et σ_{ki} sont respectivement le module et l'argument de l'élément de la matrice d'admittance (Y_{bus})

δ_i : sont les arguments de la tension au niveau de JB.

$|V_1|$ Et $|V_k|$: les modules de la tension au niveau de JB.

Les équations 11 et 12 représentent la forme générale des équations d'EP d'un réseau à n JB, ainsi en aura à faire à $2n$ équations à résoudre.

Par contre, il existe une autre forme générale des équations de l'EP dite pas dont la forme est:

$$P_k = \sum_{i=1}^n |V_i| \cdot |V_k| (G_{ki} \cdot \cos \theta_{ki} + B_{ki} \cdot \sin \theta_{ki}) \dots \dots (I.9)$$

$$Q_k = \sum_{i=1}^n |V_i| \cdot |V_k| (G_{ki} \cdot \sin \theta_{ki} - B_{ki} \cdot \cos \theta_{ki}) \dots \dots (I.10)$$

$$Y_{ki} = G_{ki} + j B_{ki}$$

On constate que les équations de EP sont non linéaires ou le recours aux méthodes de calcul numérique pour s'approcher des valeurs exactes des inconnues cherchées. On doit, donc, les résoudre par des méthodes numériques adoptées à ce genre de problèmes.

Deux méthodes sont actuellement, très connues pour la résolution du problème du calcul d'écoulement de puissance à savoir : Méthode de Gauss-Seidel et Méthode de Newton-Raphson.

1.7 Les méthodes de calculs numériques de l'E.P

1.7.1 Historique [2]

Un grand nombre de mathématiciens, d'informaticiens et d'ingénieurs en consacrent des années de leur carrière pour développer les méthodes de calcul de l'E.P

Avant 1992, les calculs de l'E.P se faisaient à la main, en 1929 les calculateurs de réseau (de Westing House) des analyseurs des réseaux (génie électrique) furent employer le calcul de l'E.P.

Ce n'est qu'en 1956 que furent développées les 1^{er} méthodes adéquates par WANTS et HALE. Les 1^{er} méthodes étaient basées sur la méthode de Gauss-Seidel puis pour des raisons de convergence, la méthode de Newton-Raphson a été adoptée et développée par la suite en profitant de la nature de la matrice des admittances (Y bus), le fort couplage entre P, θ et Q, |V| arriver finalement à la méthode (faste découplé Load flow)

1.7.2 Méthode de Gauss-Seidel

Cette méthode se considère l'une des plus simple des méthodes itérative, à savoir que la méthode la plus efficace est la méthode de Newton-Raphson, mais la méthode de Gauss-Seidel s'intervient pour les raisons suivantes :

- 1-qui possède une valeur scientifique sur à cause de simplicité.
- 2-et qui utilise dans le système à faible puissance, comme le nôtre, dans laquelle les programmes sont simples.
- 3-Elle s'utilise dans des nombreux cas des grands systèmes pour obtenir une solution approximative.

1.7.3 Algorithme de Gauss Seidel [2]

Bien que on doit résoudre un système d'équation (n) en va commencer par une seul eq à résoudre itérativement $F(x)=0$.

Pour s'adapté à la méthode on écrit : $x=F(x)$.

Exemple :

Soit la 'fonction' $F(x) = x^2 - 5x + 4 = 0$.

Formulons $F(x) \Leftrightarrow x = \frac{1}{5}x^2 + \frac{4}{5} \Rightarrow F(x) = \frac{1}{5}x^2 + \frac{4}{5}$

x_1, x_2 les racines de l'équation $F(x)=0$.

Cherchons l'Algorithme

Il faut que $\begin{cases} F(x) = 0. \\ g(x) = x. \end{cases}$

La fonction $g(x)$ représente l'aire surface comprise entre la ligne droite "x" et la fonction "F(x)", ou cette aire réduite à 0 au voisinage d'une racine, on peut trouver cette racine comme suit :

Nous commençons par le pt $x^{(0)}$ (itération initiale).

En dotent les valeurs approchées $x^{(1)}, x^{(2)} \dots \dots \dots (x^n)$, dont les valeurs sont calculées de l'équation $g(x) = x$.

Finalement, on a l'algorithme suivant: $x^{(v+1)} = F(x^{(v)})$

Tel que v : le numéro d'itération.

L'itération initiale : $x^{(0)} = 3$.

La 1^{er} itération : $x^{(1)} = F(x^{(0)}) = F(3) = \frac{1}{5}(3^2) + \frac{4}{5} = 2,600$.

La 2^{ème} itération : $x^{(2)} = F(x^{(1)}) = F(2.6) = \frac{1}{5}(2.6^2) + \frac{4}{5} = 2.1520$

La 3^{ème} itération : $x^{(3)} = F(x^{(2)}) = F(2.152) = \frac{1}{5}(2.152^2) + \frac{4}{5} = 1.7262$

$v^{\text{ème}}$ itération $|x^{(v+1)} - x^{(v)}| < \varepsilon$.

1.7.4 Application de G-S dans l'E.P

S'en refaire à l'équation $S_k^* = P_k - jQ_k = V_k^* \sum_{i=0}^n Y_{ki} \cdot V_i$

Pour $i = 1, 2, \dots \dots n$

D'où on peut écrire $S_k^* = P_k - jQ_k = V_k^* Y_{kk} V_k + V_k^* \sum_{i \neq k}^n Y_{ki} V_i$,

Ainsi on constate que les valeurs P, Q, dépend essentiellement de V_k^* et V_i .

Qui peuvent être calculé pour chaque itération selon l'algorithme suivant

$$V_k^{(v+1)} = \left(\frac{1}{Y_{kk}} \left[\frac{P_k - jQ_k}{(V_k^{(v)})^*} - \sum_{i \neq k}^n Y_{ki} \cdot V_i^{(v)} \right] \right); \quad (k=2, \dots, n) \dots \dots \dots (I.1)$$

1.7.5 Organigramme de la méthode Gauss-Seidel avec Y bus

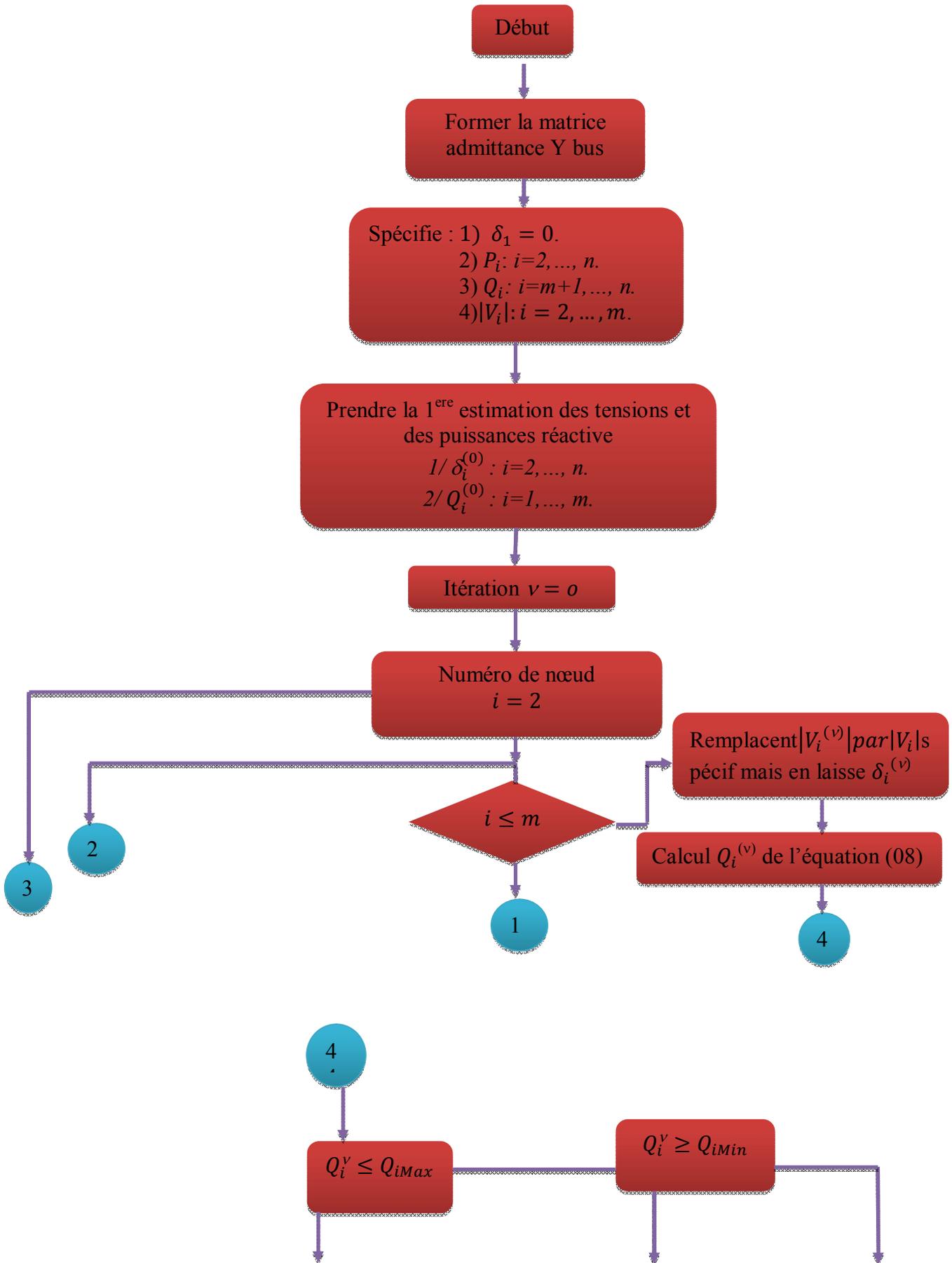
On pose quelques remarques pour l'organigramme :

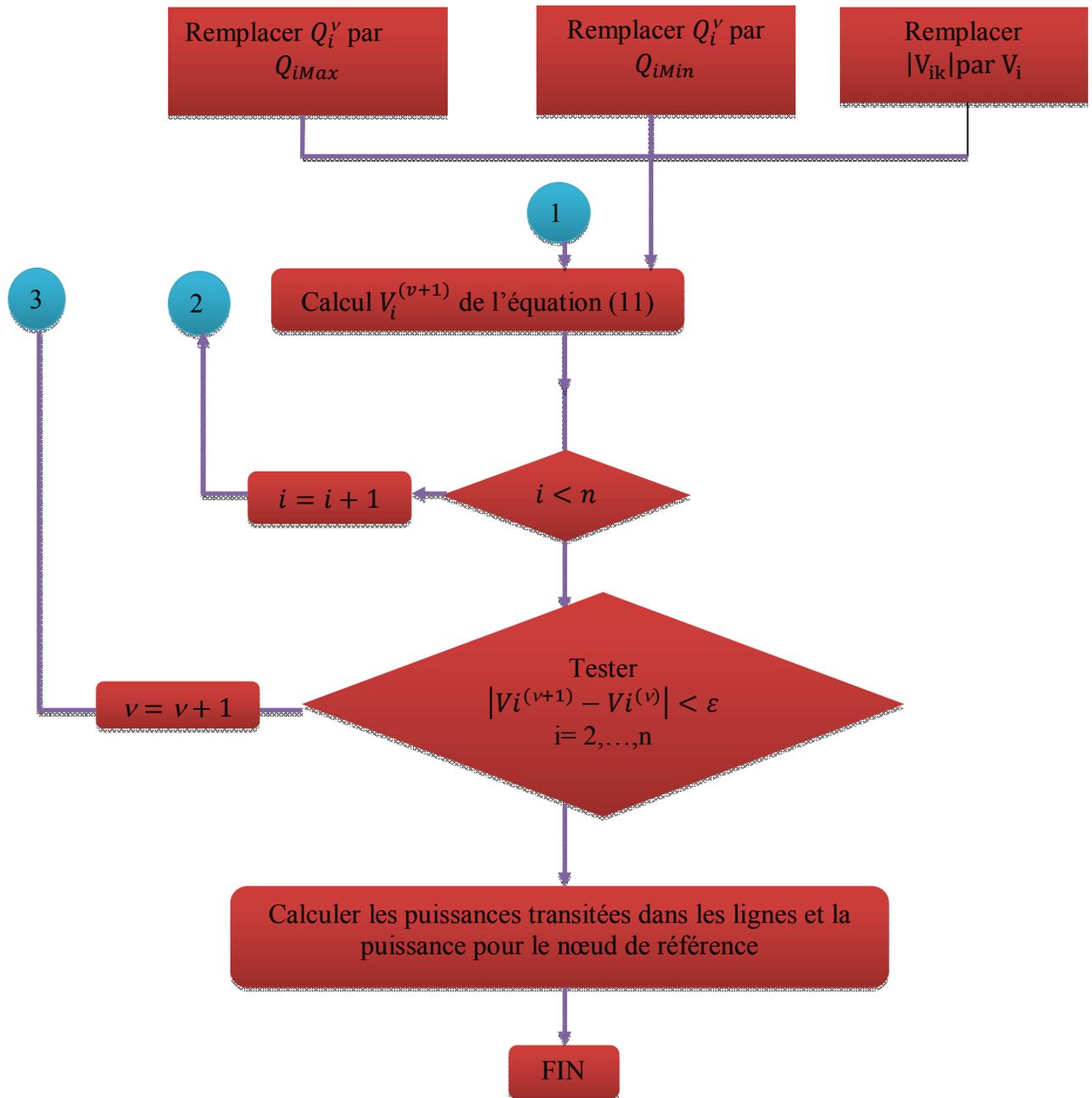
$i = 1$: Nœud de référence.

$i = 2, \dots, m$: Nœuds du contrôle.

$i = m + 1, \dots, n$: Nœuds de charge.

On voit que l'itération sont continue jusqu'à la tolérance (ε) est vérifiée





La solution d'écoulement de puissance par la méthode itérative de Gauss-Seidel on

Utilisant Y bus :

1.7.6 Matrice d'admittance [3]

Nous développons une représentation monophasée du réseau électrique interconnecté par l'intermédiaire d'une représentation de la matrice d'admittance.

L'équation qui relie la tension dans chaque nœud au courant (injecté ou absorbé à partir du jeu de barre) est comme suit :

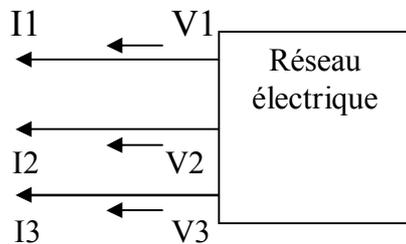
$$I_{inj} = Y_{bus} \cdot V_{noeud}$$

I_{inj} : Vecteur des courants injectés.

V_{noeud} : Vecteur des tensions des nœuds.

Cette matrice Y_{bus} est utilisée pour former le modèle du réseau interconnecté.

- ⇒ Les nœuds représentent les différents postes de transformation et d'interconnexion.
- ⇒ Les branches représentent les transformations et les lignes de transmission.
- ⇒ Les courants injectés sont écoulés à partir de générateur ou vers les charges dans un jeu de barres.



$$I = \begin{bmatrix} I_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ I_n \end{bmatrix} \quad \bar{V} = \begin{bmatrix} V_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_n \end{bmatrix}$$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} & \dots & Y_{2n} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} & \dots & Y_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Y_{n1} & Y_{n2} & Y_{n3} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix}$$

Les règles de formation de la matrice d'admittance Y_{bus} .

* Y_{bus} est une matrice carrée dont la dimension est égale au nombre de JB.

*Le terme de diagonale Y_{ii} est égal à la somme des admittances connectées au nœud (i).

* Y_{ij} est l'élément ij de Y_{bus} qui est égale à la valeur négative de l'admittance de l'élément connecté entre i et j

$$Y_{ii} = \sum_{i=1}^n y_{ij} \cdot y_{oi} \quad , j \neq i$$

$$Y_{ij} = Y_{ji} = -y_{ij}$$

1.8 Méthode de Newton Raphson

La technique itérative de Newton Raphson converge avec une même vitesse, mesurée par le nombre d'itérations, pour les larges et courts systèmes, en moins de quatre à cinq itérations en général. C'est pour cette raison que la méthode de N-R est la plus utilisée pour l'étude des larges systèmes.

1.8.1 Représentation géométrique de la méthode de N-R [4]

Elle est basée sur la détermination de la tangente à la courbe $f(x)$ en chaque point $(x^{(k)}, f(x^{(k)}))$. L'intersection de cette tangente avec l'axe des x fournit le point $x^{(k+1)}$

$\Delta x^{(k)}$ Étant une approximation de l'erreur commise sur x à l'itération (k) .

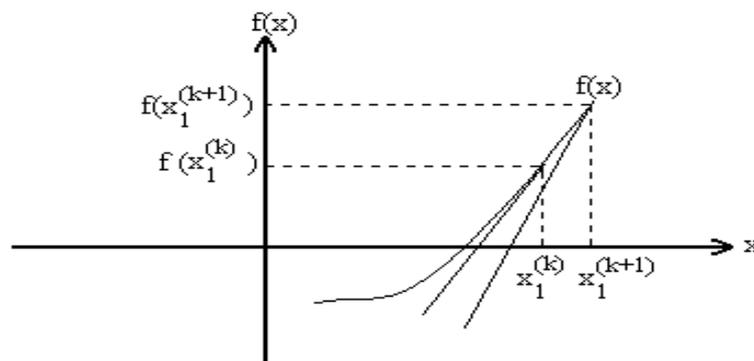


Fig. I.2 Représentation géométrique de la méthode de N-R

1.8.2 Algorithme de N-R dans un système de dimension 'n'

Soit la fonction $f(x) = 0$ de dimension n , tel que

$$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ \vdots \\ f_n(x) \end{bmatrix} \quad x^{(0)} = \begin{bmatrix} x_1^{(0)} \\ x_2^{(0)} \\ \vdots \\ x_n^{(0)} \end{bmatrix}$$

estime que $x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}$ sont les solutions de ces n équations. L'exposant (0) indique que ces valeurs sont des estimations initiales.

En générale

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} - [j^{(k)}]^{-1} f(x^{(k)}) \dots \dots \dots (I. 9)$$

Arrêt des opérations

On a vu que théoriquement la solution n'est atteinte qu'après une infinité d'itérations. En pratique, on arrête les opérations pour l'un des tests suivants:

1. Si $f(x^{(k)})$ est quasiment nulle.
2. Si l'amélioration de $(x^{(k)})$ d'une itération à la suivante ne justifie pas l'effort de calcul supplémentaire.
3. Si la convergence n'est pas obtenue avant un nombre d'itération fixe. Le processus est considéré comme non convergent pour l'estimation initiale $(x^{(0)})$ donnée.

1.8.3 Algorithme de N-R appliquée aux équations de l'écoulement de puissance

Le problème de l'écoulement de puissance peut être résolu par la méthode de N-R, qui utilise des équations non linéaires pour exprimer les puissances actives et réactives en fonction des tensions. Le problème peut être résolu en utilisant soit les coordonnées rectangulaires soit les coordonnées polaires. On choisit les coordonnées polaires.

1.8.4 Les coordonnées polaires

En coordonnées polaires on a : $V_i = |V_i| \exp(j\theta_i)$ et $Y_{ij} = |Y_{ij}| \exp(-j\gamma_{ij})$

$$P_i - jQ_i = V_i^* \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \dots \dots \dots (I. 10)$$

Remplaçons dans l'équation (1.25), la puissance au jeu de barres i est :

$$P_i - jQ_i = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \exp(-j(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j)) \dots \dots \dots (I. 10)$$

Sachant que : $\exp(-j(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j)) = \cos(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j) - j\sin(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j)$

Les composantes actives et réactives de la puissance sont :

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \cos(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j) \dots \dots \dots (I.12)$$

$$Q_i = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(\gamma_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

Les éléments de la matrice Jacobéenne qui sont calculées à partir des équations du système sont :

Pour j_1 :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = |V_i V_j Y_{ij}| \sin(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

..... (I.13)

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

$j \neq 0$

Pour j_2 :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i Y_{ij}| \cos(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

..... (I.14)

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i Y_{ii}| \cos(y_{ij}) + \sum_{j=1}^n |V_j Y_{ij}| \cos(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

$j \neq 0$

Pour j_3 :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = |V_i V_j Y_{ij}| \cos(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

..... (I.15)

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j=1}^n |V_j V_j Y_{ij}| \cos(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

$j \neq 0$

Pour $j_4: j \neq 0$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = |V_i Y_{ij}| \sin(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

..... (I.16)

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i Y_{ii}| \sin(y_{ij}) + \sum_{j=1}^n |V_j Y_{ij}| \sin(y_{ij} + \theta_i - \theta_j)$$

L'équation liant les variations des puissances aux variations des amplitudes de la tension et les angles de phase pour la méthode de N-R est donnée par :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \dots \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & \vdots & J_2 \\ \dots & \vdots & \dots \\ J_3 & \vdots & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \dots \\ \Delta |V| \end{bmatrix}.$$

1.8.5 Méthode de Newton-Raphson modifié (faute découple)

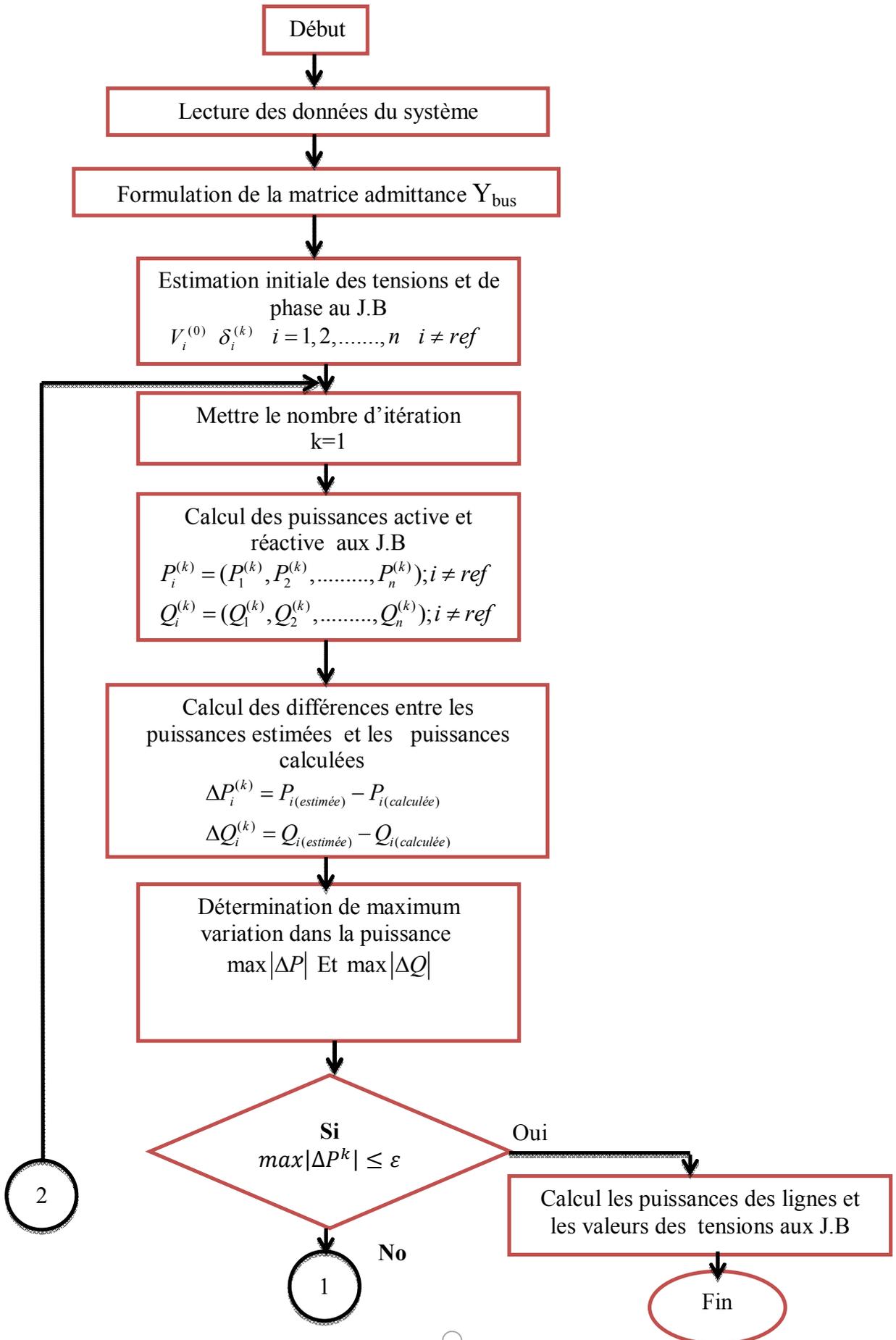
En se basant sur les cas des différents réseaux étudiés à constater les valeurs des sous-matrices J_{12} et J_{21} qui sont très petites

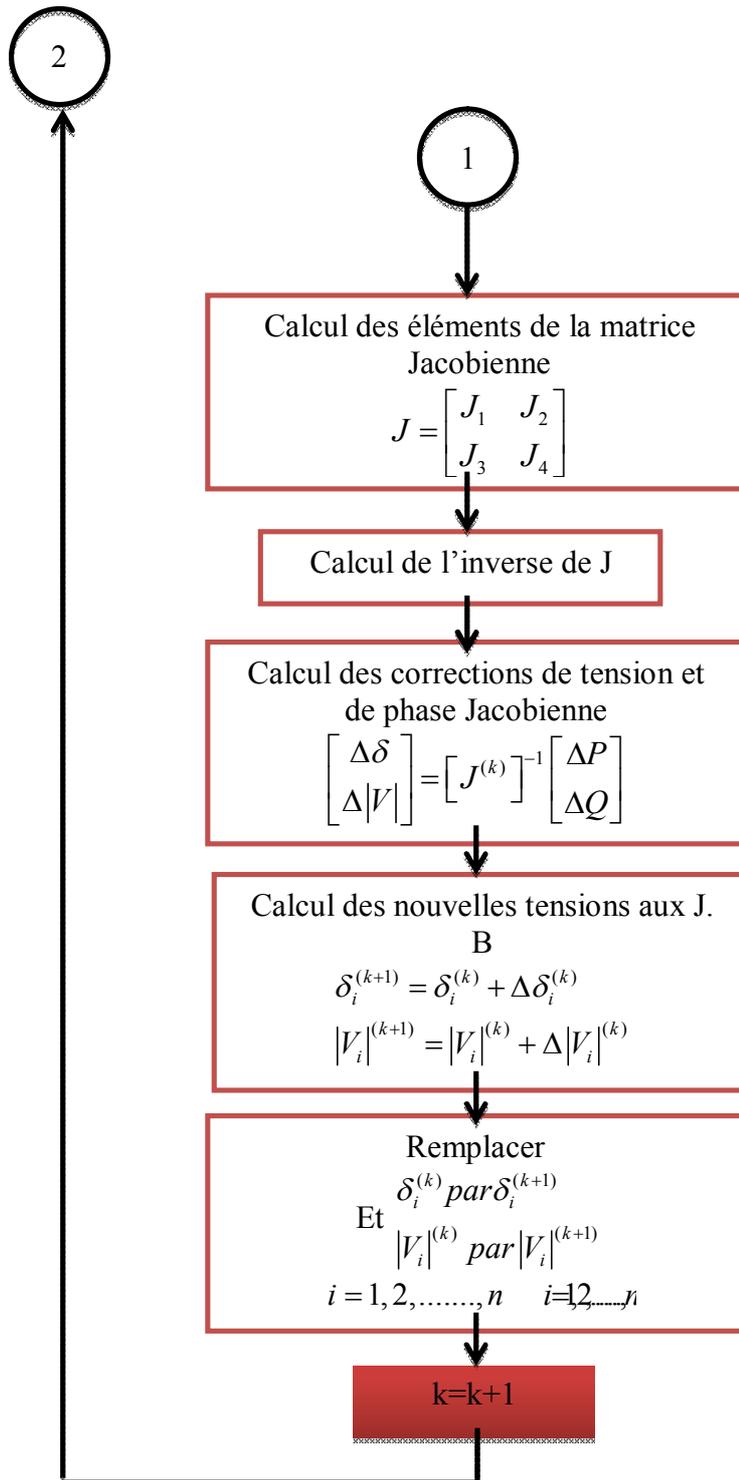
$$J = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} \\ J_{21} & J_{22} \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} J_{11} & 0 \\ 0 & J_{22} \end{bmatrix}; \quad J_{12} = \frac{\partial Q}{\partial |V|} \approx 0; \quad J_{21} = \frac{\partial Q}{\partial \theta} \approx 0$$

L'explication de ces faibles valeurs revient au fait que la puissance active P dépend nécessairement de θ_i ; et non de $|V_i|$ par contre Q_i dépend essentiellement de $|V_i|$ et non θ_i . Généralement $B_{ij} \approx 0$ et $\theta_{ij} \approx 0$ d'où $\theta_i - \theta_j = 0$ alors $\sin \theta_{ij} = 0$.

La conductance est presque nulle car les éléments connectés aux réseaux sont d'origine réactive

1.8.6 Organigramme de la méthode de N-R





Conclusion

Selon ce qui précède, afin d'analyser le réseau électrique, il nous faut calculer l'écoulement de puissance dont le calcul doit passer par la résolution des équations différentielles non linéaires, où le recours aux méthodes numériques est inévitable.

Quelques méthodes sont étudiées et nous avons conclu la méthode de Newton-Raphson représente des avantages énormes par rapport aux autres méthodes, c'est pour cette raison que nous allons l'utiliser dans la partie du calcul de l'écoulement de puissance lors de l'optimisation qu'on va effectuer par la suite.

Chapitre II

Optimisation de L'écoulement de puissance

Introduction

L'optimisation de l'écoulement de puissance consiste à répartir les puissances actives et réactives demandées entre les différentes centrales interconnectées dans un réseau électrique avec un coût minimal. Cette distribution doit évidemment respecter les limites de production des centrales et les capacités de transport des lignes électriques et les transformateurs. La variable à optimiser est donc le coût de production. [5].

Le problème à résoudre peut fréquemment être exprimé sous la forme générale d'un problème d'optimisation, dans lequel on définit une fonction objective, ou fonction Coût, ou fonction des pertes que l'on cherche à minimiser (ou maximiser) par rapport à tous les paramètres concernés « optimisation mono objectif ». La définition du problème d'optimisation est souvent complétée par la donnée de contraintes : tous les paramètres (ou variables de décisions) de la solution proposée doivent respecter ces contraintes, faute de quoi la solution n'est pas réalisable.

2.1 Historique

L'optimisation de l'écoulement de puissance (OPF) a été discutée la première fois par Carpentier en 1962 [6]. Dans les deux dernières décennies, le problème d'OPF a suscité beaucoup d'attention, en raison de ses capacités à résoudre pour la solution optimale qui tient compte de la sécurité du système. Le problème de OPF est un processus important dans des systèmes de gestion d'énergie. OPF est un problème non-linéaire, non convexe, à grande échelle et statique d'optimisation avec des variables continues et discrètes [7]. Même en l'absence de variables discrètes de commande, le problème d'OPF est en raison non convexe de l'existence des contraintes non-linéaires d'égalité de l'écoulement de puissance (E.P).

2.2 L'objectif principal

L'objectif principal de l'optimisation de l'écoulement de puissance « Optimal of Power Flow (OPF) » est d'optimiser une fonction objective bien définie tout en respectant les limites de fonction de dispositifs de contrôle et limites physiques de fonction on peut citer minimiser les pertes actives, minimiser les coûts, maximiser la puissance active pour la production de l'énergie électrique au profit de la demande du consommateur, tout en maintenant la sécurité et la stabilité du système. Le maintien de la sécurité du système, nécessite de garder chaque équipement dans les limites de fonctionnement voulues. Ceci

inclut les puissances minimales et maximales produites par les générateurs, les puissances apparentes maximales qui transitent au niveau des lignes de transport et des transformateurs, ainsi que les modules de tension au niveau des jeux de barres.

Plusieurs travaux d'optimisation de l'écoulement de puissance (OPF) dans un réseau électrique ont été appliqués pour différentes méthodes déterministes et évolutionnaires avec les contraintes sont comme suit :

- 1-L'équilibre entre la production et la consommation (contrainte d'égalité).
- 2-Garder les puissances générées entre P_g (min) et (max) (contrainte d'inégalité).
- 3-Garder les puissances écoulées sur les lignes entre $P_f(\text{min})$ et $P_f(\text{max})$ (contrainte d'inégalité), avec « f » permet l'optimisation d'une fonction objective appelée « fitness ».[8].

2.3 Définition de Dispatching Economique

Les termes « Dispatching Optimal », « Dispatching de génération Optimal », « Dispatching Economique Optimal », « Répartition de puissance Optimal », et « Répartition de charge Optimal » sont essentiellement des synonymes basés sur un type de calcul de répartition dans lesquels quelques quantités sont minimisées, pendant l'heure de décharge, le terme général «Dispatching Economique » est rapporté à la formulation dans lesquelles les coûts d'investissement sont minimisés.[8].

2.3.1 Distribution Economique De la Charge Entre les Générateur

Plusieurs facteurs seraient nommés comme importants dans la production de l'énergie Électrique à un coût minimal, c'est :

- Les rendements des générateurs.
- Le coût du carburant.
- Les pertes dans les lignes de transmission.

Evidemment le générateur le plus efficace dans un système ne peut pas garantir le plus Moindre coût par \$/h comme il doit être éloigné de la charge et / ou il doit être localisé dans une surface où le coût carburant est élevé [9].

Il existe deux sortes de dispatching : sans et avec pertes. Dans le premier cas, on tient Uniquement compte des coûts associés à la production d'énergie. Dans le second, on considèrera également les pertes dues au transport de cette énergie [10].

2.4 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 [11]. 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 l'analyse de réseaux électrique plusieurs fonctions peuvent être optimisées comme l'indique le tableau suivant:

Contraintes	Variables de contrôles	Fonction objective
$P_G = P_D + \sum \text{pertes}..(1)$ $S_{\text{transité}} \leq S_{\text{max}} \dots (2)$ (1):contrainte d'égalité (2):contrainte d'inégalité $|V_{\text{min}}| \leq |V_i| \leq |V_{\text{max}}|$ $P_{G\text{min}} \leq P_{Gi} \leq P_{G\text{max}}$ $Q_{G\text{min}} \leq Q_{Gi} \leq Q_{G\text{max}}$ (2)	P_G :puissance généré de chaque unité de production $P_G = P_i + P_D$	Minimiser le cout de production
Les mêmes conditions	P_{Gi}	Minimiser le Pertes de puissance
Les mêmes conditions + Les limites de masse de gaz toxique.	P_{Gi}	Minimiser le Dégagement de gaz toxique

Tab. II.1 tableau des fonctions objectif et leurs contraintes.

2.4.1 Fonction Objective

C'est le nom donné à la fonction **f** (on l'appelle aussi fonction de coût ou critère d'optimisation). C'est cette fonction que l'algorithme d'optimisation va devoir optimiser (trouver un optimum) [12].

2.4.2 Variables de décision

Elles sont regroupées dans le vecteur **x**. C'est en faisant varier ce vecteur que l'on recherche un optimum de la fonction **f**[13].

2.4.3 Formulation d'un problème d'optimisation mono-objectif [4]

Un problème d'optimisation mono-objectif est présenté sous la forme suivante :

Minimiser $f(\mathbf{x})$: (fonction à optimiser) (4.1)

Sous les contraintes : $g(\mathbf{x}) \leq \mathbf{0}$: (m contraintes d'inégalité)

$h(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$: (p Contraintes d'égalité)

Avec $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$, $g(\mathbf{x}) \in \mathbb{R}^m$, $h(\mathbf{x}) \in \mathbb{R}^p$

2.4.4 Minimum global

On a la fonction $f: \Omega \in \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, tel que $\Omega \neq \emptyset$. Pour $\mathbf{x}^* \in \Omega$,

On dit que \mathbf{x}^* est un optimum global si et seulement si : $\forall \mathbf{x} \in \Omega : f(\mathbf{x}^*) \leq f(\mathbf{x})$ Tel que :

\mathbf{x}^* : L'optimum global ;

F : La fonction objective ;

Ω : La région faisable ($\Omega \in s$) ;

s : L'espace de recherche global.

Le minimum global est illustré par le point M3 dans la Figure (II.1).

2.4.5 Minimum local

Un point \mathbf{x}^* est un minimum local de la fonction f si et seulement si :

$$f(\mathbf{x}^*) < f(\mathbf{x}), \forall \mathbf{x} \in \mathcal{V}(\mathbf{x}^*) \text{ et } \mathbf{x}^* \neq \mathbf{x} \quad (4.3)$$

D'où $\mathcal{V}(\mathbf{x}^*)$ définit un voisinage de \mathbf{x}^* .

Deux minimums locaux sont illustrés dans la figure (II.1) sont les points M1 et M2.

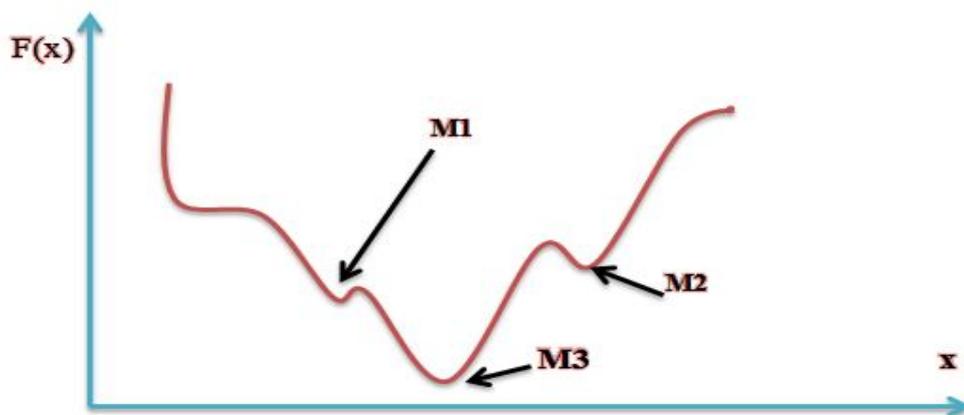


Fig. II.1 Illustration des différents minima d'une fonction objective.

2.5 Formulation d'OPF pour minimiser le cout de production

$$\text{Min } F(x) \quad (\text{II.1})$$

$$\text{Sous les conditions : } h(x) = 0 \quad (\text{II.2})$$

$$\text{Et } g(x) \geq 0 \quad (\text{II.3})$$

Où : $F(x)$ la fonction Objective.

$h(x)$ Les contraintes d'égalité.

$g(x)$ Les contraintes d'inégalité.

2.5.1 Fonction objective du cout

L'objectif le plus généralement utilisé dans la formulation de problème d'OPF est la minimisation du coût total de production d'électricité. Les différents coûts de chaque générateur sont supposés être des fonctions quadratiques du second ordre. La fonction objective de production du système entier d'énergie électrique peut être alors écrite comme la somme de modèles quadratiques de coût à chaque générateur.

$$f(x) = \min \sum_{i=1}^{n_g} a_i p_{g_i}^2 + b_i p_{g_i} + c_i \quad (\text{II.4})$$

$$\text{Tel que : } P_{g_i}^{\min} < P_{g_i} < P_{g_i}^{\max} \quad (\text{II.5})$$

Où : $i = 1, 2, 3, \dots, n_g$

n_g : est le nombre des générateurs incluant les jeux de barres de contrôle.

P_{g_i} : est la puissance active générée au JB i .

a_i, b_i, c_i : Les coefficients des puissances générées pour i générateur.

2.5.2 Contraintes d'égalité

Tout en minimisant la fonction de coût, il est nécessaire de s'assurer que la puissance générée satisfait toujours les demandes de charge (P_d) plus des pertes dans les lignes de transmission [14].

Habituellement les équations de l'écoulement de puissance sont employées comme contraintes d'égalité :

- Les équations de l'écoulement de puissance du réseau électrique.

$$g(V, \Phi) = 0 \quad (\text{II.6})$$

$$\text{Où : } g(V, \Phi) = \begin{cases} P_i(V, \Phi) - P_i^{rés} \\ Q_i(V, \Phi) - Q_i^{rés} \\ P_m(V, \Phi) - P_m^{rés} \end{cases} \quad (\text{II.7})$$

où :

P_i et Q_i : sont les puissances actives et réactive calculé pour les JB (PQ).

$P_i^{rés}$ et $Q_i^{rés}$: sont les puissances actives et réactive indiqué pour les JB (PQ).

P_m et P_m^i : sont les puissances actives calculé et indiqué pour les JB (PV).

V et Φ : L'argument de la tension et l'angle pour les différents JB.

2.5.3 Contraintes d'inégalité

Les contraintes d'inégalité de l'OPF reflètent les limites sur le dispositif physique dans systèmes d'alimentation aussi bien que les limites créées pour assurer la sécurité de système. Le plus habituel les types de contraintes d'inégalité sont des limites supérieures de tension des jeux de barres de générations et les jeux de barres de charge, aussi les limites minimal de tension des jeux de barres à quelques générateurs, les limites de chargement maximum de ligne et les limites de appareils et les outilles de réglage. Les contraintes d'inégalité de système sont données comme suit :

- Les contraintes d'inégalité de la puissance réactive générer Q_{Gi} à chaque jeux de barre PV

$$Q_{Gi\min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi\max} \quad (\text{II.8})$$

Où : $Q_{Gi\min}$ et $Q_{Gi\max}$

Sont respectivement le minimum et la maximum valeur de la puissance active et réactive au JB (PV_i).

- Les contraintes d'inégalité de l'amplitude V pour chaque JB (PQ).

$$V_{i\min} \leq V_i \leq V_{i\max} \quad (\text{II.9})$$

Où : $V_{i\min}$ et $V_{i\max}$

Sont respectivement minimum et maximum de l'amplitude de tension aux jeux de barre i.

- Les contraintes d'inégalité de l'angle de phase Φ_i de la tension aux tous les JB i.

$$\Phi_{i\min} \leq \Phi_i \leq \Phi_{i\max} \quad (\text{II.10})$$

Où : $\Phi_{i\min}$ et $\Phi_{i\max}$

Sont respectivement le minimum et le maximum de l'angle phase au JB i.

- Les limites de S(MVA) transité

$$MVA_{ij} \leq MVA_{ij}^{\max} \quad (\text{II.11})$$

Où : MVA_{ijmax}

Est le maximum de la puissance « S » transitée entre les deux jeux de barre i, j

2.6 Formulation d'OPF pour la minimisation de l'émission

Pour ce problème de dispatching environnemental, la formulation du problème correspond à la minimisation de la fonction émissions de gaz.

Les formulations de problème d'émissions est données ci-dessous:

$$E(P_G) = \sum_{i=1}^N 10^{-2} (\alpha_i + \beta_i P_{G_i} + \gamma_i P_{G_i}^2) + \zeta_i \exp(\lambda_i P_{G_i}) \dots \dots \dots (3)$$

La formulation de problème pour des fonctions objectives données est donnée comme :

Minimisation de: $\text{Min } F(P_{G_i}) = \sum_{i=1}^{N_g} 10^{-2} (\alpha_i + \beta_i P_{G_i} + \gamma_i P_{G_i}^2) + \zeta_i \exp(\lambda_i P_{G_i})$

Sous : $h(P_{G_i}) = 0$

$$g(P_{G_i}) \leq 0$$

Là où n_g : est le nombre des générateurs inclure les jeux de barres de contrôle.

P_{G_i} : est la puissance active générée au JB i .

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \lambda_i$: Les coefficients des puissances générées pour i générateur.

2.6.1 Les contraintes

Ces contraintes ont été déjà expliquées dans la section 2.5

$$\begin{aligned} g(V, \Phi) &= 0 \\ Q_{Gimin} &\leq Q_{G_i} \leq Q_{Gimax} \\ V_{imin} &\leq V_i \leq V_{imax} \\ \Phi_{imin} &\leq \Phi_i \leq \Phi_{imax} \\ MVA_{ij} &\leq MVA_{ijmax} \end{aligned}$$

2.7 Les méthodes de l'optimisation de l'écoulement de puissance

2.7.1 Méthodes déterministes

La méthode consiste à résoudre un système de n équations à n inconnues linéaires ou non linéaires: La méthode est efficace lorsque l'évaluation de la fonction est très rapide, ou lorsque sa forme est connue à priori.

Le problème peut donc être résolu en faisant appel aux méthodes classiques telles que la méthode du gradient, la méthode de Newton et la méthode de point intérieur (IPM).

Ces méthodes sont généralement efficaces lorsque l'évaluation de la fonction est très rapide ou lorsque sa forme est connue a priori. Mais, lorsque la dimension du problème ou l'espace de recherche est grand, ces méthodes peuvent :

- Avoir des temps de calcul déraisonnables.
- Boucler et revenir sans cesse au même point.

Une variété des méthodes d'optimisation mathématiques a été proposée pour résoudre le problème d'OPF, citant parmi ces méthodes [15].

2.7.1.1 Méthode du gradient réduit (Reduced Gradient Méthode)

Cette méthode a été appliquée à l'OPF pour la 1ère fois par Dommel et Tinney (1968) par une augmentation de la fonction de Lagrangien. La valeur négative du gradient réduit

$\partial L / \partial u$ décrit la direction de la descente du gradient. Cette direction part d'un point d'une valeur initiale à une autre avec la plus petite valeur de f . [15].

2.7.1.2 Méthode généralisée du gradient réduit (Generalized Reduced Gradient) :

Cette méthode proposée pour la première fois par Abadie et Carpentier (1969), est une extension de la méthode de gradient réduit (Wolf 1967) dans les cas des contraintes non- linéaires. Peschon en 1971 et Carpentier en 1973 applique cette méthode à l'OPF.[15].

2.7.1.3 Méthode du gradient conjugué

En 1982, Burchett utilise la méthode du Gradient conjugué qui fait l'objet de l'amélioration de la méthode du gradient réduit. Au lieu de l'utilisation du gradient négatif $-\nabla f$ comme une direction de la descente du gradient, les directions de la descente aux points adjacents sont linéairement combinées d'une manière récursive [15].

$$\Gamma_k = -\nabla f + \beta_k \Gamma_{k-1} \quad \beta_0 = 0$$

2.7.1.4 Méthode de Newton

La méthode de Newton pour l'OPF a été formulée par Sun et al(1984), ultérieurement par Maria et al. (1987). Un lagrangien augmenté a été formulé initialement. L'ensemble des dérivées premières de Lagrangien augmenté par rapport aux variables de contrôle donne l'ensemble des équations non-linéaires, qui doivent être résolu par la méthode de Newton. [16].

2.7.1.5 méthodes de la programmation linéaire

Cette méthode utilise la linéarisation par partie de la courbe de la fonction objective (fonction coût). La méthode de simplex est utilisée dans quelques applications (Bentall 1968, Shen et Laughton 1970, Stoff et Hobson 1978, Wells 1968). Les contraintes de l'écoulement de puissance dans le réseau sont linéarisées en négligeant les pertes et les puissances réactives pour obtenir des équations d'écoulement de puissance avec un modèle DC. Merlin (1972) utilise la technique de linéarisation successive et renouait la méthode du simplex double. [15]

2.7.1.6 méthodes de la programmation quadratique

Dans ces méthodes, au lieu de résoudre le problème d'origine, une séquence des problèmes quadratiques sont résolus par la convergence vers la solution optimale du problème d'origine. Burchett et al utilise une exécution serrée des différents points des solutions possibles. Minimiser la fonction $f(x)$ sous contraintes : $g(x)=0$.

Le problème revient à minimiser : $g^T p + \frac{1}{2} p^T H p$ sous constraints $Jp=0$ ou $p=x-x_k$ g

Est le gradient de f .

J : Le Jacobine

H : Matrice Hessien. [15].

2.7.1.7 Méthode de point intérieur (Interior Point Method (IPM))

Les méthodes de point intérieur forment une classe d'algorithmes qui permettent de résoudre des problèmes d'optimisation convexe (linéaire ou non). Les méthodes de points intérieurs se répartissent en plusieurs familles:

- La méthode « affine scaling » (optimisation sur des ellipsoïdes) (linéaire ou non).
- La méthode de réduction du potentiel (notion de barrière, chemin central, relaxation) (La méthode du chemin central est le représentant le plus important de cette famille).

En effet, tous les problèmes d'analyse limite rencontrés durant ce travail apparaissent ou sont convertis sous la forme d'un problème d'optimisation de type suivant :

$$\text{Min } c^T x; \text{ s.c.q. } Ax = b; g(x) + s = 0,$$

$$\text{Ou } c, x \in \mathbb{R}^n, b \in \mathbb{R}^m, A \in \mathbb{R}^{m \times n}$$

Est une matrice supposée de plein rang-lignes, $g = (g_1, \dots, g_p)$ est une fonction Vectorielle dont les composantes sont p fonctions convexes g_i , et $s \in \mathbb{R}^p$ est le vecteur dont les composantes sont les variables d'écart associées à chacune des contraintes convexes. Rappelons que si, dans certains problèmes, la matrice A n'est pas plein rang-ligne dès le départ, il est possible de la rendre telle via une analyse mécanique appropriée.

L'idée de départ d'une méthode typique de point intérieur est de ne pas résoudre

Directement le problème d'optimisation précédent, mais de résoudre une série de problèmes approchés, et de plus en plus proche.

Précisément, chacun de ces problèmes approchés est de la forme suivante :

$$\text{Min } c^T x - \mu \cdot \sum_{i=1}^p \ln(st) ; \text{ S.c.q. } Ax = b; g(x) + s = 0,$$

2.7.1.8 La méthode De Nelder Mead Ou La Méthode Du Simplexe

L'intérêt principal de la méthode du simplexe par rapport aux précédentes est qu'elle ne nécessite pas de calcul de gradient. Elle est uniquement basée sur l'évaluation de la fonction. Cela la rend utilisable pour des fonctions bruitées.

Cette méthode locale effectue une recherche multidirectionnelle dans l'espace d'état [17]. Soit une fonction f à minimiser, on appelle simplexe de \mathbf{R}^n tout ensemble (x_0, x_1, \dots, x_n) de points de \mathbf{R}^n tel que : $f(x_0) \geq f(x_i) \forall i \in [1..n]$. x_0 est donc le meilleur élément.

Après la construction d'un simplexe initial, l'algorithme va modifier celui-ci en appliquant des calculs de réflexions, expansions et contractions jusqu'à la validation d'un critère d'arrêt.

2.7.2 Méthodes méta heuristiques (méthode Evolutionnaire)

2.7.2.1 Méthodes des algorithmes génétiques (AG)

Le premier pas dans l'implantation des algorithmes génétiques est de créer une population d'individus initiaux. En effet, les algorithmes génétiques agissent sur une population d'individus, et non pas sur un individu isolé. Par analogie avec la biologie, chaque individu de la population est codé par un chromosome ou génotype. Une population est donc un ensemble de chromosomes. Chaque chromosome code un point de l'espace de recherche. L'efficacité de l'algorithme génétique va donc dépendre du choix du codage d'un chromosome

Dans l'algorithme génétique de John Holland, un chromosome était représenté sous forme de chaînes de bits contenant toute l'information nécessaire à la description d'un point dans l'espace ce qui permettait des opérateurs de sélection, croisement et de mutation simple.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a illustré le concept de l'optimisation de l'écoulement de puissance et plus particulièrement le dispatching économique dont la fonction objective est une fonction quadratique de la puissance générée.

Plusieurs méthodes d'optimisation d'écoulement de puissance ont été développées avec la prise en considération de leur évolution historique.

La fonction de pénalité reflète le coût supplémentaire qui doit être ajouté au coût total, si l'une des contraintes d'inégalité (intégrée sous forme d'une fonction de pénalité) viole ses limites.

On a décrit les méthodes d'optimisation déterministes, qui est la méthode de Newton pour mettre en évidence l'application mathématique sur le plan physique de notre réseau électrique. L'une des méthodes mathématiques d'optimisation qui s'appelle la méthode d'algorithme génétique est appliquée pour l'optimisation de l'écoulement de puissance du réseau électrique, représente l'outil d'analyse et d'application dans le chapitre prochain.

Chapitre III

LES

Algorithmes

génétiques

Introduction

Les algorithmes génétiques (AG) sont des techniques de recherche et d'optimisation stochastique dérivées de la génétique et des mécanismes de la sélection naturelle et de l'évolution. Leurs champs d'application sont très vastes : éco, optimisation de fonctions (cout ou les pertes), planification, et bien d'autres domaines. La raison de ce grand nombre d'application est claire, la simplicité et l'efficacité.

3.1 Historique

Les algorithmes génétiques, initiés dans les années 1970 par John Holland, sont des algorithmes d'optimisation s'appuyant sur des techniques dérivées de la génétique et des mécanismes d'évolution de la nature : croisement, mutation, sélection. [18].

Les premiers travaux sur les algorithmes génétiques ont été initialement développés par John Holland (1975) [19]. Qui a développé les principes fondamentaux des algorithmes génétiques dans le cadre de l'optimisation mathématique.

A cette époque, l'informatique n'avait pas encore connu de développement et ses travaux n'ont pas pu être appliqués sur des problèmes réels de grande taille. La parution en 1989 de l'ouvrage de référence écrit par D.E Goldberg [20]. qui décrit l'utilisation de ces Algorithmes dans le cadre de résolution de problèmes concrets, a permis de mieux faire connaître ces derniers dans la communauté scientifique et a marqué le début d'un nouvel intérêt pour cette technique d'optimisation, notamment après la parution de puissants calculateurs dans les années 90.

3.2 Définition

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes d'optimisation s'appuyant sur des techniques dérivées de la génétique et des mécanismes d'évolution de la nature : sélections, croisements, mutations, etc. Ils appartiennent à la classe des algorithmes évolutionnaires [10]. On peut dire que l'algorithme génétique est une méthode de programmation qui repose sur le principe de l'évolution pour effectuer la recherche d'une solution adéquate à un problème.

3.3 Principe

Les algorithmes génétiques (AG) sont des méthodes utilisées dans les problèmes d'optimisation.

Les AG 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 (the survival of the fittest). [21]. [22].

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).

Les gènes s'enchaînent ensemble "bout à bout" pour construire un chromosome, chaque chromosome représentant une solution potentielle sous une forme codée. Ces chromosomes constituent les briques de base contenant les caractéristiques héréditaires des individus.

Un chromosome (ou plusieurs) forme un individu qui représente à son tour une solution potentielle dans l'espace de recherche correspondant du problème. Etant donné que les algorithmes génétiques travaillent sur un ensemble de points de l'espace de recherche, nous appelons l'ensemble des points choisis (à savoir les individus) une population. Au fur et à mesure des générations (itérations), une population des individus mieux adaptés va être créée.

3.4 Présentation

Les techniques de recherche et d'optimisation sont en général classées en trois catégories [23]. Énumératives, déterministes et stochastiques. Les AG font partie de la troisième catégorie et quatre caractéristiques les distinguent des autres techniques d'optimisation [24]. :

- ✓ Ils utilisent un codage des paramètres et non les paramètres eux-mêmes.
- ✓ Ils travaillent sur une population d'individus (ou de solutions).
- ✓ Ils n'utilisent que les valeurs de la fonction à optimiser, pas sa dérivée, ou une autre connaissance auxiliaire.
- ✓ Ils utilisent des règles de transition probabilistes et non déterministes.

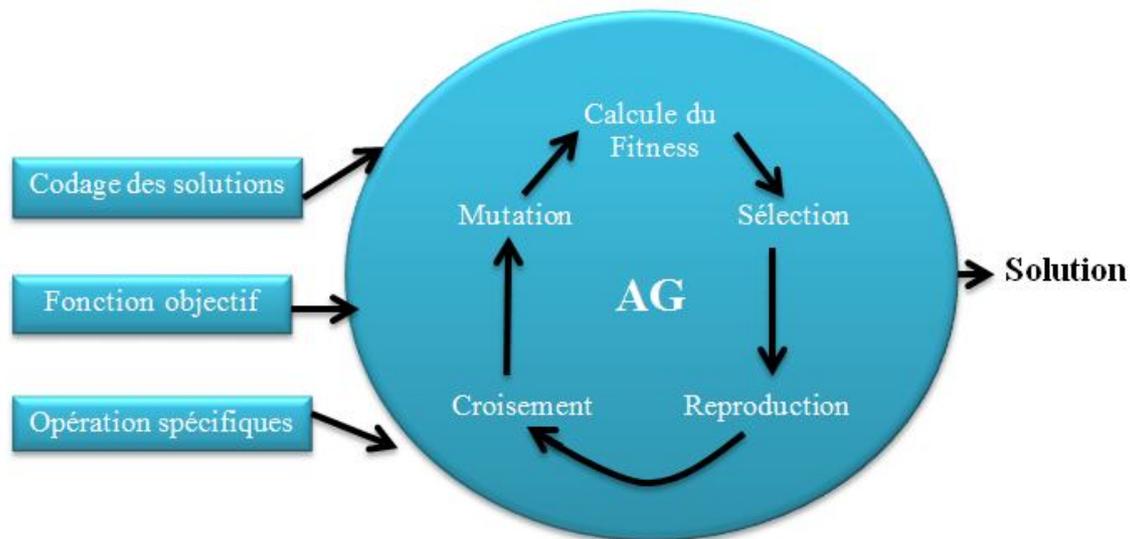


Fig. III.1 vue d'ensemble d'un algorithme génétique

3.5 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 :
 1. 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;
 2. probabilité de croisement et de mutation. Les valeurs de ces probabilités peuvent varier d'une application à l'autre. Par exemple, dans l'étude des AG pour l'optimisation de cinq fonctions mathématiques, De Jong (1975) a suggéré de choisir une probabilité de croisement élevée, une probabilité de mutation faible (inversement proportionnelle à la taille de la population), et une population de taille modérée [24].

La probabilité de mutation est en général très faible, inférieure à 0,1, une probabilité trop grande, peut modifier les meilleurs individus;

3. critère d'arrêt : c'est-à-dire le nombre maximal de générations à effectuer.

3.6 Principe de base d'un AG standard

Un AG standard nécessite en premier le codage de l'ensemble des paramètres du problème d'optimisation en une chaîne de longueur finie. Le principe d'un AG est simple, il s'agit de simuler l'évolution d'une population d'individus jusqu'à un critère d'arrêt. On commence par générer une population initiale d'individus (solutions) de façon aléatoire. Puis, à chaque génération, des individus sont sélectionnés, cette sélection est effectuée à partir d'une fonction objectif appelée fonction d'adaptation. Puis, les opérateurs de croisement et de mutation sont appliqués et une nouvelle population est créée. Ce processus est itéré jusqu'à un critère d'arrêt. Le critère le plus couramment utilisé est le nombre maximal de générations que l'on désire effectuer. La figure. III.2 présente le principe de l'AG standard.

L'AG débute par la génération d'une population initiale et l'évaluation de la fonction d'adaptation de tous les individus qui composent cette première population. Puis, des individus sont sélectionnés aléatoirement pour la reproduction selon le principe de la survie du plus adapté.

Ensuite, des individus « enfants » (ou les descendants) sont générés en appliquant les deux opérateurs génétiques suivants : le croisement et la mutation. Ces enfants sont placés dans une nouvelle population $P(t)$ et vont se substituer, en tout ou en partie, à la population de la génération précédente. De nouvelles populations d'individus vont ensuite se succéder, d'une génération (t) à la génération $(t + 1)$, chaque génération représentant une itération jusqu'à l'atteinte du critère d'arrêt. L'AG présenté ci-dessus est dit générationnel car tous les individus enfants générés sont placés dans une population et vont remplacer entièrement la population des individus parents.

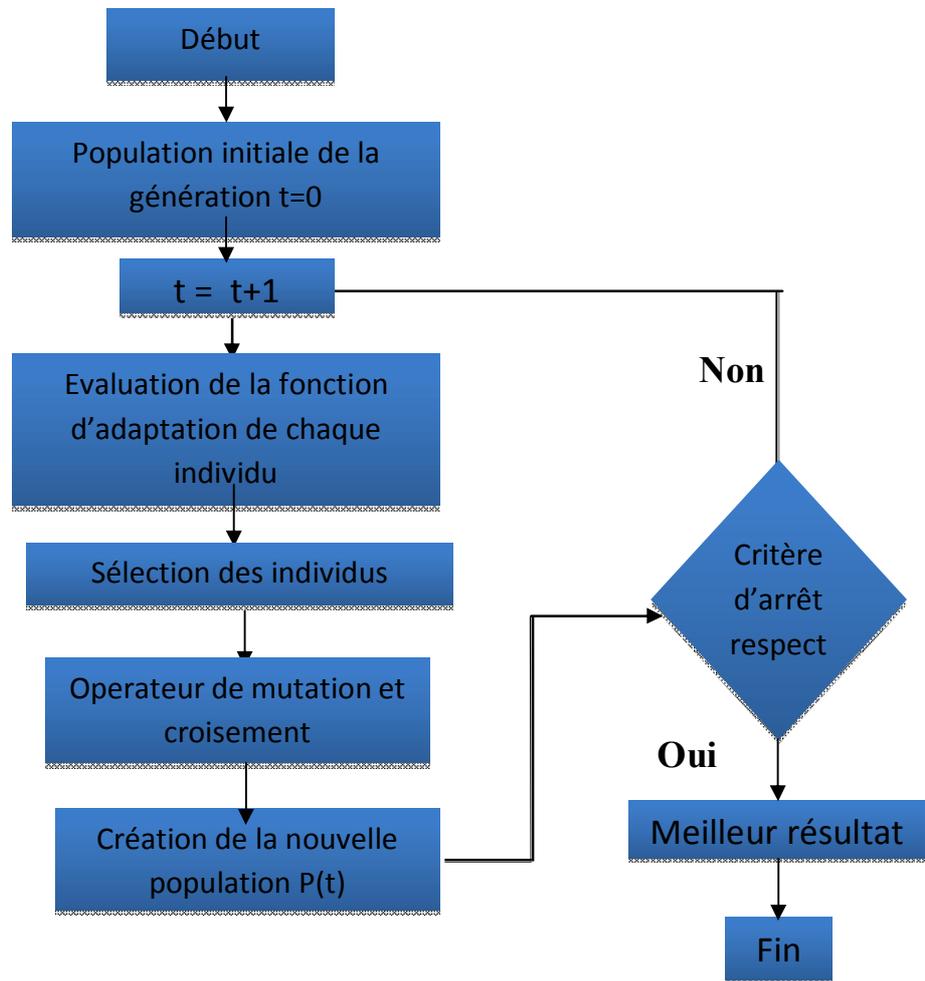


Fig.III.2 l'organigramme des AG standard.

3.7 Les opérations d'un AG

3.7.1 Sélection

La sélection a pour objectif d'identifier les individus qui doivent se reproduire. Cet opérateur ne crée pas de nouveaux individus mais identifie les individus sur la base de leur fonction d'adaptation, les individus les mieux adaptés sont sélectionnés alors que les moins bien adaptés sont écartés [25]. La sélection doit favoriser les meilleurs éléments selon le critère à optimiser (minimiser ou maximiser). Ceci permet de donner aux individus dont la valeur est plus grande une probabilité plus élevée de contribuer à la génération suivante (figure III.3).

Il existe plusieurs méthodes de sélection, les plus connues étant la « roue de la fortune » et la « sélection par tournoi » :

La « roue de la fortune » est la plus ancienne, où chaque individu, de la population de taille maximale J_{max} , occupe une section de la roue proportionnellement à sa fonction d'adaptation $Fitness(j)$, la probabilité de sélection d'un individu (j) s'écrit :

$$Prob(j) = \frac{Fitness(j)}{\sum_{j=1}^{J_{max}} Fitness(j)} \dots\dots\dots (III.1)$$

À chaque fois qu'un individu doit être sélectionné, un tirage à la loterie s'effectue et propose un candidat, les individus possédant une plus grande fonction d'adaptation ayant plus de chance d'être sélectionnés. à chaque fois qu'il faut sélectionner un individu, la « sélection par tournoi » consiste à tirer aléatoirement (k) individus de la population, sans tenir compte de la valeur de leur fonction d'adaptation, et de choisir le meilleur individu parmi les k individus. Le nombre d'individus sélectionnés a une influence sur la pression de sélection, lorsque $k = 2$, la sélection est dite par «tournoi binaire».

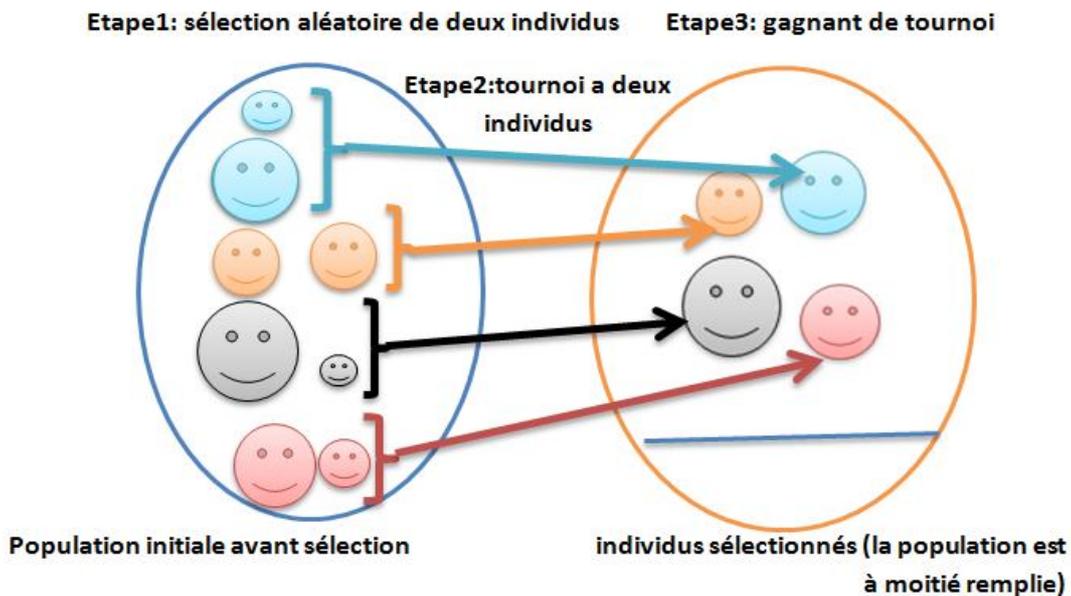


Fig. III.3 : représentation d'une sélection par tournoi d'individus pour un critère de maximisation (chaque individus représente une solution possible)

3.7.2 Croisement

Le croisement permet de créer de nouvelles chaînes en échangeant de l'information entre deux chaînes (figure .III.4). Le croisement s'effectue en deux étapes. D'abord les

nouveaux éléments produits par la reproduction sont appariés, ensuite chaque paire de chaînes subit un croisement comme suit : un entier k représentant une position sur la chaîne est choisi aléatoirement entre 1 et la longueur de chaîne (l) moins un ($l-1$). Deux nouvelles chaînes sont créées en échangeant tous les caractères compris entre les positions $k+1$ et l inclusivement. L'exemple suivant (figure III.4) montre deux chaînes (A1 et A2) de longueur $l = 5$ appartenant à la population initiale. Les deux nouvelles chaînes (A3 et A4) appartenant à la nouvelle population sont obtenues par croisement à la position $k = 5$:

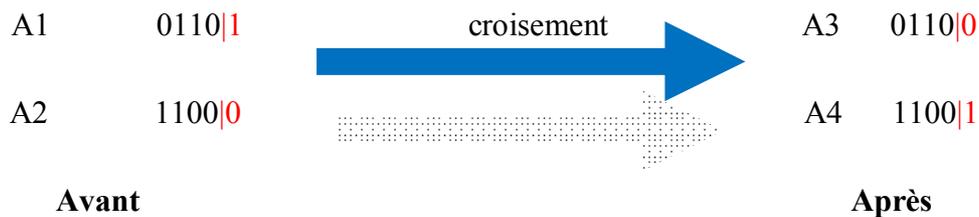


Fig. III.4 Représentation d'un croisement en un point de deux chaînes.

3.7.3 Mutation

La mutation est exécutée seulement sur une seule chaîne. Elle représente la modification aléatoire et occasionnelle de faible probabilité de la valeur d'un caractère de la chaîne, pour un codage binaire cela revient à changer un 1 en 0 et vice versa (figure III.5). Cet opérateur introduit de la diversité dans le processus de recherche des solutions et peut aider l'AG à ne pas stagner dans un optimum local.

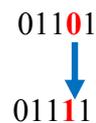


Fig.III.5: Représentation d'une mutation de bits dans une chaîne

3.7.4 Codage

Le codage utilisé par un AG est représenté sous forme d'une chaîne de bits qui contient toute l'information nécessaire pour représenter un point de l'espace de recherche. Le codage binaire est le code le plus utilisé [26], l'inconvénient majeur du code binaire étant que deux points proches dans l'espace des variables (voir la colonne 1 du Tableau III.1) ne sont pas nécessairement codés par deux chaînes de bits voisines (colonne 2 du Tableau III.1). On

remédie en général à ce problème en utilisant le codage de Gray qui conserve une distance de Hamming de « 1 » entre deux chaînes (colonne 3 du Tableau III.1). La distance de Hamming entre deux chaînes de bits est le nombre de bits qui diffère de l'une à l'autre. Pour les deux chaînes suivantes: 111 et 100, la distance est de 2.

Le Tableau III.1 montre un exemple du code binaire et le code Gray pour des variables entières allant de 0 et 7. On voit que la distance de Hamming est de 1 pour chaque entier dans le code Gray, alors que pour les nombres binaires, pour passer de 3 à 4, la distance de Hamming est de 3.

Variables entières	Code binaire	Code Gray
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100

Tab. III.1 Code de Gray et code binaire pour une chaîne à trois bits

3.8 Processus d'évolution des générations : générationnel, stationnaire et élitiste

Traditionnellement, les AG sont générationnels. Les individus de chaque génération sont testés et une nouvelle population en entier est générée, le nombre de descendants produits est donc égal au nombre d'individus parents.

Les deux populations ne se chevauchent pas [27]. La nouvelle population d'individus enfants est formée à chaque génération. Cependant, certains individus enfants peuvent être une copie conforme des parents qui n'ont pas été perturbés ni par un croisement ni par une mutation.

La stratégie de remplacement stationnaire (steady-state) diffère de l'AG générationnel. Dans cette approche, il y a seulement un ou deux individus qui sont générés à la fois [28]. Il peut y avoir différentes façons de sélectionner « l'individu victime » à supprimer de la population. Par exemple, on peut sélectionner un individu aléatoirement ou sélectionner celui qui a la plus petite fonction d'adaptation. Dans ce type d'AG, les nouveaux individus générés sont ajoutés à la population et peuvent immédiatement être sélectionnés comme parents de nouveaux individus [27].

Approche élitiste (élitiste model)

Les opérateurs de croisement et de mutation peuvent affecter le meilleur individu d'une génération. Le modèle élitiste a pour avantage d'écartier la possibilité de perdre cet individu. Ce modèle copie le meilleur individu de chaque génération dans la population de la génération suivante. Ce modèle peut accélérer la vitesse de domination exercée par ce super individu sur la population [28].

3.9 Opérateurs de croisement

Il existe d'autres opérateurs de croisement :

1 Croisement en un seul point : Dans ce type de croisement, un point de croisement est choisi aléatoirement pour le couple la position de ce point M est définie par:

$$M \in \{1, 2, 3, \dots, LS - 1\}$$

LS : La longueur de chromosome (nombre de bits dans le chromosome).

Le croisement en un seul point a l'avantage d'être simple et facile à appliquer. De plus, ce type de croisement donne de bons résultats dans des applications où certaines informations importantes sur le problème sont déjà connues. Enfin, pour des problèmes d'optimisation en temps réel ou des problèmes ayant un grand nombre de variables, cette méthode peut donner une convergence rapide vers une solution optimale.

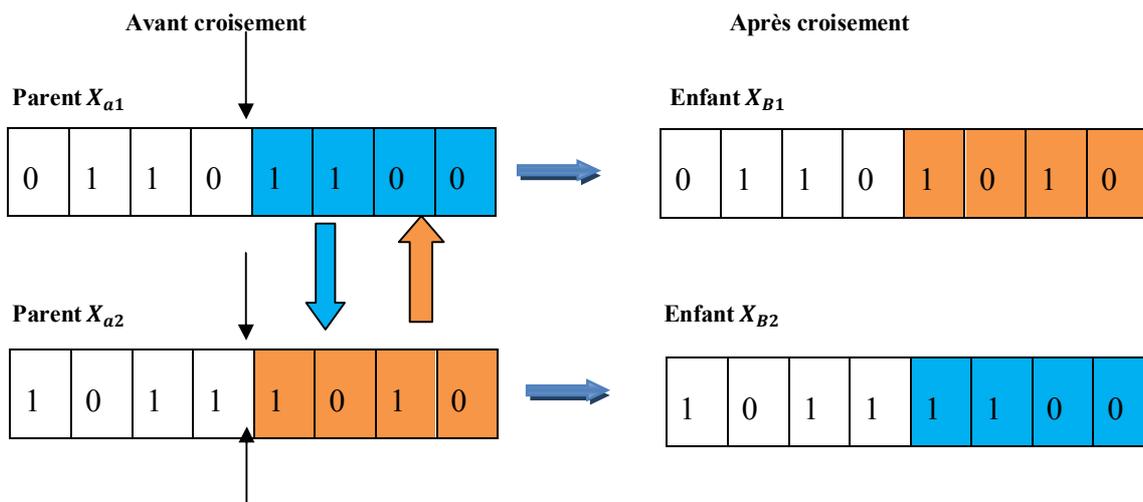


Fig. III.6 Croisement en seul point

2. Croisement en deux points : on choisit au hasard deux points de croisement et on échange les parties de chaîne situées entre ces deux points fig. (III.6).



Fig. III.7 Représentation d'un croisement en deux points.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté tout d'abord une vue générale sur les algorithmes génétiques, leurs paramètres et les principales opérations et principe de base de AG standard ainsi quelques concepts concernant l'application des algorithmes génétiques sur l'optimisation mono objectif.

Dans le chapitre prochain une application de l'algorithme génétique (AG) sur l'optimisation de l'écoulement de puissance (OPF) avec réseau mondiale.

Chapitre IV

Résultats

Et interprétations

(Optimisation mono-objectif)

Introduction

Ce chapitre est réservé à l'application de l'optimisation mono objective sur les fonctions cout de génération et émission des gaz toxiques, l'algorithme de programmation est appliqué sur 4 modèles de réseaux électriques en se basant sur le calcul de l'écoulement de puissance afin de réaliser au premier lieu une optimisation mono-objectif. On a développé un programme Sous l'environnement MATLAB pour l'optimisation de la fonction cout et la fonction émission de gaz toxiques sur les réseaux de test standards qui sont définies comme suit : IEEE-14, IEEE-30, IEEE-57 et IEEE-118 dégagant des interprétations et conclusions.

4.1 Le choix de ce modèle

Le choix de ce modèle a été effectué selon les 3 principales raisons :

1-Ce travail a les résiduels comme référence pour les prochains étudiants et appliqué sur les grandes recherche mondiales.

2-Un modèle convenable qui nous offre une base des données correctes. Encore grâce à ça nombre moyen des JB qui rend ce travail applicable sur des tailles soit supérieure ou inférieure.

3-Un modèle standard applicable pour des différentes études, ce que nous permet de comparer notre résultat de travail avec des autres articles.

4.2 Le 1^{er} modèle d'étude

Pour l'application de notre travail, on a choisi la 1^{er} modèle du réseau électrique IEEE-14 jeux de barre, avec 5 centrales électriques de production et 20 lignes. Une base des données de notre réseau est illustrée sur l'Annexe.

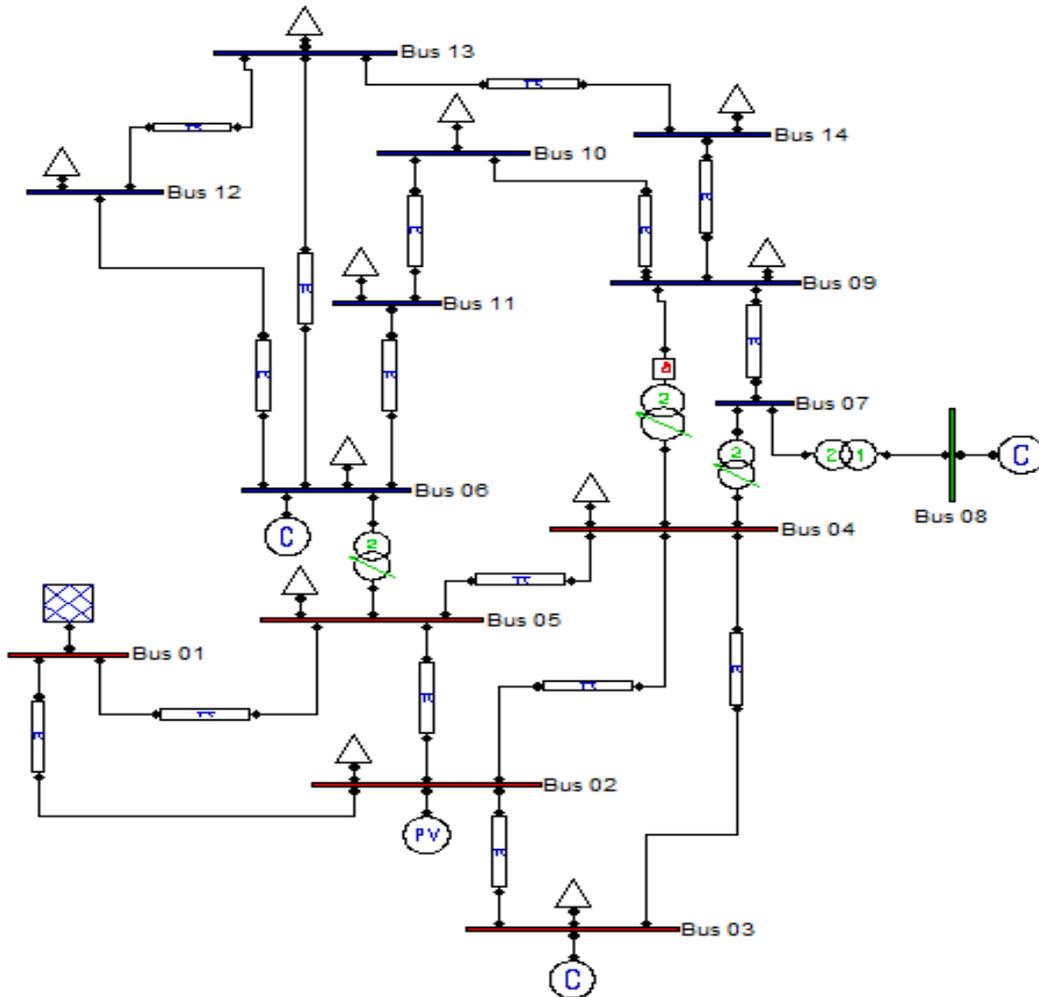


Fig. IV.1 Schéma du réseau de 14 jeux de barres

Notre travail va être effectué en deux étapes principales, la première correspond à une optimisation mono-objective de la fonction cout de génération, la deuxième correspond à une optimisation mono-objectif sur la fonction émission des gaz toxiques.

Les deux fonctions cout et émission peuvent s'écrire sous la forme :

$$FC(P_g) = \min \sum_{i=1}^{n_g} a_i p_{g_i}^2 + b_i p_{g_i} + c_i \dots \dots \dots (IV.1)$$

$$FE(P_G) = \sum_{i=1}^N 10^{-2} (\alpha_i + \beta_i P_{G_i} + \gamma_i P_{G_i}^2) + \zeta_i \exp (\lambda_i P_{G_i}) \dots \dots \dots (IV.2)$$

Tel que :

Où ; à, b, c sont les coefficients de la fonction cout. Les valeurs de ces coefficients se trouvent à l'Annexe.

$\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ Sont les coefficients d'une fonction émission. Les valeurs de ces coefficients se trouvent aussi à l'Annexe.

4.3 Valeurs des Paramètres d'un algorithme génétique

Pour les algorithmes génétiques, il faut faire un choix des valeurs des paramètres introduits dans le code de calcul, ce choix est basé sur l'expérience de l'application des AG dans le domaine de l'optimisation de l'écoulement de puissance. On a pris le choix suivant dans notre travail :

- ✓ Le nombre des générations=150.
- ✓ population size(le nombre d'individus dans la population) =200.
- ✓ probabilité de mutation $P_m=0.061$.
- ✓ Crossover Fraction'(ou la probabilité de croisement) $P_c=0.7$.

4.4 Optimisation mono-objectif

Donc en appliquant une optimisation mono-objective sur les deux fonctions, la fonction coût de génération (FC), émission des gaz toxiques (FE), tout en respectant les limites des puissances générées actives et réactives, ainsi que l'amplitude de la tension pour chaque jeu de barre du réseau électrique qui est déterminée par le programme de l'écoulement de puissance afin de comparer les résultats et tirer des conclusions.

4.4.1 Minimisation de la fonction cout de génération

En commençant tout d'abord avec la fonction de cout de génération .Après avoir exécuté notre programme d'optimisation mono-objectif avec les paramètres indiqués précédemment, on a eu les résultats suivants :

La valeur de la fonction cout Optimisée (\$/h).	La valeur de la fonction émission non-Optimisée. (Kg/h).
711.8460	412.9318

Tab. IV.1 la valeur de la fonction cout optimisé et la fonction émission non optimisé.

Pour la puissance générée qui sont des variables de contrôle correspondent à l'optimisation de la Fonction cout, on aura les résultats suivants :

N° de Jeux de Barre	Les valeurs de la puissance générée
1	175.8863
2	48.3762
3	19.5004
6	10.1338
8	10.3376

Tab. IV.2 les puissances générées pour la minimisation de la fonction coût.

L'évolution de l'optimisation de la fonction coût par les AG est donnée sur la figure suivante :

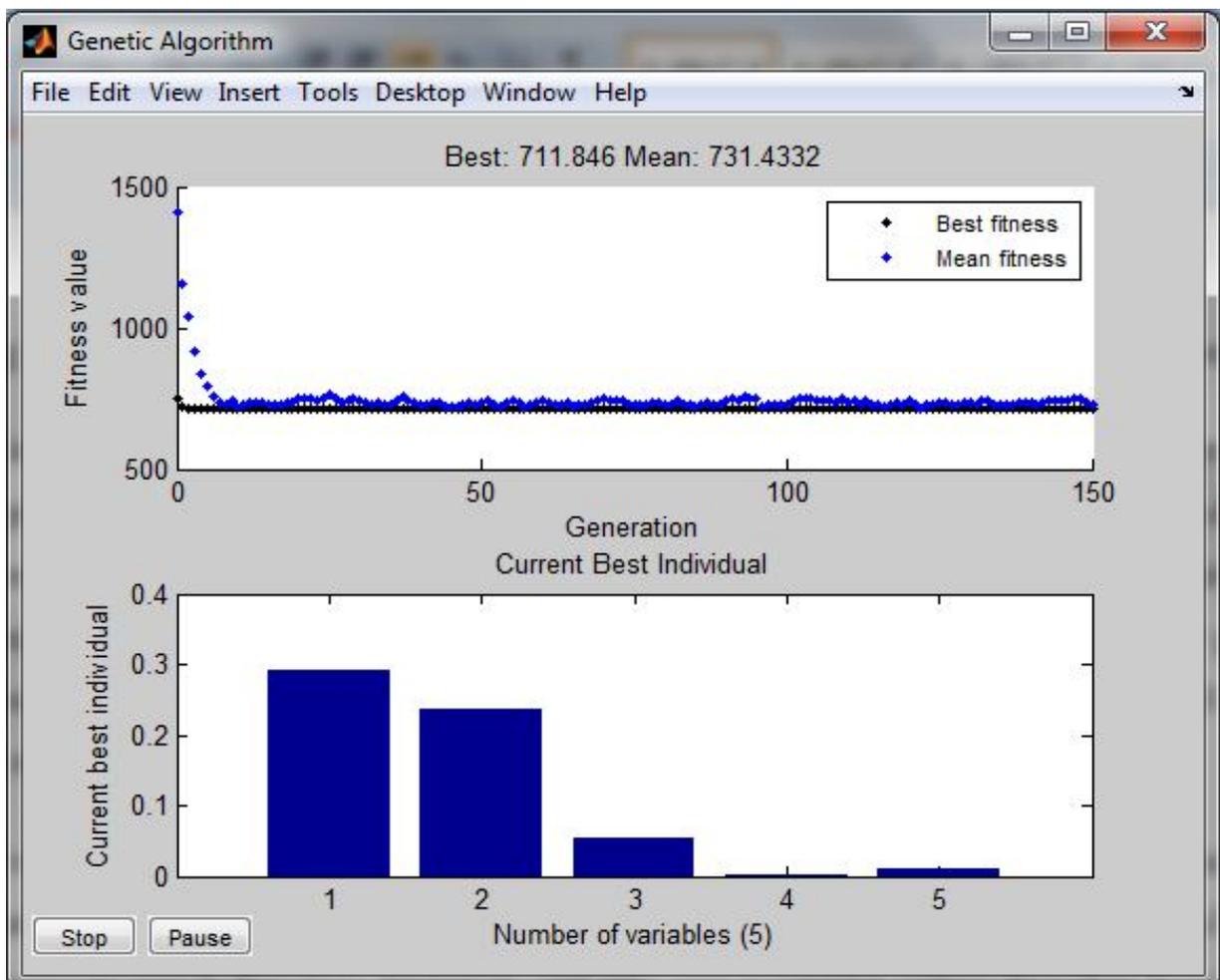


Fig. IV.2 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction coût de production).

La figure (IV.2) en haut donne la meilleure valeur et la valeur moyenne de la fitness pour chaque génération, le point bleu indique la valeur moyenne de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, par contre le point noir indique la meilleure valeur obtenu de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, finalement on va avoir un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le (mean) ou pour (the best), et pour ce cas, on a eu 150 point pour les meilleurs et 150 points pour les moyens.

La valeur finale obtenue égale à **711.8460** (dollar/h) exprime un très bon résultat de minimisation de cout de production, on peut remarquer que la fonction émission a pris une grande valeur avec des variables de contrôle dans les limites techniques et environnementales acceptable. Les résultats de ces deux fonctions sont représentés sur le tableau (IV.1).

Et La figure (IV.2) en bas présente le nombre des variables de la fonction a optimisé, ainsi que le nombre des meilleurs individus qui correspond à chaque variable. Nous a donné aussi l'image de chaque valeur de puissance qui doit être généré par les centrales.

Pour la puissance générées par chaque centrale correspond à l'optimisation de la fonction cout on aura les résultats suivants d'un système d'écoulement de puissance :

La fonction Cout Optimisé (Dollar/Heur)

$$\frac{(\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot})}{\text{-----}} 711.8460 \text{-----} \frac{(\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot})}{\text{-----}}$$

La fonction Emission non Optimisé (Kg/Heure)

$$\frac{(\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot})}{\text{-----}} 412.9318 \text{-----} \frac{(\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot})}{\text{-----}}$$

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 5.2342 *****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -2.6854*****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 259.0000 *****

*****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc) (MW) = 259.0000 *****

$$(\bar{\cdot}) (\bar{\cdot}) Pdtc = \square Pgg - ATL = 264.234 - 5.234 = 259.0000 (\bar{\cdot}) (\bar{\cdot})$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 73.5000*****

*****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc) (MVAR) = 73.5000*****

$$Q_{dtc} = Q_{gg} - RTL = 70.815 - (-2.6854) = 73.5000$$

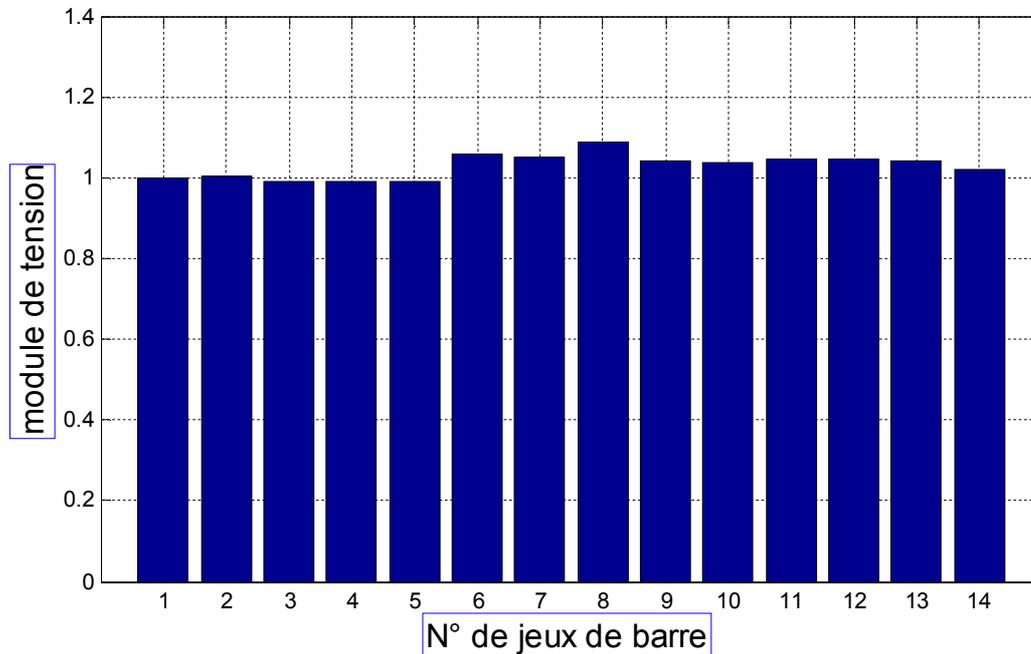


Fig. IV.3 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-optimisation mono-objective (la fonction cout de production).

Interprétation

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction cout sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne sont pas violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances générées ne sont pas réparties d'une façon équitables où les 66.56% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 18.30% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 7.37% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 3.83% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 3.91% de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice .

#####

L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson

(Newton Raphson Load flow Analysis)

| No |	| Bus |	| V |	| Angle |	| Injection |	| Generation |	| Load |	|	|
|	| pu |	| Degree |	| MW |	| MVar |	| MW |	| Mvar |	| MW |	| MVar |
1	1.0000	0.0000	175.886	-52.872	175.886	-52.872	0.000	0.000
2	1.0050	-0.0765	26.676	31.090	48.376	43.790	21.700	12.700
3	0.9900	-0.1958	-74.700	12.526	19.500	31.526	94.200	19.000
4	0.9926	-0.1620	-47.800	3.900	0.000	0.000	47.800	-3.900
5	0.9911	-0.1381	-7.600	-1.600	-0.000	-0.000	7.600	1.600
6	1.0600	-0.2140	-1.066	15.028	10.134	22.528	11.200	7.500
7	1.0484	-0.1964	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.0900	-0.1805	10.338	25.843	10.338	25.843	0.000	0.000
9	1.0408	-0.2245	-29.500	-16.600	-0.000	0.000	29.500	16.600
10	1.0367	-0.2277	-9.000	-5.800	-0.000	0.000	9.000	5.800
11	1.0447	-0.2231	-3.500	-1.800	0.000	0.000	3.500	1.800
12	1.0447	-0.2292	-6.100	-1.600	0.000	-0.000	6.100	1.600
13	1.0395	-0.2303	-13.500	-5.800	-0.000	-0.000	13.500	5.800
14	1.0220	-0.2449	-14.900	-5.000	-0.000	0.000	14.900	5.000
Total			5.234	-2.685	264.234	70.815	259.000	73.500

Le Nombre de Itération : Iter = 10

Temps d'exécution : 312.241297 seconds

4.4.2 Minimisation de la fonction émission des gaz toxiques

Après l'exécution de notre programme on a eu les résultats suivants

La valeur de la fonction émission Optimisée (Kg/h).	La valeur de la fonction cout non-Optimisée. (\$/h).
318.0501	834.7508

Tab. IV.3 la valeur de la fonction émission optimisé et la fonction cout non optimisé.

Nous observons qu'on a eu une très bonne valeur minimale de fonction émission optimisé, par contre la fonction cout a pris une grande valeur. Cela donne une contradiction entre les deux fonctions ce qu'on appelle le Trade-off entre la fonction coût et la fonction émission des gaz.

Pour les puissances générées qui sont des variables de contrôle et l'optimisation de la fonction émission des gaz, on aura les résultats suivants :

N° de Jeux de barre	Les valeurs de la puissance générée
1	109.1139
2	49.9024
3	36.8953
6	32.4980
8	32.7996

Tab. IV.4 les puissances générées pour la minimisation de la fonction émission.

Pour ces valeurs de puissance générées, les résultats de L'optimisation d'écoulement de puissance et Présenté comme suit.

La fonction Emission Optimisé (Kg/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots} \quad 318.0501 \quad \frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots}$$

La fonction Cout (non optimisé (Dollar/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots} \quad \frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots}$$

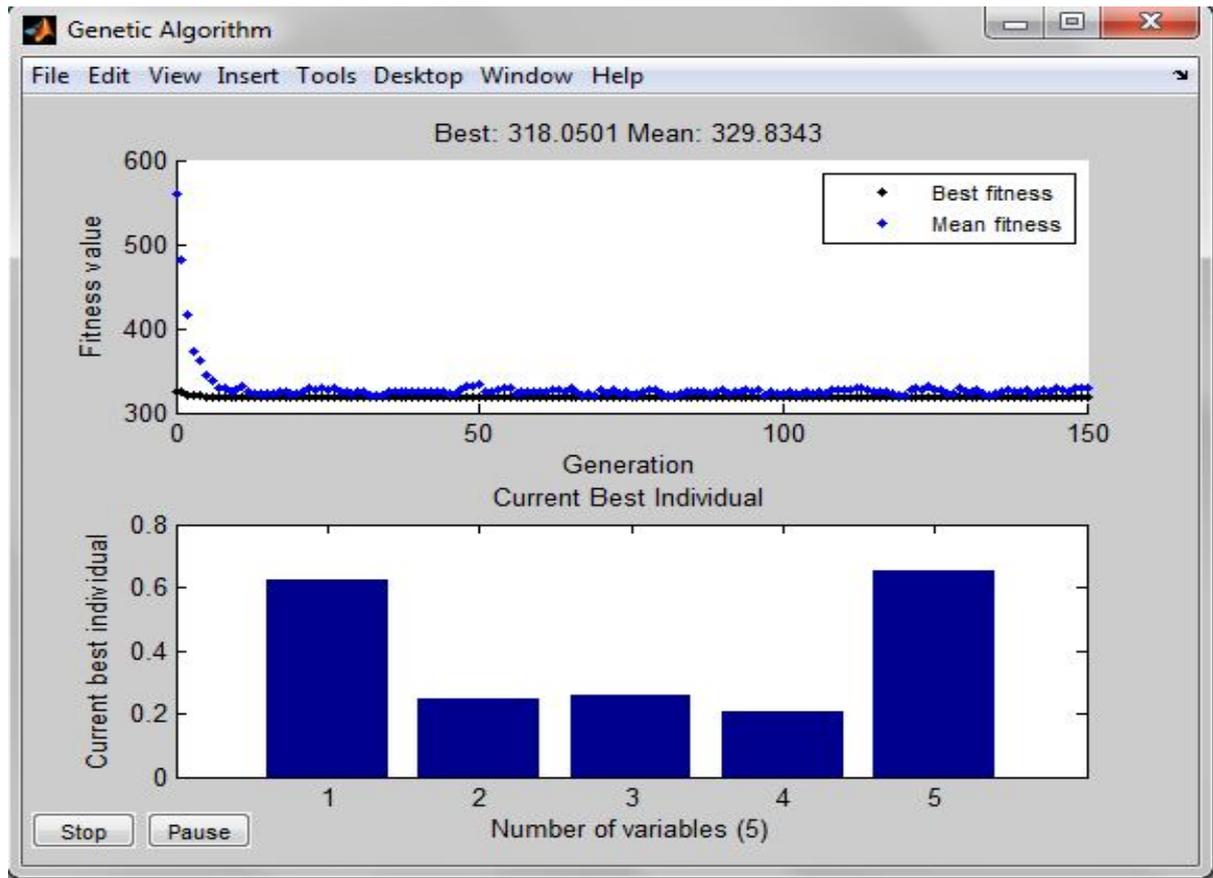


Fig. IV.5 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)

Comme on a mentionné sur la section (4.4.1), la figure (IV.5) en haut nous donne la valeur finale de la fonction émission des gaz toxique optimisé .et la figure (IV.5) en bas montre le nombre des meilleurs individus qui correspond au chaque variable de la fonction. Un nombre des points égale au nombre des générations 150 soit pour le moyenne ou pour meilleurs.

Donc un très bon résultat de la minimisation d'une fonction émission est obtenus égale à **318.0501 (Kg/h)**, par contre d'après les résultats donnés sur le tableau (IV.3) on trouve pour ce cas-là une grande valeur de la fonction cout qui franche leur limites technique acceptable.

Interprétation:

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction émission sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne doivent pas être violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances qui doivent être générées par Chaque centrale ne sont pas répartie d'une façon équitables où les 41.77% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 19.10% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 14.12% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 12.44% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 12.55 % de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice.

Et la valeur minimale de la module de tension = 1.000 et la valeur maximale de la module de tension = 1.090.

Remarque :

On remarque que la profile de la tension est amélioré dans le cas de l'optimisation de la fonction émission des par rapport à celui dans le cas de l'optimisation de la fonction de cout.

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

#####

L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson (Newton Raphson Load flow Analysis)

| Bus |	V	Angle	Injection		Generation		Load	
| No |	pu	Degree	MW	MVar	MW	Mvar	MW	MVar
1	1.0000	0.0000	109.114	-61.708	109.114	-61.708	0.000	0.000
2	1.0150	-0.0503	28.202	28.650	49.902	41.350	21.700	12.700
3	1.0100	-0.1371	-57.305	13.305	36.895	32.305	94.200	19.000
4	1.0089	-0.1081	-47.800	3.900	-0.000	0.000	47.800	-3.900
5	1.0062	-0.0900	-7.600	-1.600	-0.000	0.000	7.600	1.600
6	1.0700	-0.1213	21.298	10.459	32.498	17.959	11.200	7.500
7	1.0565	-0.1075	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.0900	-0.0573	32.800	21.545	32.800	21.545	0.000	0.000
9	1.0501	-0.1397	-29.500	-16.600	0.000	0.000	29.500	16.600
10	1.0461	-0.1414	-9.000	-5.800	-0.000	0.000	9.000	5.800
11	1.0543	-0.1336	-3.500	-1.800	0.000	0.000	3.500	1.800

12	1.0548	-0.1367	-6.100	-1.600	-0.000	-0.000	6.100	1.600
13	1.0494	-0.1384	-13.500	-5.800	0.000	-0.000	13.500	5.800
14	1.0318	-0.1567	-14.900	-5.000	0.000	0.000	14.900	5.000
Total			2.209	-22.050	261.209	51.450	259.000	73.500

Le Nombre de Itération (Iter = 8)

Temps d'exécution = 276.098356 seconds.

4.5 Le 2^{ème} modèle d'étude

Pour l'application de notre travail, on a choisi un 2^{ème} modèle du réseau électrique

IEEE-30 jeux de barre, avec 6 centrales électriques de production et 41 lignes, un bas des donnes de notre réseau est illustré sur l'Annexe.

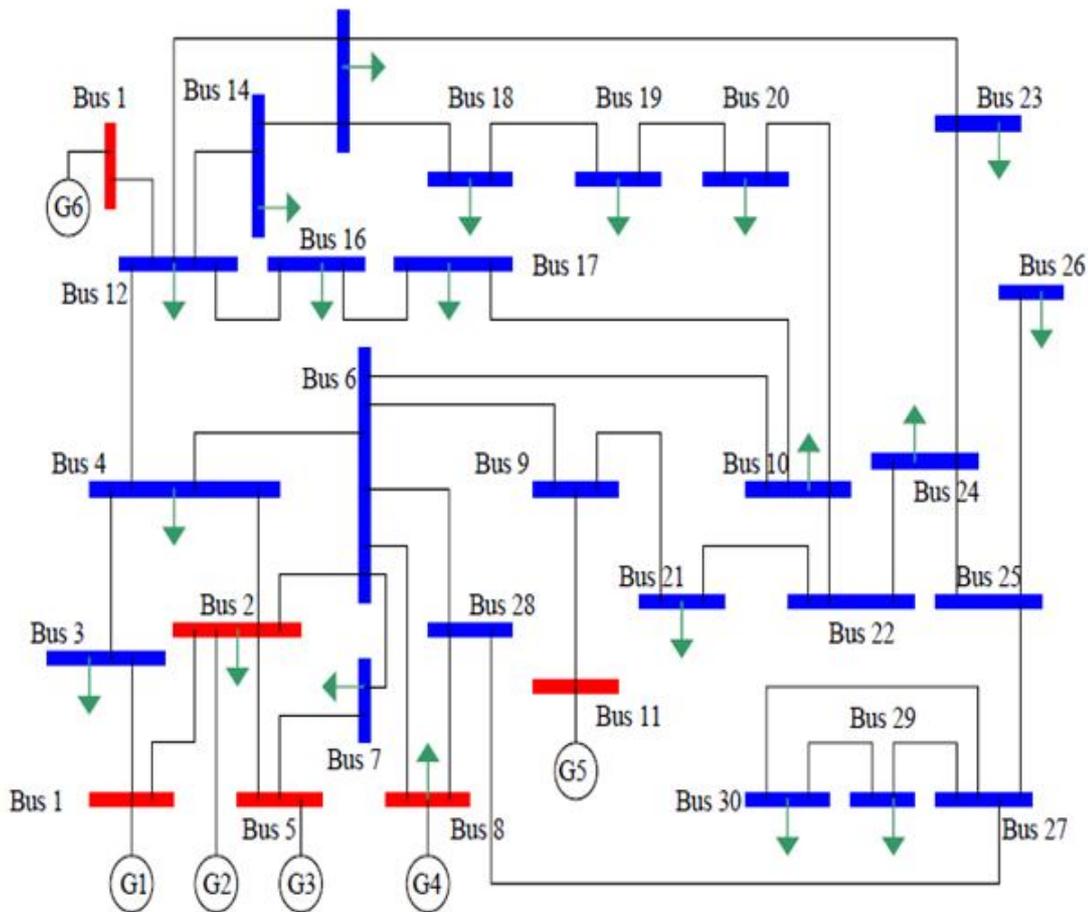


Fig. IV.6 : Schéma du réseau de 30 jeux de barres.

La fonction Emission non Optimisé (Kg/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots} 329.0741 \dots$$

$$(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)$$

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 9.4945 *****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -8.7389*****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 283.4000*****

*****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc)

$$Pdtc = \square (Pgg) - ATL (MW) = 283.4000*****$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 126.2000*****

*****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc)

$$Qdtc = \square Qgg - RTL (MVAR) = 126.2000*****$$

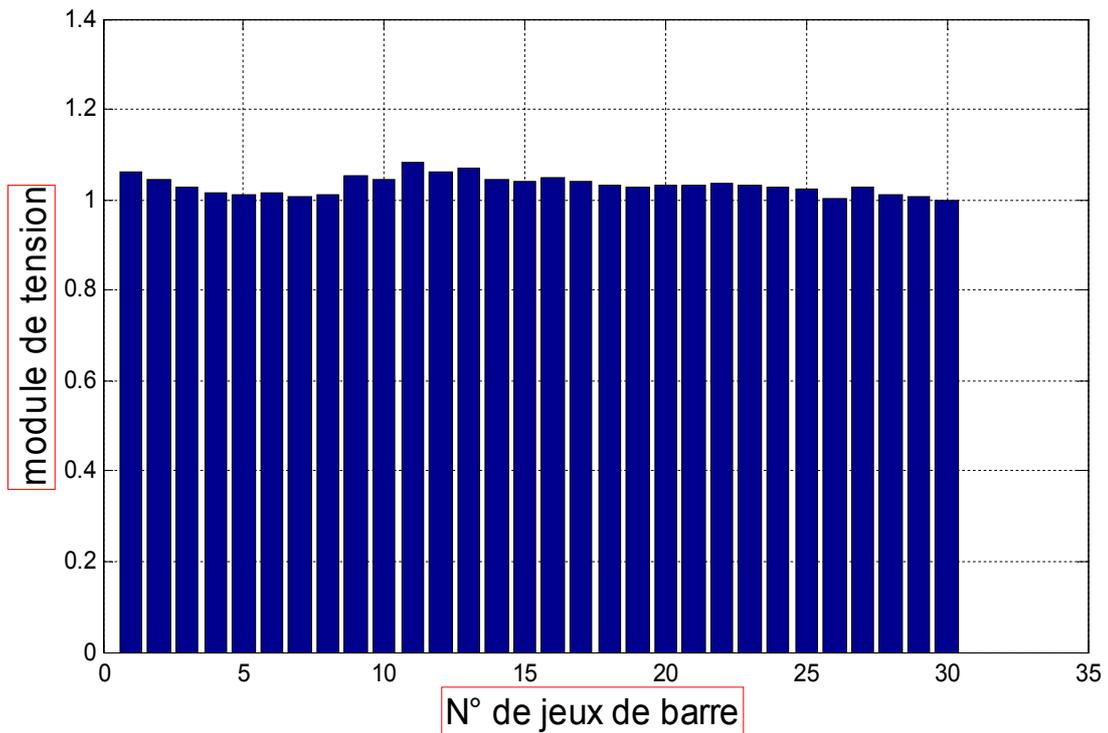


Fig. IV.7 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation mono-objective (la fonction cout de production).

L'évolution de l'optimisation de la fonction coût par les AG est donnée sur la figure suivante :

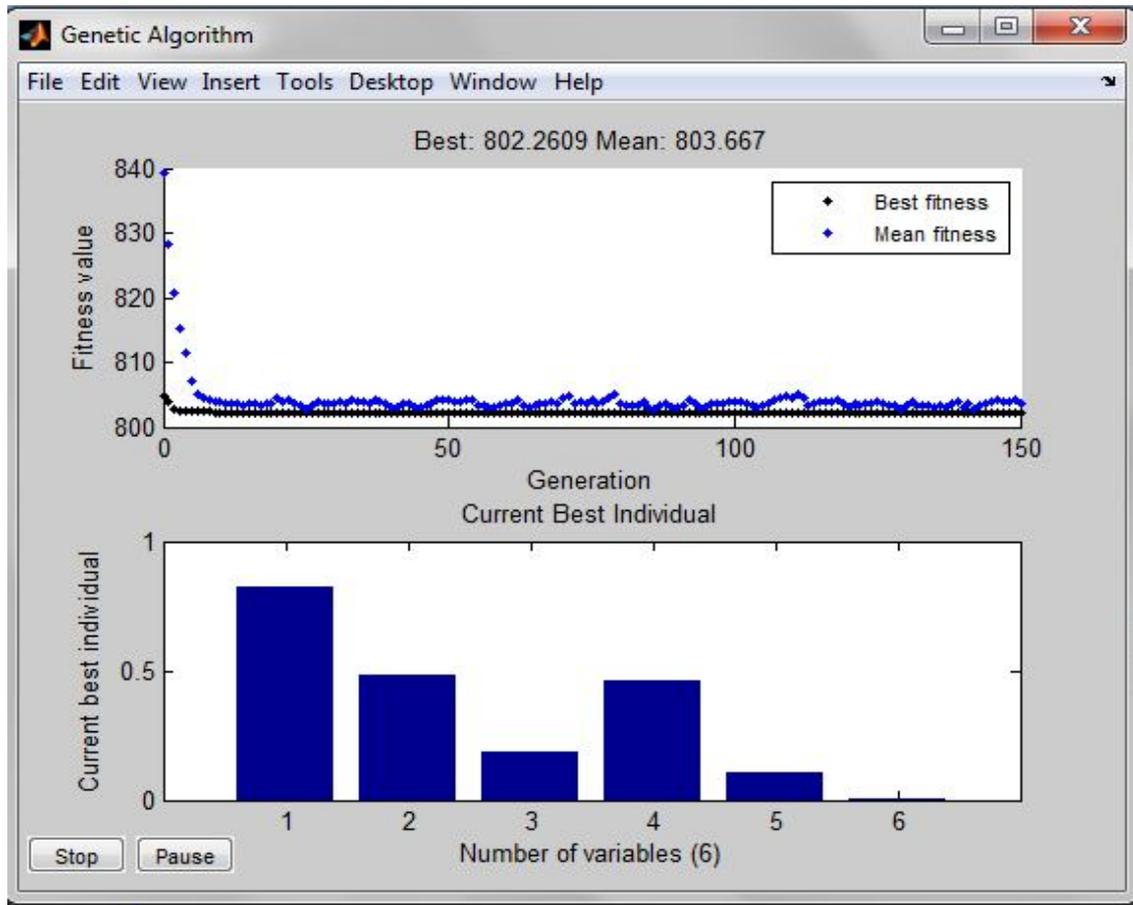


Fig. IV.8 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).

La figure (IV.8) en haut donne la meilleure valeur et la valeur moyenne de la fitness pour chaque génération, le point bleu indique la valeur moyenne de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, par contre le point noir indique la meilleure valeur obtenu de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, finalement on va avoir un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le (mean) ou pour (the best), et pour ce cas, on a eu 150 point pour les meilleurs et 150 points pour les moyens.

La valeur finale obtenue égale à **802.2609** (dollar/h) exprime un très bon résultat de minimisation de cout de production, par contre on peut remarquer que la fonction émission ont pris une grand valeur franches leur limites technique et environnementale acceptable. et les résultats de ces deux fonctions sont représenté sur le tableau(IV.5).

Et La figure (IV.8) en bas présente le nombre des variables de la fonction a optimisé, ainsi que le nombre des meilleurs individus qui correspond à chaque variable. Nous a donné aussi l'image de chaque valeur de puissance qui doit être généré par les centrales.

Interprétation:

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction cout sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne sont pas violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances générées ne sont pas réparties d'une façon équitables où les 60.31% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 16.73% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 7.32% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 7.32% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 7.37% de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice et 4.10% de la puissance générée totale est fourni par la 6^{ème} génératrice.

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

```
#####
L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson
(Newton Raphson Load flow Analysis)
| Bus | V | Angle | Injection | Generation | Load |
| No | pu | Degree | MW | MVar | MW | Mvar | MW | MVar |
#####
```

Bus No	V (pu)	Angle (Degree)	Injection (MW)	MVar	Generation (MW)	Mvar	Load (MW)	MVar
1	1.0600	0.0000	167.977	-0.315	167.977	-0.315	0.000	0.000
2	1.0430	-0.0597	2.315	19.730	24.015	32.430	21.700	12.700
3	1.0274	-0.0791	-2.400	-1.200	-0.000	0.000	2.400	1.200
4	1.0191	-0.0968	-7.600	-1.600	-0.000	0.000	7.600	1.600
5	1.0100	-0.1602	-66.298	4.240	27.902	23.240	94.200	19.000
6	1.0161	-0.1132	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
7	1.0059	-0.1417	-22.800	-10.900	-0.000	-0.000	22.800	10.900

8	1.0100	-0.1118	2.988	-20.358	32.988	9.642	30.000	30.000
9	1.0535	-0.1369	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	1.0474	-0.1707	-5.800	17.000	-0.000	19.000	5.800	2.000
11	1.0820	-0.0979	21.388	15.227	21.388	15.227	0.000	0.000
12	1.0611	-0.1570	-11.200	-7.500	0.000	0.000	11.200	7.500
13	1.0710	-0.1361	17.012	7.756	17.012	7.756	0.000	0.000
14	1.0464	-0.1724	-6.200	-1.600	-0.000	-0.000	6.200	1.600
15	1.0420	-0.1740	-8.200	-2.500	-0.000	0.000	8.200	2.500
16	1.0481	-0.1675	-3.500	-1.800	0.000	0.000	3.500	1.800
17	1.0423	-0.1733	-9.000	-5.800	0.000	0.000	9.000	5.800
18	1.0318	-0.1849	-3.200	-0.900	0.000	0.000	3.200	0.900
19	1.0288	-0.1880	-9.500	-3.400	-0.000	-0.000	9.500	3.400
20	1.0327	-0.1847	-2.200	-0.700	0.000	0.000	2.200	0.700
21	1.0328	-0.1801	-17.500	-11.200	-0.000	-0.000	17.500	11.200
22	1.0388	-0.1779	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	1.0327	-0.1804	-3.200	-1.600	-0.000	-0.000	3.200	1.600
24	1.0268	-0.1860	-8.700	-2.400	0.000	4.300	8.700	6.700
25	1.0222	-0.1856	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
26	1.0047	-0.1928	-3.500	-2.300	0.000	-0.000	3.500	2.300
27	1.0280	-0.1808	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
28	1.0140	-0.1207	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
29	1.0083	-0.2020	-2.400	-0.900	0.000	0.000	2.400	0.900
30	0.9969	-0.2173	-10.600	-1.900	-0.000	-0.000	10.600	1.900
Total			7.882	-14.920	291.282	111.280	283.400	126.200

Le Nombre de Itération (Iter = 5)

Temps d'exécution = 388.074510 seconds.

4.5.2 Minimisation de la fonction émission des gaz toxiques

Après l'exécution de notre programme on a eu les résultats suivants :

La valeur de la fonction émission Optimisée (Kg/h)	La valeur de la fonction cout non-Optimisée. (\$/h)..
195.4553	953.9124

Tab. IV.7 la valeur de la fonction émission optimisé et la fonction cout non optimisé.

Nous observons qu'on a eu une très bonne valeur minimale de fonction émission optimisé, par contre la fonction cout a pris une grande valeur. Cela donne une contradiction entre les deux fonctions ce qu'on appelle le Trade-off entre la fonction coût et la fonction émission des gaz.

Pour les puissances générées qui sont des variables de contrôle et l'optimisation de la fonction émission des gaz, on aura les résultats suivants :

N° de Jeux de barre	Les valeurs de la puissance générée
1	59.5305
2	72.7325
5	49.9855
8	34.9630
11	29.9832
13	39.8718

Tab. IV.8 les puissances générées pour la minimisation de la fonction émission.

Pour ces valeurs de puissance générées, les résultats de L'optimisation d'écoulement de

Puissance et Présenté comme suit.

La fonction Emission Optimisé (Kg/Heur)

$$\begin{array}{r}
 \frac{195.4553}{\text{La fonction Cout (non optimisé (Dollar/Heur))}} \\
 \frac{953.9124}{\text{}} \\
 \text{}}
 \end{array}$$

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 3.6666 *****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -29.0082 *****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 283.4000 *****

*****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc) (MW)

$$Pdtc = \square (Pgg) - ATL (MW) = 283.4000*****$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 126.2000*****

*****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc) (MVAR) = 126.2000*****

$$\text{Puor le cas de 30JB la } Qdtc = \square Qgg - RTL + Qi$$

Qi pour le JBN°10 = 19 (MVAR) et pour le JBN°24 = 4.3 donc $\square Qi = 23.3$ (MVAR).

Qi se la puissance injecte pour les jeux de barre N° 10 et 24.

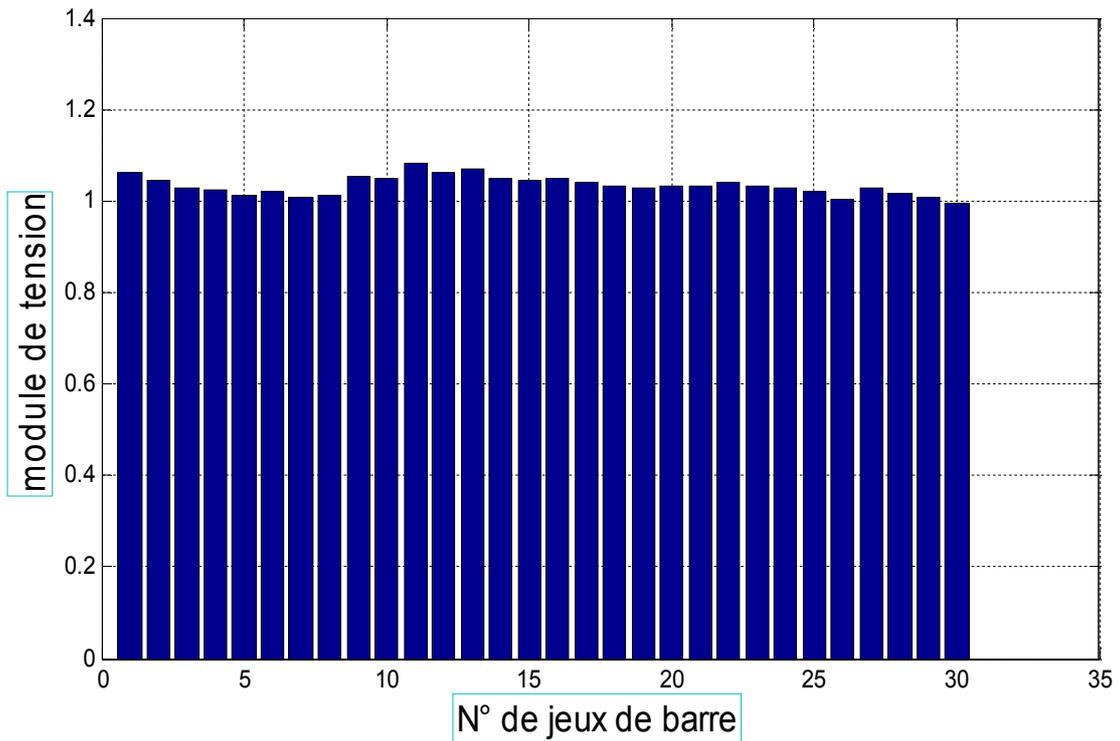


Fig. IV.9 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique).

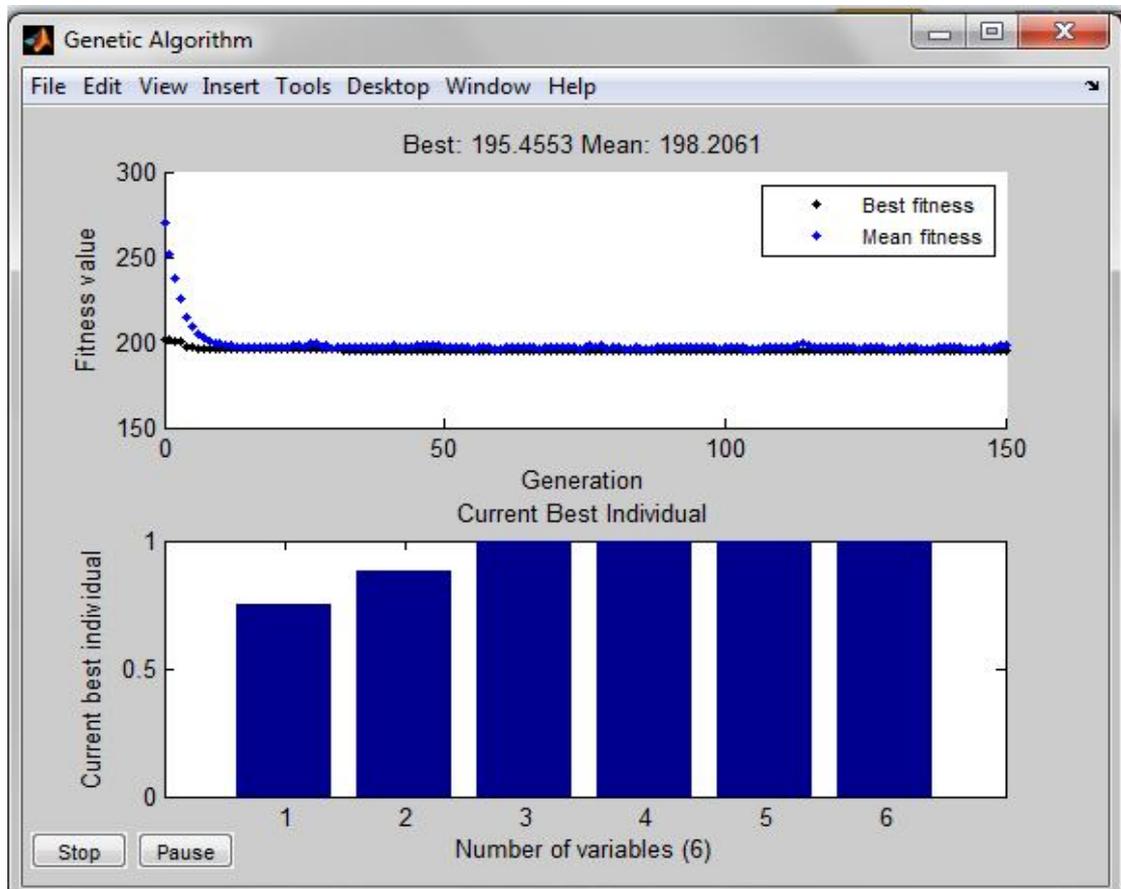


Fig. IV.10 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)

Comme on a mentionné sur la section (4.4.1), la figure (IV.10) en haut nous donne la valeur finale de la fonction émission des gaz toxique optimisé .et la figure (IV.10) en bas montre le nombre des meilleurs individus qui correspond au chaque variable de la fonction. Un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le moyenne ou pour meilleurs 150.

Donc un très bon résultat de la minimisation d'une fonction émission est obtenus égale à **195.4553 (Kg/h)**, par contre d'après les résultats donnés sur le tableau (IV.7) on trouve pour ce cas-là une grande valeur de la fonction cout qui franche leur limites technique acceptable.

Interprétation

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction émission sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne doivent pas être violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances qui doivent être générées par Chaque centrale ne sont pas répartie d'une façon équitables où les 20.55% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 25.33% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 17.41% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 12.17% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 10.44 % de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice et 13.88 % de la puissance générée totale est fourni par la 6^{ème} génératrice.

Et la valeur minimale de la module de tension = 0.9960 et la valeur maximale de la module de tension = 1.0820 (p.u).

Remarque :

On remarque que la profile de la tension est amélioré dans le cas de l'optimisation de la fonction émission des par rapport à celui dans le cas de l'optimisation de la fonction de cout.

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson
(Newton Raphson Loadflow Analysis)

#####

| Bus |	V |	Angle |	Injection |		Generation |		Load |	
| No |	pu |	Degree |	MW |	MVar |	MW |	Mvar |	MW |	MVar |
1	1.0600	0.0000	59.531	27.509	59.531	27.509	0.000	0.000
2	1.0430	-0.0136	51.033	-6.620	72.733	6.080	21.700	12.700
3	1.0302	-0.0352	-2.400	-1.200	0.000	0.000	2.400	1.200
4	1.0226	-0.0422	-7.600	-1.600	-0.000	-0.000	7.600	1.600
5	1.0100	-0.0827	-44.215	-4.531	49.985	14.469	94.200	19.000
6	1.0181	-0.0516	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	1.0069	-0.0736	-22.800	-10.900	0.000	0.000	22.800	10.900
8	1.0100	-0.0487	4.963	-26.306	34.963	3.694	30.000	30.000
9	1.0539	-0.0574	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	1.0474	-0.0904	-5.800	17.000	-0.000	19.000	5.800	2.000
11	1.0820	-0.0027	29.983	15.421	29.983	15.421	0.000	0.000
12	1.0635	-0.0656	-11.200	-7.500	0.000	0.000	11.200	7.500
13	1.0710	-0.0165	39.872	6.718	39.872	6.718	0.000	0.000
14	1.0487	-0.0829	-6.200	-1.600	-0.000	-0.000	6.200	1.600
15	1.0433	-0.0864	-8.200	-2.500	0.000	0.000	8.200	2.500
16	1.0493	-0.0807	-3.500	-1.800	0.000	0.000	3.500	1.800
17	1.0426	-0.0910	-9.000	-5.800	-0.000	0.000	9.000	5.800
18	1.0326	-0.0998	-3.200	-0.900	0.000	0.000	3.200	0.900
19	1.0294	-0.1045	-9.500	-3.400	-0.000	-0.000	9.500	3.400
20	1.0331	-0.1020	-2.200	-0.700	-0.000	-0.000	2.200	0.700
21	1.0331	-0.0986	-17.500	-11.200	0.000	-0.000	17.500	11.200

22	1.0389	-0.0984	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
23	1.0330	-0.0985	-3.200	-1.600	-0.000	-0.000	3.200	1.600
24	1.0269	-0.1075	-8.700	-2.400	-0.000	4.300	8.700	6.700
25	1.0216	-0.1132	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
26	1.0040	-0.1205	-3.500	-2.300	0.000	0.000	3.500	2.300
27	1.0272	-0.1123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	1.0155	-0.0580	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
29	1.0074	-0.1336	-2.400	-0.900	-0.000	0.000	2.400	0.900
30	0.9960	-0.1489	-10.600	-1.900	-0.000	-0.000	10.600	1.900
Total			3.667	-29.008	287.067	97.192	283.400	126.200

Le Nombre de Itération (Iter = 5)

Temps d'exécution = 414.155699 seconds.

4.6 Le 3^{ème} modèle d'étude

Pour l'application de notre travail, on a choisi la 3^{ème} modèle du réseau électrique IEEE-57 jeux de barre, avec 7 centrales électriques de production et 80 lignes. Une base des données de notre réseau est illustrée sur l'Annexe.

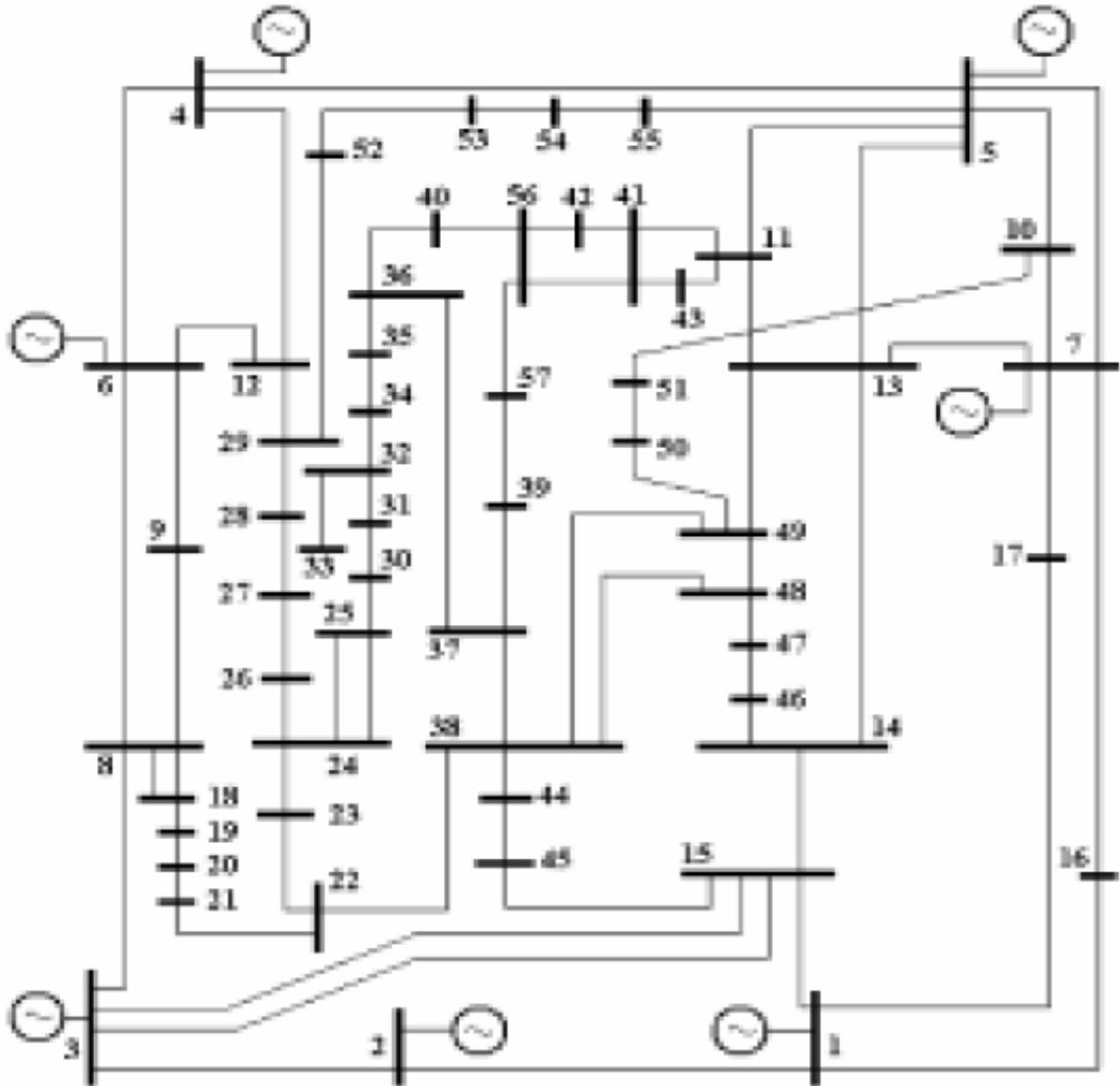


Fig. IV.11 Schéma du réseau de 57 jeux de barres

Notre travail va être effectué en deux étapes principales, la première correspond à une optimisation mono-objective de la fonction coût de génération, et la deuxième correspond à une optimisation mono-objectif sur la fonction émission des gaz toxiques de ce réseau. Les deux fonctions coût et émission peuvent être écrites sous la forme précédemment.

4.6.1 Minimisation de la fonction coût de génération

Un commençant tout d'abord avec la fonction de coût de génération. Après avoir exécuté notre programme d'optimisation mono-objectif avec les paramètres indiqués

Précédemment on a eu les résultats suivants :

La valeur de la fonction cout Optimisée (\$/h).	La valeur de la fonction cout non-Optimisée. (Kg /h).
3.7764e+003	6.2034e+003

Tab. IV.9 la valeur de la fonction cout optimisé et la fonction émission non optimisé.

Pour la puissance générée qui sont des variables de contrôle correspondent à l'optimisation de la Fonction cout, on aura les résultats suivants :

N° de Jeux de barre	Les valeurs de la puissance générée
1	489.3602
2	10.0027
3	20.3911
6	10.1405
8	472.7968
9	10.1750
12	263.2481

Tab. IV.10 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.

Pour ces valeurs de puissance générées, les résultats de L'optimisation d'écoulement de Puissance et Présenté comme suit.

La fonction Cout Optimisé (Dollar/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots} \quad 3.7764e+003 \quad \frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots}$$

La fonction Emission non Optimisé (Kg/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots} \quad 6.2034e+003 \quad \frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{\dots}$$

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 25.3143 *****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -4.8425*****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 1.2508e+003*****

*****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc)

$$Pdtc = \square Pgg - ATL \text{ (MW)} = 1.2508e+003 \text{ *****}$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 341.8000*****

*****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc)

$$Qdtc = \square Qgg) - RTL \text{ (MVAR)} = 341.8000 \text{ *****}$$

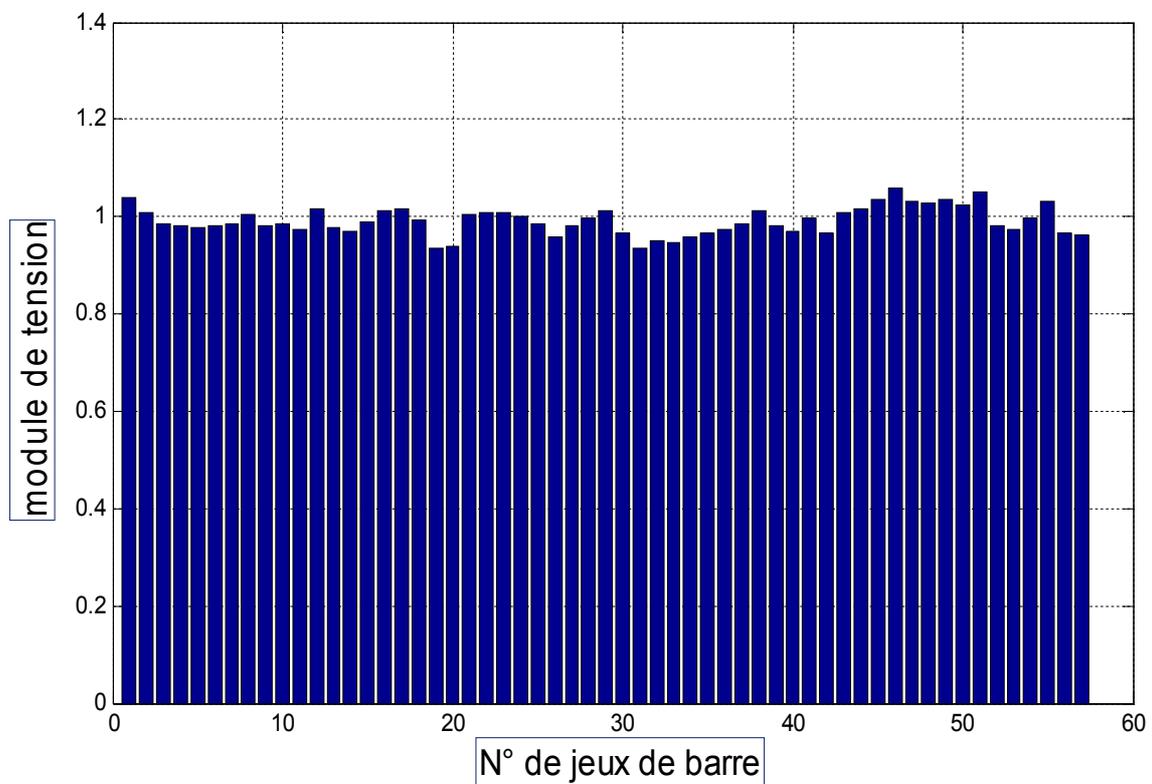


Fig. IV.12 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-Optimisation mono-objective (la fonction cout de production).

Les résultats de calculs sont présentés par la figure suivante

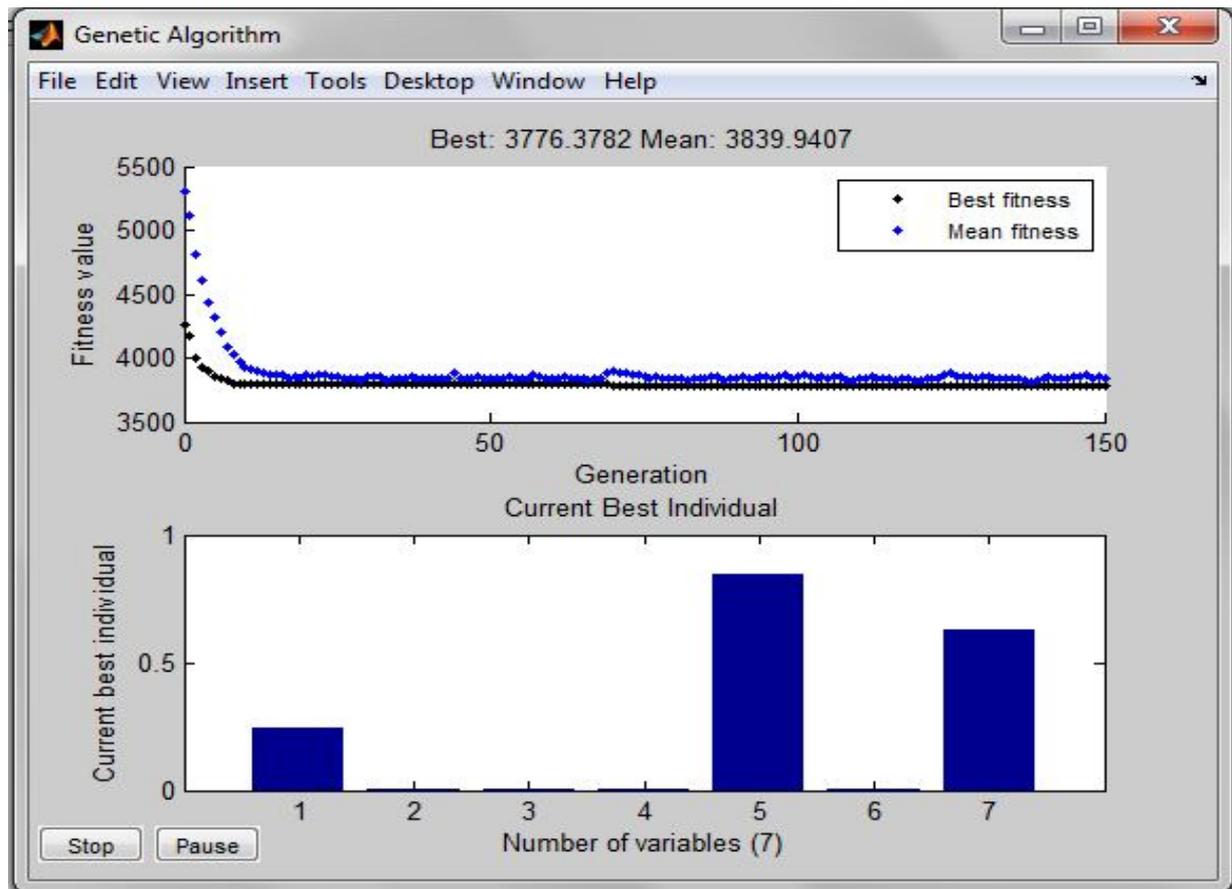


Fig. IV.13 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout de production).

La figure (IV.13) en haut donne la meilleure valeur et la valeur moyenne de la fitness pour chaque génération, le point bleu indique la valeur moyenne de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, par contre le point noir indique la meilleure valeur obtenu de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, finalement on va avoir un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le (mean) ou pour (the best), et pour ce cas, on a eu 150 point pour les meilleurs et 150 points pour les moyens.

La valeur finale obtenue égale à **3.7764e+003** (dollar/h) exprime un très bon résultat de minimisation de cout de production, par contre on peut remarquer que la fonction émission ont pris une grand valeur franches leur limites technique et environnementale acceptable. et les résultats de ces deux fonctions sont représenté sur le tableau (IV.9). Et La figure (IV.13) en bas présente le nombre des variables de la fonction a optimisé, ainsi que le nombre des meilleurs individus qui correspond à chaque variable. Nous a donné aussi l'image de chaque valeur de puissance qui doit être généré par les centrales.

Interprétation:

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction cout sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne sont pas violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances générées ne sont pas réparties d'une façon équitables où les 38.34% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 0.78% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 1.6% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 0.79% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 37.05% de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice et 0.79% de la puissance générée totale est fourni par la 6^{ème} génératrice et 20.62% de la puissance générée totale est fourni par la 7^{ème} génératrice

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

```
#####
L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson
(Newton Raphson Load flow Analysis)
| Bus | V | Angle | Injection | Generation | Load |
| No | pu | Degree | MW | MVar | MW | Mvar | MW | MVar |
#####
  1  1.0400  0.0000  434.360  113.373  489.360  130.373  55.000  17.000
-----
  2  1.0100  -0.0193  7.003  -91.625  10.003  -3.625  3.000  88.000
-----
  3  0.9850  -0.1078  -20.609  -13.098  20.391  7.902  41.000  21.000
-----
  4  0.9801  -0.1253  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000
-----
  5  0.9763  -0.1381  -13.000  -4.000  0.000  0.000  13.000  4.000
-----
  6  0.9800  -0.1363  -64.859  -4.812  10.141  -2.812  75.000  2.000
-----
  7  0.9845  -0.1166  -0.000  0.000  -0.000  0.000  0.000  0.000
-----
  8  1.0050  -0.0605  322.797  37.247  472.797  59.247  150.000  22.000
-----
  9  0.9800  -0.1597  -110.825  -24.348  10.175  1.652  121.000  26.000
-----
 10  0.9858  -0.2062  -5.000  -2.000  -0.000  0.000  5.000  2.000
-----
#####
```

11	0.9737	-0.1770	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
12	1.0150	-0.2001	-113.752	120.222	263.248	144.222	377.000	24.000
13	0.9785	-0.1760	-18.000	-2.300	0.000	-0.000	18.000	2.300
14	0.9697	-0.1669	-10.500	-5.300	-0.000	0.000	10.500	5.300
15	0.9877	-0.1284	-22.000	-5.000	-0.000	0.000	22.000	5.000
16	1.0127	-0.1670	-43.000	-3.000	0.000	0.000	43.000	3.000
17	1.0167	-0.1006	-42.000	-8.000	0.000	0.000	42.000	8.000
18	0.9926	-0.1990	-27.200	-9.800	0.000	-0.000	27.200	9.800
19	0.9368	-0.2145	-3.300	-6.000	0.000	0.000	3.300	6.000
20	0.9398	-0.2282	-2.300	-1.000	0.000	0.000	2.300	1.000
21	1.0041	-0.2227	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
22	1.0078	-0.2240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	1.0066	-0.2247	-6.300	-2.100	0.000	-0.000	6.300	2.100
24	1.0005	-0.2241	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.9853	-0.3013	-6.300	-3.200	0.000	0.000	6.300	3.200
26	0.9596	-0.2181	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.9824	-0.1880	-9.300	-0.500	0.000	-0.000	9.300	0.500
28	0.9976	-0.1684	-4.600	-2.300	0.000	-0.000	4.600	2.300
29	1.0113	-0.1551	-17.000	-2.600	0.000	-0.000	17.000	2.600
30	0.9649	-0.3121	-3.600	-1.800	0.000	0.000	3.600	1.800
31	0.9369	-0.3269	-5.800	-2.900	0.000	-0.000	5.800	2.900
32	0.9488	-0.3168	-1.600	-0.800	0.000	0.000	1.600	0.800
33	0.9465	-0.3175	-3.800	-1.900	0.000	-0.000	3.800	1.900
34	0.9587	-0.2460	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
35	0.9654	-0.2422	-6.000	-3.000	0.000	0.000	6.000	3.000

36	0.9748	-0.2378	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
37	0.9837	-0.2347	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
38	1.0112	-0.2229	-14.000	-7.000	0.000	-0.000	14.000	7.000
39	0.9817	-0.2355	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
40	0.9718	-0.2382	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
41	0.9958	-0.2451	-6.300	-3.000	0.000	0.000	6.300	3.000
42	0.9659	-0.2706	-7.100	-4.400	0.000	-0.000	7.100	4.400
43	1.0092	-0.1974	-2.000	-1.000	-0.000	0.000	2.000	1.000
44	1.0154	-0.2081	-12.000	-1.800	-0.000	0.000	12.000	1.800
45	1.0350	-0.1641	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
46	1.0587	-0.1970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	1.0318	-0.2206	-29.700	-11.600	-0.000	0.000	29.700	11.600
48	1.0258	-0.2219	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
49	1.0347	-0.2289	-18.000	-8.500	0.000	-0.000	18.000	8.500
50	1.0220	-0.2383	-21.000	-10.500	-0.000	0.000	21.000	10.500
51	1.0514	-0.2248	-18.000	-5.300	0.000	0.000	18.000	5.300
52	0.9828	-0.1856	-4.900	-2.200	-0.000	0.000	4.900	2.200
53	0.9741	-0.1990	-20.000	-10.000	0.000	0.000	20.000	10.000
54	0.9978	-0.1926	-4.100	-1.400	-0.000	0.000	4.100	1.400
55	1.0306	-0.1796	-6.800	-3.400	-0.000	-0.000	6.800	3.400
56	0.9676	-0.2800	-7.600	-2.200	0.000	0.000	7.600	2.200
57	0.9639	-0.2891	-6.700	-2.000	0.000	0.000	6.700	2.000
Total		25.314	-4.842	1276.114	336.958	1250.800	341.800	

Le Nombre de Itération (Iter = 5)

Temps d'exécution = 1887.383594 seconds.

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 18.2625 *****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -445.6637*****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 1.2508e+003 *****

****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc) (MW)

$$***** Pdtc = \square (Pgg) - ATL = 1.2508e+003*****$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 341.8000*****

****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc)

$$Qdtc = \square (Qgg) - RTL (MVAR) = 341.8000*****$$

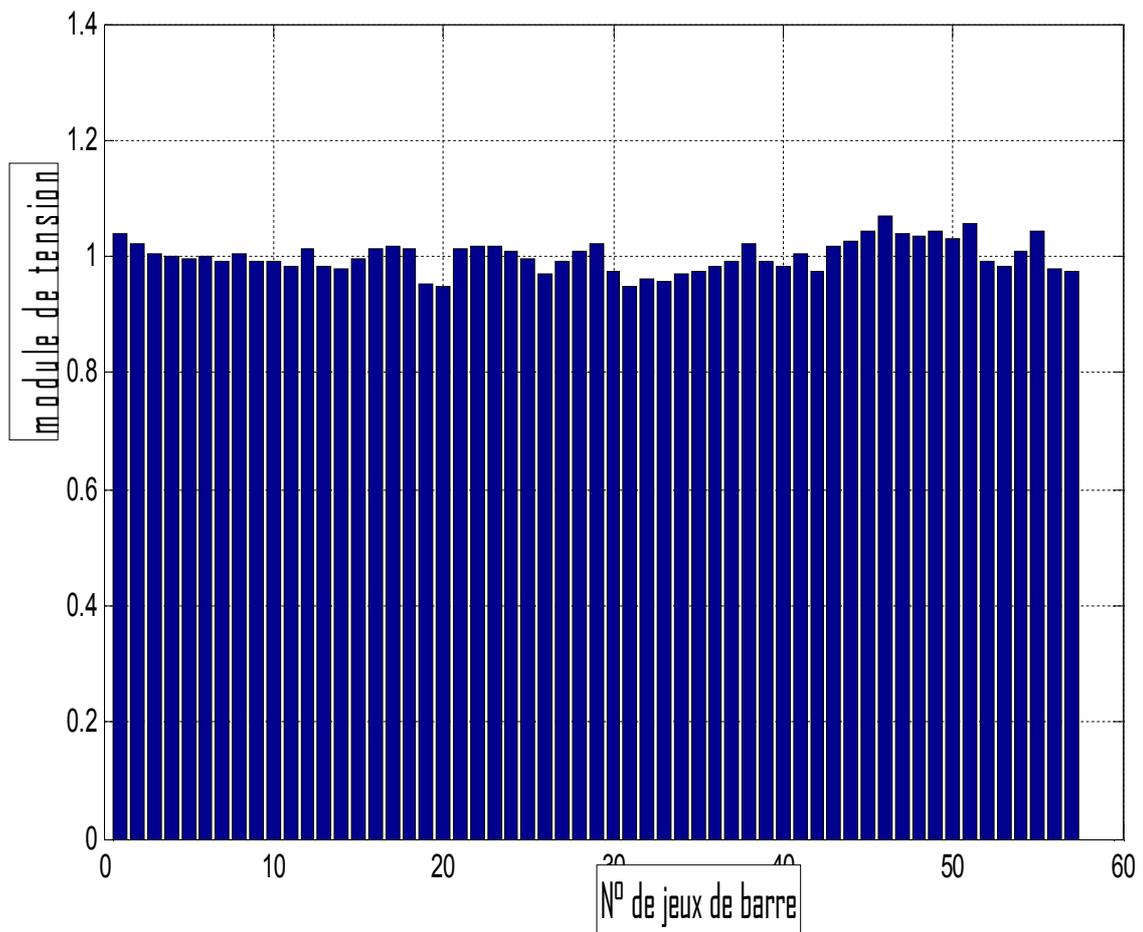


Fig. IV.14 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites-
Optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique).

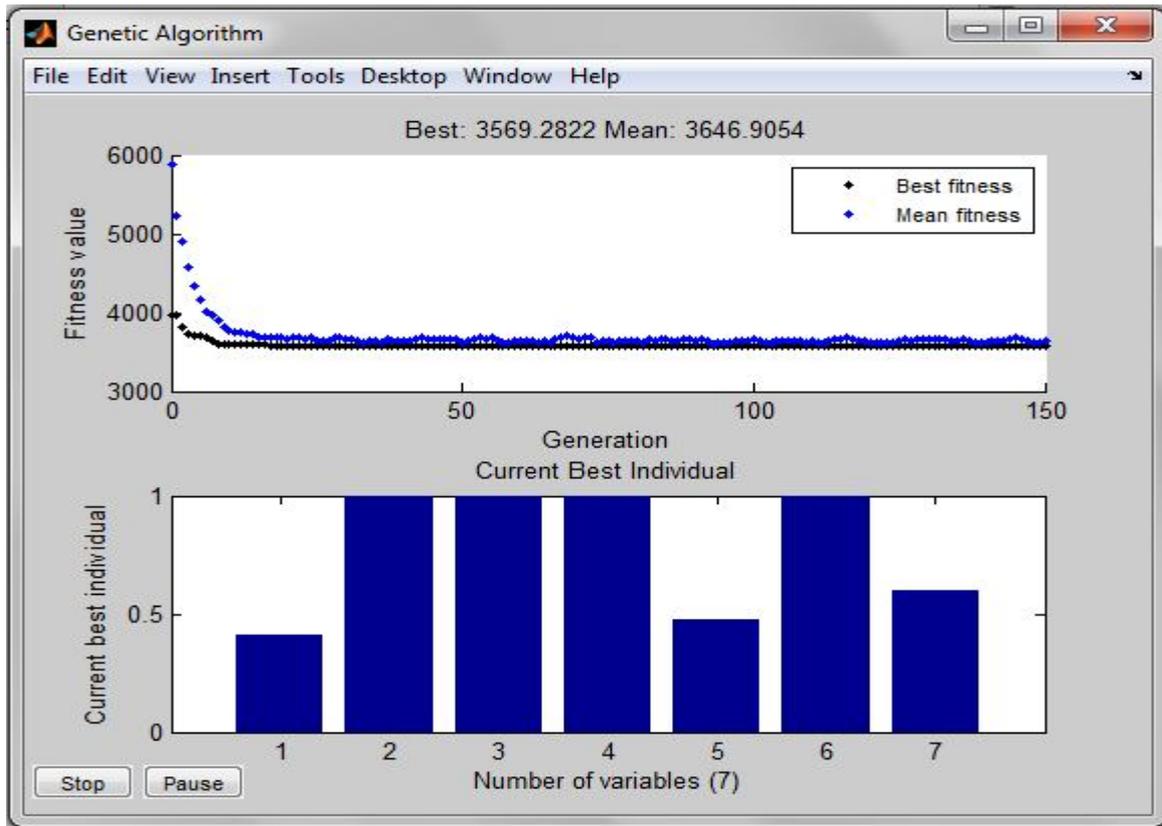


Fig. IV.15 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction émission des gaz toxique)

Comme on a mentionné sur la section (4.3.1), la figure (IV.15) en haut nous donne la valeur finale de la fonction émission des gaz toxique optimisé .et la figure (IV.15) en bas montre le nombre des meilleurs individus qui correspond au chaque variable de la fonction. Un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le moyenne ou pour meilleurs 150.

Donc un très bon résultat de la minimisation d'une fonction émission est obtenus égale à **3.5693e+003 (Kg/h)**, par contre d'après les résultats donnés sur le tableau IV.11 on trouve pour ce cas-là une grande valeur de la fonction cout qui franche leur limites technique acceptable.

Interprétation

Alors on peut dire que les résultats obtenus concernant la minimisation de la fonction émission sont des valeurs optimales et respectent les contraintes physiques de fonctionnement (contraintes de l'écoulement de puissance, les puissances actives et réactives générées ne doivent pas être violées), ainsi que le module de la tension pour chaque jeu de barres.

D'après ces résultats on constate que les puissances qui doivent être générées par Chaque centrale ne sont pas répartie d'une façon équitables où les 23.16% de la puissance générée totale est fourni par la 1^{er} génératrice qui est le générateur de référence et 7.86% de la puissance générée totale est fourni par la 2^{ème} génératrice et 11.01% de la puissance générée totale est fourni par la 3^{ème} génératrice et 7.84% de la puissance générée totale est fourni par la 4^{ème} génératrice et 21.99 % de la puissance générée totale est fourni par la 5^{ème} génératrice et 7.85 % de la puissance générée totale est fourni par la 6^{ème} génératrice et 20.25 % de la puissance générée totale est fourni par la 7^{ème} génératrice.

Et la valeur minimale de la module de tension = 0.9482 et la valeur maximale de la module de tension = 1.0453 (p.u).

Remarque :

On remarque que la profile de la tension est amélioré dans le cas de l'optimisation de la fonction émission des par rapport à celui dans le cas de l'optimisation de la fonction de cout.

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson
(Newton Raphson Loadflow Analysis)
 #####

Bus No	V pu	Angle Degree	Injection MW	MVar	Generation MW	Mvar	Load MW	MVar
1	1.0400	0.0000	238.996	109.074	293.996	126.074	55.000	17.000
2	1.0200	0.0165	96.833	-95.744	99.833	-7.744	3.000	88.000
3	1.0050	-0.0331	98.824	-20.583	139.824	0.417	41.000	21.000
4	1.0001	-0.0538	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.9964	-0.0711	-13.000	-4.000	0.000	0.000	13.000	4.000
6	1.0000	-0.0718	24.535	-0.538	99.535	1.462	75.000	2.000
7	0.9935	-0.1016	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
8	1.0050	-0.0819	129.110	20.587	279.110	42.587	150.000	22.000

9	0.9900	-0.1338	-21.296	-18.966	99.704	7.034	121.000	26.000
10	0.9904	-0.1805	-5.000	-2.000	0.000	0.000	5.000	2.000
11	0.9819	-0.1481	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1.0150	-0.1773	-119.940	102.307	257.060	126.307	377.000	24.000
13	0.9849	-0.1450	-18.000	-2.300	-0.000	-0.000	18.000	2.300
14	0.9774	-0.1319	-10.500	-5.300	0.000	-0.000	10.500	5.300
15	0.9971	-0.0886	-22.000	-5.000	0.000	0.000	22.000	5.000
16	1.0136	-0.1507	-43.000	-3.000	0.000	-0.000	43.000	3.000
17	1.0177	-0.0922	-42.000	-8.000	0.000	0.000	42.000	8.000
18	1.0137	-0.1301	-27.200	-9.800	-0.000	-0.000	27.200	9.800
19	0.9511	-0.1568	-3.300	-6.000	0.000	0.000	3.300	6.000
20	0.9498	-0.1782	-2.300	-1.000	0.000	0.000	2.300	1.000
21	1.0151	-0.1861	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
22	1.0178	-0.1893	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
23	1.0165	-0.1903	-6.300	-2.100	0.000	0.000	6.300	2.100
24	1.0105	-0.1954	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.9959	-0.2709	-6.300	-3.200	0.000	-0.000	6.300	3.200
26	0.9697	-0.1903	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
27	0.9919	-0.1667	-9.300	-0.500	-0.000	-0.000	9.300	0.500
28	1.0068	-0.1496	-4.600	-2.300	-0.000	0.000	4.600	2.300
29	1.0201	-0.1378	-17.000	-2.600	-0.000	0.000	17.000	2.600
30	0.9758	-0.2810	-3.600	-1.800	0.000	-0.000	3.600	1.800
31	0.9482	-0.2943	-5.800	-2.900	0.000	0.000	5.800	2.900
32	0.9600	-0.2826	-1.600	-0.800	-0.000	0.000	1.600	0.800
33	0.9578	-0.2833	-3.800	-1.900	0.000	-0.000	3.800	1.900

34	0.9685	-0.2117	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
35	0.9752	-0.2078	-6.000	-3.000	-0.000	-0.000	6.000	3.000
36	0.9845	-0.2034	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
37	0.9934	-0.2002	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
38	1.0208	-0.1880	-14.000	-7.000	0.000	0.000	14.000	7.000
39	0.9913	-0.2010	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.9814	-0.2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
41	1.0048	-0.2138	-6.300	-3.000	-0.000	-0.000	6.300	3.000
42	0.9757	-0.2383	-7.100	-4.400	0.000	-0.000	7.100	4.400
43	1.0180	-0.1678	-2.000	-1.000	0.000	-0.000	2.000	1.000
44	1.0252	-0.1721	-12.000	-1.800	0.000	0.000	12.000	1.800
45	1.0453	-0.1258	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	1.0676	-0.1621	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
47	1.0410	-0.1858	-29.700	-11.600	-0.000	-0.000	29.700	11.600
48	1.0350	-0.1873	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
49	1.0428	-0.1958	-18.000	-8.500	0.000	0.000	18.000	8.500
50	1.0291	-0.2073	-21.000	-10.500	0.000	0.000	21.000	10.500
51	1.0563	-0.1978	-18.000	-5.300	-0.000	0.000	18.000	5.300
52	0.9925	-0.1661	-4.900	-2.200	-0.000	-0.000	4.900	2.200
53	0.9842	-0.1782	-20.000	-10.000	-0.000	0.000	20.000	10.000
54	1.0085	-0.1694	-4.100	-1.400	-0.000	0.000	4.100	1.400
55	1.0418	-0.1542	-6.800	-3.400	0.000	-0.000	6.800	3.400
56	0.9778	-0.2470	-7.600	-2.200	0.000	0.000	7.600	2.200
57	0.9744	-0.2555	-6.700	-2.000	-0.000	0.000	6.700	2.000
Total			18.263	-45.664	1269.063	296.136	1250.800	341.800

Le Nombre de Itération (Iter =8)

Temps d'exécution = 3629.237359 seconds.

4.7 Le 4^{ème} modèle d'étude

Pour l'application de notre travail, on a choisi le dernier modèle (4^{ème} modèle) du réseau électrique IEEE-118 jeux de barre, avec 54 centrales électriques de production et 185 lignes. Une base des données de notre réseau est illustrée sur l'Annexe.

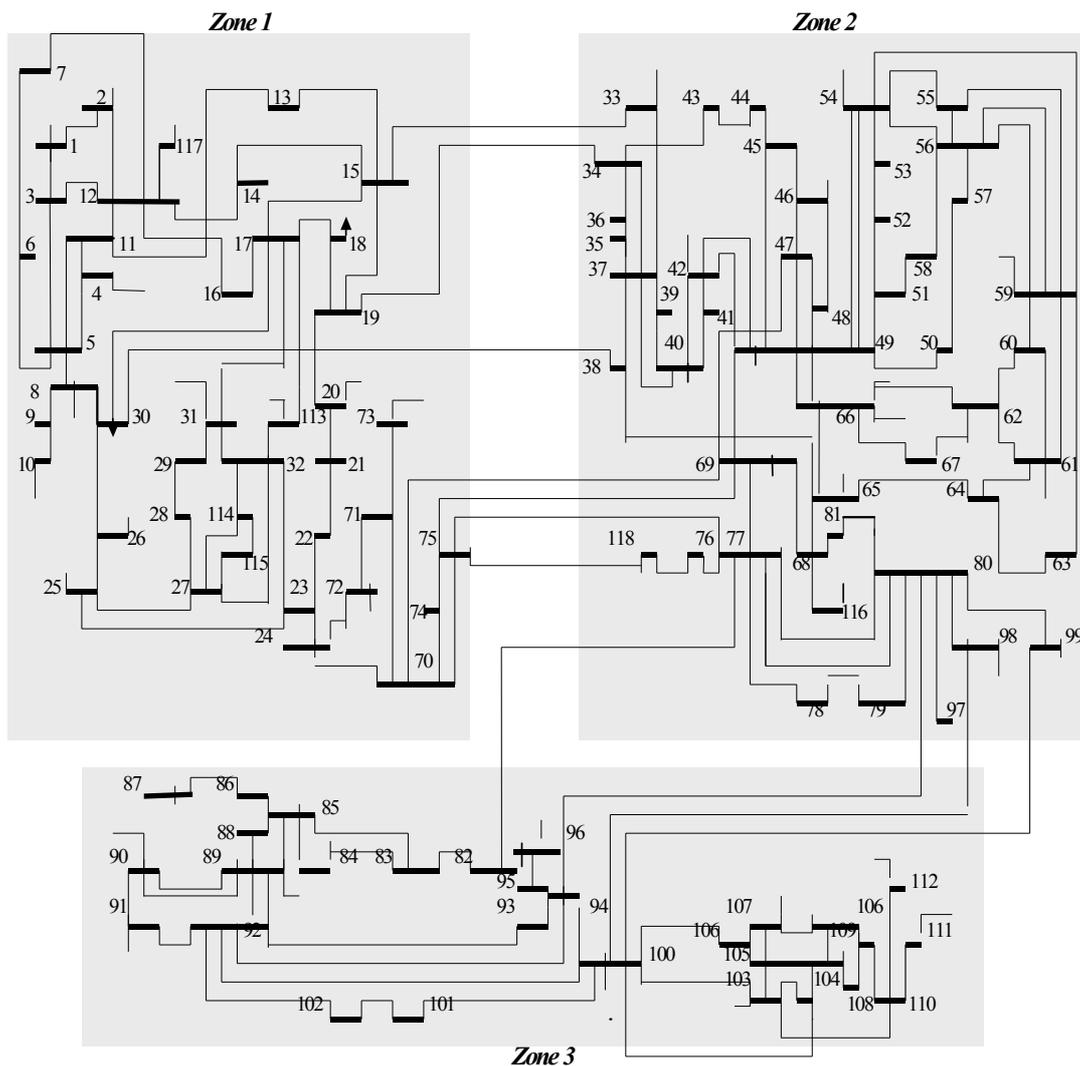


Fig. 16 : Schéma du réseau de 118 jeux de barres [29].

Notre travail va être effectué en plusieurs étapes principales, cette étape correspond à une optimisation mono-objective de la fonction coût de génération, de ce réseau. Les fonctions coût peuvent être écrites sous la forme précédemment.

4.7.1 Minimisation de la fonction cout de génération

Un commençant tout d'abord avec la fonction de cout de génération .Après avoir exécuté notre programme d'optimisation mono-objectif avec les paramètres indiqué précédemment on a eu les résultats suivant :

La valeur de la fonction cout Optimisée (\$/h).
2.3089e+004

Tab. IV.13 la valeur de la fonction cout optimisé.

Pour la puissance générée qui sont des variables de contrôle correspondent à l'optimisation de la Fonction cout, on aura les résultats suivants :

N° de Jeux de barre	Les valeurs de la puissance générée
1	150.0535
4	27.3784
6	28.1631
8	28.0380
10	178.3300
12	161.5203
15	27.9222
18	99.3725
19	28.3996
24	26.4224
25	101.1286
26	128.5075
27	29.3043
31	29.0980
32	68.4370
34	27.3719

36	81.2386
40	29.1635
42	28.4988
46	65.0565
49	77.3970
54	133.9409
55	98.7927
56	98.0715
59	135.0661
61	107.0991
62	99.7707
65	105.5227
66	201.3081
69	86.0112
70	45.0478
72	28.6835
73	29.5129
74	17.4243
76	88.3025
77	94.7051
80	152.8914
85	29.4102
87	165.3147
89	180.7523
90	19.3714
91	49.5403
92	104.2468
99	180.9505
100	110.7321
103	19.9034

104	59.8116
105	74.4826
107	17.6501
110	49.1806
111	77.2337
112	98.5104
113	98.2558
116	47.5493

Tab. IV.14 les puissances générées pour la minimisation de la fonction cout.

Pour ces valeurs de puissance générées, les résultats de L'optimisation d'écoulement de Puissance et Présenté comme suit.

La fonction Cout Optimisé (Dollar/Heur)

$$\frac{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)}{(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)(\dots)} 2.3089e+004$$

*****Les Pertes Active Total (ATL) (non optimisé) (MW) = 83.8480*****

*****Les Pertes Réactive Total (RTL) (non optimisé) (MVAR) = -2.3559e+003*****

*****Les Puissance Active Demande Total (Pdt) (MW) = 4242 *****

*****Les Puissance Active Demande Total calcule (Pdtc)

$$Pdtc = \square Pgg - ATL \text{ (MW) } = 4.2420e+003*****$$

*****Les Puissance Réactive Demande Total (Qdt) (MVAR) = 1438 *****

*****Les Puissance Réactive Demande Total calcule (Qdtc)

$$Qdtc = \square Qgg - RTL \text{ (MVAR) } = 1.4380e+003 *****$$

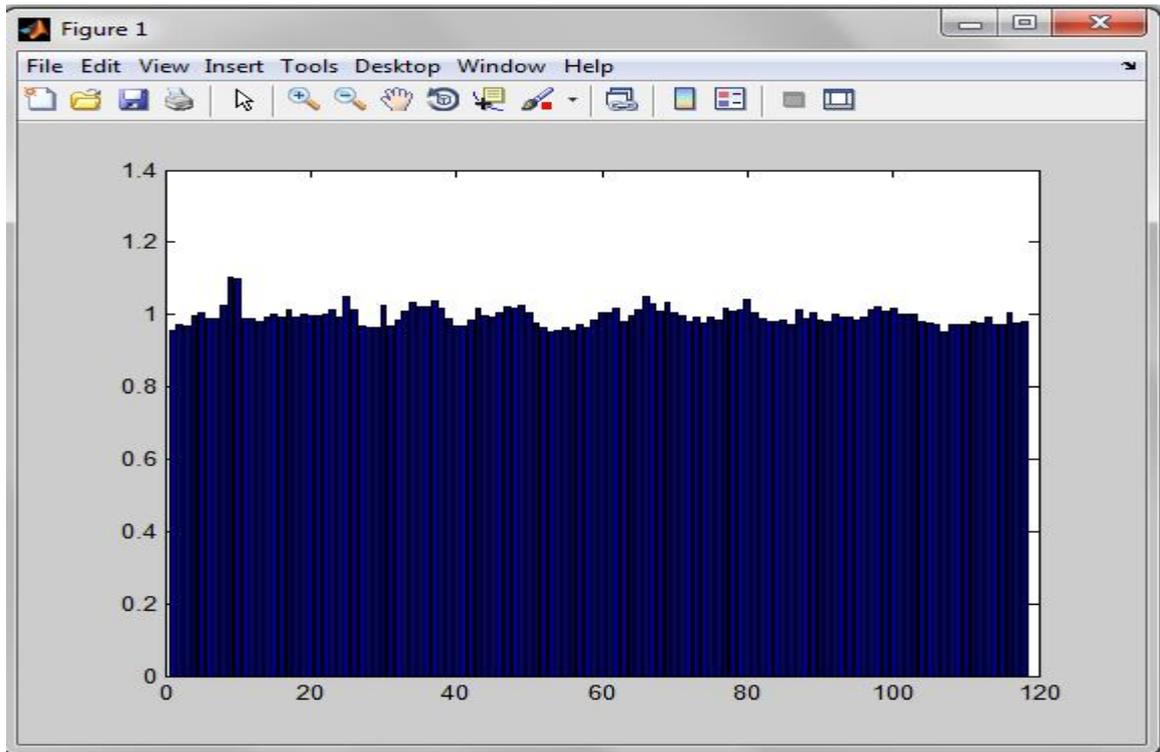


Fig. IV.17 L'état Des tensions au niveau des JB par rapport aux conditions de limites- Optimisation mono-objective (la fonction cout).

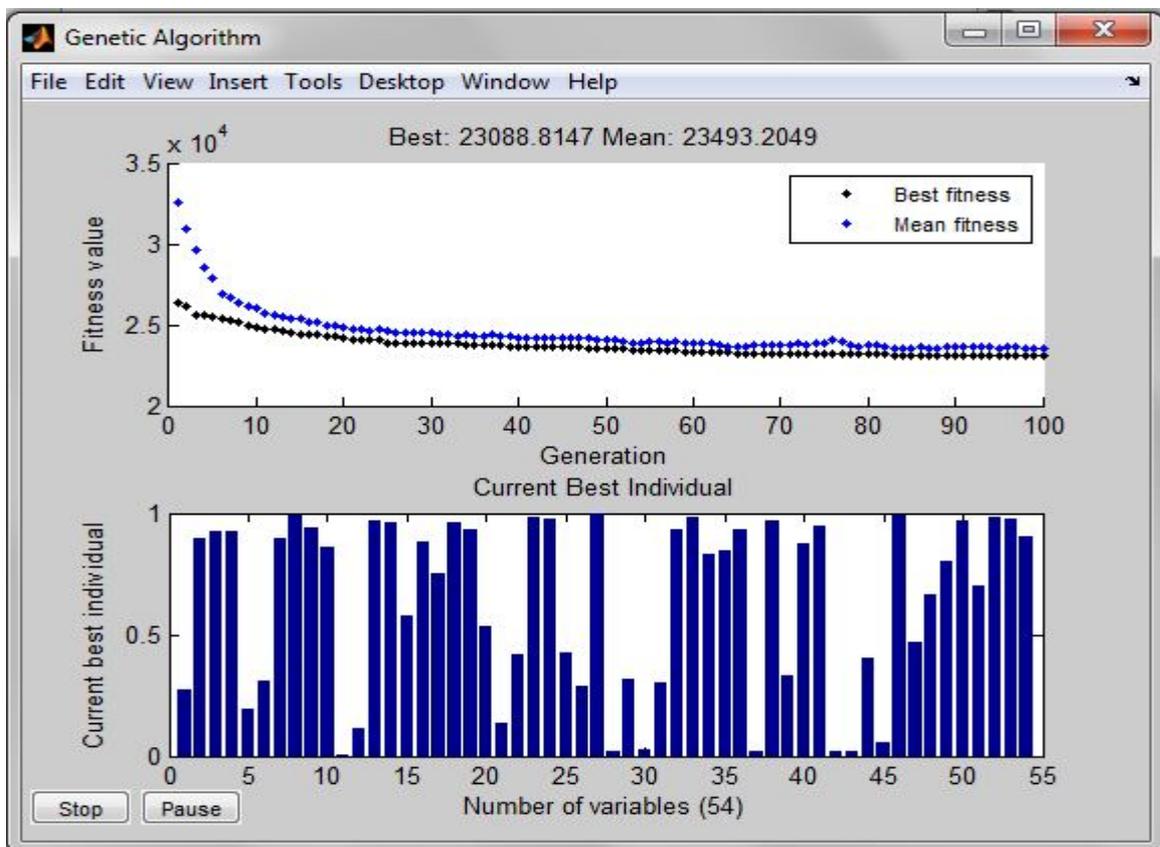


Fig. IV.18 résultats d'optimisation mono-objective (la fonction cout)

La figure (IV.18) en haut donne la meilleure valeur et la valeur moyenne de la fitness pour chaque génération, le point bleu indique la valeur moyenne de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, par contre le point noir indique la meilleure valeur obtenu de la fonction objective pour tous les individus de la génération courante, finalement on va avoir un nombre des points égale au nombre des générations soit pour le (mean) ou pour (the best), et pour ce cas, on a eu 150 point pour les meilleurs et 150 points pour les moyens.

La valeur finale obtenue égale à **2.3089e+004 (dollar/h)** exprime un très bon résultat de minimisation de cout de production, par contre on peut remarquer que la fonction émission ont pris une grand valeur franches leur limites technique et environnementale acceptable. et les résultats de ces deux fonctions sont représenté sur le tableau (IV.14). Et La figure (IV.18) en bas présente le nombre des variables de la fonction a optimisé, ainsi que le nombre des meilleurs individus qui correspond à chaque variable. Nous a donné aussi l'image de chaque valeur de puissance qui doit être généré par les centrales.

Interprétation:

On constate d'après les graphes illustré précédemment que tous les résultats obtenus, soit les puissances générées ou les tensions au niveau des JB respectent les contraintes d'inégalité et les conditions de limite de l'écoulement de puissance tel que la min et le max d'une tension ainsi que les puissances (active et réactive) générés par chaque centrale.

D'après ces résultats on constate que les puissances qui doivent être générées par chaque centrale ne sont pas répartie d'une façon équitables les résultats sure les tableaux suivent :

N° de jeux de barre (JB)	Module de puissance génère (Pg) (KW)	Module totale (PgT) (KW)	Valeur de Pg(JB) /PgT (p.u)	La valeur de puissance génère (%)
1	150.0535	4325.848	0.0346	3.46
4	27.3784	4325.848	0.0063	0.63
6	28.1631	4325.848	0.0065	0.65
8	28.0380	4325.848	0.0064	0.64
10	178.3300	4325.848	0.0412	4.12
12	161.5203	4325.848	0.0373	3.73
15	27.9222	4325.848	0.0065	0.65
18	99.3725	4325.848	0.0229	2.29

19	28.3996	4325.848	0.0065	0.65
24	26.4224	4325.848	0.061	0.61
25	101.1286	4325.848	0.0233	2.33
26	128.5075	4325.848	0.0297	2.97
27	29.3043	4325.848	0.0067	0.67
31	29.0980	4325.848	0.0067	0.67
32	68.4370	4325.848	0.0158	1.58
34	27.3719	4325.848	0.0063	0.63
36	81.2386	4325.848	0.0187	1.87
40	29.1635	4325.848	0.0067	0.67
42	28.4988	4325.848	0.0065	0.65
46	65.0565	4325.848	0.0150	1.50
49	77.3970	4325.848	0.0179	1.79
54	133.9409	4325.848	0.0309	3.09
55	98.7927	4325.848	0.0228	2.28
56	98.0715	4325.848	0.0226	2.26
59	135.0661	4325.848	0.0312	3.12
61	107.0991	4325.848	0.0247	2.47
62	99.7707	4325.848	0.023	2.3
65	105.5227	4325.848	0.0244	2.44
66	201.3081	4325.848	0.0465	4.65
69	86.0112	4325.848	0.0199	1.99
70	45.0478	4325.848	0.0104	1.04
72	28.6835	4325.848	0.0066	0.66
73	29.5129	4325.848	0.0068	0.68
74	17.4243	4325.848	0.004	0.4
76	88.3025	4325.848	0.0204	2.04
77	94.7051	4325.848	0.0218	2.18
80	152.8914	4325.848	0.0353	3.53
85	29.4102	4325.848	0.0068	0.68
87	165.3147	4325.848	0.0382	3.82
89	180.7523	4325.848	0.0417	4.17
90	19.3714	4325.848	0.0044	0.44
91	49.5403	4325.848	0.0114	1.14
92	104.2468	4325.848	0.024	2.4
99	180.9505	4325.848	0.0418	4.18
100	110.7321	4325.848	0.0256	2.56
103	19.9034	4325.848	0.0046	0.46
104	59.8116	4325.848	0.0138	1.38
105	74.4826	4325.848	0.0172	1.72
107	17.6501	4325.848	0.0040	0.40
110	49.1806	4325.848	0.0113	1.13
111	77.2337	4325.848	0.0178	1.78
112	98.5104	4325.848	0.0227	2.27
113	98.2558	4325.848	0.0227	2.27
116	47.5493	4325.848	0.011	1.1
Sum	4325.848	4325.848	0.9999	99.99

Tab. IV.15 la puissance fournit pour chaque génératrice par rappeur la puissance totale génère.

Les résultats sont copié de l'affichage de MATLAB commande.

```
#####
L'analyse de l'écoulement de puissance par la méthode de Newton Raphson
(Newton Raphson Loadflow Analysis)
#####
```

| Bus |	V |	Angle |	Injection |		Generation |		Load |	
| No |	pu |	Degree |	MW |	MVar |	MW |	Mvar |	MW |	MVar |
1	0.9550	0.0000	99.054	-75.722	150.054	-48.722	51.000	27.000
2	0.9718	-0.0475	-20.000	-9.000	0.000	0.000	20.000	9.000
3	0.9677	-0.0353	-39.000	-10.000	0.000	0.000	39.000	10.000
4	0.9980	-0.0578	-11.622	-64.189	27.378	-52.189	39.000	12.000
5	1.0042	-0.0560	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
6	0.9900	-0.0687	-23.837	-19.299	28.163	2.701	52.000	22.000
7	0.9893	-0.0694	-19.000	-2.000	0.000	0.000	19.000	2.000
8	1.0250	-0.0338	0.038	-278.439	28.038	-278.439	28.000	0.000
9	1.1017	0.0085	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
10	1.1000	0.0562	178.330	-164.562	178.330	-164.562	0.000	0.000
11	0.9877	-0.0746	-70.000	-23.000	-0.000	0.000	70.000	23.000
12	0.9900	-0.0640	114.520	17.261	161.520	27.261	47.000	10.000
13	0.9795	-0.1042	-34.000	-16.000	0.000	0.000	34.000	16.000
14	0.9931	-0.0882	-14.000	-1.000	0.000	0.000	14.000	1.000
15	1.0000	-0.1233	-62.078	-26.443	27.922	3.557	90.000	30.000
16	0.9910	-0.0868	-25.000	-10.000	0.000	0.000	25.000	10.000
17	1.0112	-0.0914	-11.000	-3.000	0.000	0.000	11.000	3.000

18	0.9930	-0.0943	39.372	-64.185	99.372	-30.185	60.000	34.000
19	1.0020	-0.1238	-16.600	6.339	28.400	31.339	45.000	25.000
20	0.9980	-0.1376	-18.000	-3.000	0.000	0.000	18.000	3.000
21	0.9967	-0.1320	-14.000	-8.000	-0.000	0.000	14.000	8.000
22	1.0017	-0.1127	-10.000	-5.000	0.000	0.000	10.000	5.000
23	1.0123	-0.0653	-7.000	-3.000	0.000	0.000	7.000	3.000
24	0.9920	-0.0658	13.422	-55.254	26.422	-55.254	13.000	0.000
25	1.0500	-0.0122	101.129	30.620	101.129	30.620	0.000	0.000
26	1.0150	0.0005	128.508	-89.335	128.508	-89.335	0.000	0.000
27	0.9680	-0.0959	-41.696	-77.237	29.304	-64.237	71.000	13.000
28	0.9628	-0.1130	-17.000	-7.000	-0.000	-0.000	17.000	7.000
29	0.9637	-0.1153	-24.000	-4.000	0.000	0.000	24.000	4.000
30	1.0246	-0.0765	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.9670	-0.1078	-13.902	-36.234	29.098	-9.234	43.000	27.000
32	0.9830	-0.0911	9.437	-0.687	68.437	22.313	59.000	23.000
33	1.0110	-0.1704	-23.000	-9.000	-0.000	0.000	23.000	9.000
34	1.0340	-0.1939	-31.628	-20.564	27.372	5.436	59.000	26.000
35	1.0218	-0.1795	-33.000	-9.000	0.000	0.000	33.000	9.000
36	1.0200	-0.1740	50.239	-29.453	81.239	-12.453	31.000	17.000
37	1.0380	-0.1914	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	1.0171	-0.1477	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	0.9881	-0.2486	-27.000	-11.000	0.000	0.000	27.000	11.000
40	0.9700	-0.2677	-36.837	-65.804	29.163	-42.804	66.000	23.000
41	0.9677	-0.2891	-37.000	-10.000	0.000	0.000	37.000	10.000
42	0.9850	-0.2975	-67.501	-9.763	28.499	13.237	96.000	23.000

43	1.0173	-0.2395	-18.000	-7.000	0.000	0.000	18.000	7.000
44	0.9966	-0.2629	-16.000	-8.000	-0.000	-0.000	16.000	8.000
45	0.9925	-0.2570	-53.000	-22.000	0.000	-0.000	53.000	22.000
46	1.0050	-0.2124	37.056	-30.780	65.056	-20.780	28.000	10.000
47	1.0209	-0.2187	-34.000	-0.000	0.000	-0.000	34.000	0.000
48	1.0161	-0.2217	-20.000	-11.000	-0.000	-0.000	20.000	11.000
49	1.0250	-0.2154	-9.603	59.186	77.397	89.186	87.000	30.000
50	1.0043	-0.2240	-17.000	-4.000	0.000	-0.000	17.000	4.000
51	0.9743	-0.2354	-17.000	-8.000	0.000	-0.000	17.000	8.000
52	0.9658	-0.2429	-18.000	-5.000	-0.000	-0.000	18.000	5.000
53	0.9524	-0.2339	-23.000	-11.000	0.000	0.000	23.000	11.000
54	0.9550	-0.1979	20.941	-83.642	133.941	-51.642	113.000	32.000
55	0.9620	-0.1955	35.793	32.376	98.793	54.376	63.000	22.000
56	0.9540	-0.1973	14.072	-134.488	98.072	-116.488	84.000	18.000
57	0.9739	-0.2164	-12.000	-3.000	0.000	0.000	12.000	3.000
58	0.9640	-0.2248	-12.000	-3.000	-0.000	-0.000	12.000	3.000
59	0.9850	-0.2148	-141.934	-83.159	135.066	29.841	277.000	113.000
60	1.0047	-0.1825	-78.000	-3.000	0.000	-0.000	78.000	3.000
61	1.0050	-0.1716	107.099	-74.952	107.099	-74.952	0.000	0.000
62	1.0180	-0.1720	22.771	16.267	99.771	30.267	77.000	14.000
63	0.9807	-0.1864	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
64	0.9978	-0.1726	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
65	1.0150	-0.1531	105.523	-14.342	105.523	-14.342	0.000	0.000
66	1.0500	-0.1577	162.308	-55.089	201.308	-37.089	39.000	18.000
67	1.0313	-0.1784	-28.000	-7.000	-0.000	-0.000	28.000	7.000

68	1.0078	-0.1567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
69	1.0350	-0.1478	86.011	-99.942	86.011	-99.942	0.000	0.000
70	1.0040	-0.1434	-20.952	-5.345	45.048	14.655	66.000	20.000
71	0.9976	-0.1246	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
72	0.9800	-0.0759	16.683	-28.020	28.683	-28.020	12.000	0.000
73	0.9910	-0.1122	23.513	-19.980	29.513	-19.980	6.000	0.000
74	0.9780	-0.1749	-50.576	-39.630	17.424	-12.630	68.000	27.000
75	0.9913	-0.1680	-47.000	-11.000	-0.000	-0.000	47.000	11.000
76	0.9830	-0.1411	20.303	-29.543	88.303	6.457	68.000	36.000
77	1.0160	-0.1242	33.705	-19.597	94.705	8.403	61.000	28.000
78	1.0107	-0.1322	-71.000	-26.000	0.000	0.000	71.000	26.000
79	1.0114	-0.1326	-39.000	-32.000	-0.000	-0.000	39.000	32.000
80	1.0400	-0.1121	22.891	102.474	152.891	128.474	130.000	26.000
81	1.0050	-0.1397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
82	0.9866	-0.0750	-54.000	-27.000	0.000	0.000	54.000	27.000
83	0.9801	-0.0389	-20.000	-10.000	0.000	0.000	20.000	10.000
84	0.9784	0.0287	-11.000	-7.000	-0.000	-0.000	11.000	7.000
85	0.9850	0.0676	5.410	-0.282	29.410	14.718	24.000	15.000
86	0.9741	0.2562	-21.000	-10.000	0.000	0.000	21.000	10.000
87	1.0150	0.6025	165.315	21.212	165.315	21.212	0.000	0.000
88	0.9903	0.0471	-48.000	-10.000	0.000	0.000	48.000	10.000
89	1.0050	0.0667	180.752	6.283	180.752	6.283	0.000	0.000
90	0.9850	0.0020	-143.629	0.939	19.371	42.939	163.000	42.000
91	0.9800	0.0462	39.540	-37.345	49.540	-37.345	10.000	0.000
92	1.0000	0.0484	39.247	-30.432	104.247	-20.432	65.000	10.000

93	0.9935	0.0133	-12.000	-7.000	0.000	0.000	12.000	7.000
94	0.9935	-0.0090	-30.000	-16.000	0.000	0.000	30.000	16.000
95	0.9826	-0.0436	-42.000	-31.000	0.000	0.000	42.000	31.000
96	0.9926	-0.0687	-38.000	-15.000	0.000	-0.000	38.000	15.000
97	1.0123	-0.0967	-15.000	-9.000	0.000	-0.000	15.000	9.000
98	1.0228	-0.0724	-34.000	-8.000	0.000	0.000	34.000	8.000
99	1.0100	0.0902	138.950	-50.607	180.950	-50.607	42.000	0.000
100	1.0170	0.0538	73.732	89.123	110.732	107.123	37.000	18.000
101	0.9999	0.0359	-22.000	-15.000	0.000	0.000	22.000	15.000
102	1.0000	0.0423	-5.000	-3.000	0.000	-0.000	5.000	3.000
103	1.0000	0.0941	-3.097	-6.790	19.903	9.210	23.000	16.000
104	0.9810	0.1067	21.812	-27.811	59.812	-2.811	38.000	25.000
105	0.9750	0.1097	43.483	-24.636	74.483	1.364	31.000	26.000
106	0.9711	0.0763	-43.000	-16.000	-0.000	0.000	43.000	16.000
107	0.9520	0.0645	-32.350	-20.555	17.650	-8.555	50.000	12.000
108	0.9723	0.1484	-2.000	-1.000	-0.000	-0.000	2.000	1.000
109	0.9714	0.1651	-8.000	-3.000	-0.000	0.000	8.000	3.000
110	0.9730	0.2155	10.181	-29.729	49.181	0.271	39.000	30.000
111	0.9800	0.2792	77.234	-12.778	77.234	-12.778	0.000	0.000
112	0.9750	0.2382	30.510	-14.238	98.510	-1.238	68.000	13.000
113	0.9930	-0.0607	92.256	-87.270	98.256	-87.270	6.000	0.000
114	0.9724	-0.1029	-8.000	-3.000	0.000	0.000	8.000	3.000
115	0.9710	-0.1040	-22.000	-7.000	0.000	0.000	22.000	7.000
116	1.0050	-0.1619	-136.451	-74.826	47.549	-74.826	184.000	0.000
117	0.9763	-0.0914	-20.000	-8.000	0.000	-0.000	20.000	8.000

118	0.9814	-0.1631	-33.000	-15.000	0.000	0.000	33.000	15.000

Total		83.848	-2355.897	4325.848	-917.897	4242.000	1438.000	

Le Nombre de Itération (Iter =10).

Temps d'exécution = 13277.476147 seconds.

Conclusion

Après les deux étapes de chaque modale (IEEE14 jeux de barre ,IEEE30 jeux de barre ,IEEE57 jeux de barre et IEEE118 jeux de barre) précédentes, et après l'application d'une technique d'optimisation mono-objective sur les deux fonctions émission et cout de production, en pouvons dire que chaque fois que nous essayons de minimiser une seul fonction séparément de les autres on aura un accroissement des valeurs de ces dernières ou au moins l'une des eux puisque effectivement nous avons remarqué que chaque fois on applique une optimisation mono-objectif de l'une des fonctions objectif soit l'émission des gaz toxique on aura aussi un très bon valeurs de l'autre sans qu'elle fait partie de l'opération d'optimisation mais toujours avec une très grande augmentation de la fonction cout.

Et Finalement L'importance de ce travail est l'économie de l'énergie électrique qui nous ramène à un bilan de puissances équilibré entre la génération et la consommation avec de cout et gaz optimal.

- [1] **Adama D. Diarra**, "*La répartition optimale de la puissance réactive pour le contrôle des tensions de barre d'un réseau électrique par simplex LP*", Université du Québec ; Septembre 1984.
- [2] **Cours (2010) de l'enseignant Naimi.D.**/Université de Mohamed khider- Département de l'électrotechnique-Biskra.
- [3] **Michel Minoux**, *Programmation Mathématique : Théories et Algorithmes*, Dunod, vol.1, Paris, 1983.
- [4] **Tegani ilyes et Dahmane abdeslam** (optimisation multiobjectif a base des algorithmes génétiques sur un réseau électrique), Université de M^{ed} khider Biskra, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en réseaux électriques une. Promotion Juin 2011.
- [5] **T. Bouktir** ; «Application de la programmation orientée objet à l'optimisation de l'écoulement de puissances », Thèse de doctorat d'état. U Batna ,Algérie, juin 2004.
- [6] **Carpienter J.**, "Contribution e l'étude do Dispatching Economique," Bulletin Society Française Electriciens, Vol. 3, 1962.
- [7] **Petridis V.**, "*Optimal power flow by enhanced genetic algorithm*," IEEE Transactions on Power System, Vol. 17, No. 2, pp. 229-236, 2002.
- [8] **Angar yahia et Allaoua slimane** (Minimisation des pertes actives par Algorithme génétique appliquée au réseau électrique Algérien), Université de M^{ed} khider Biskra, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en réseaux électriques une. Promotion Juin 2011
- [9] **Olli. I. E Elgerd**, "Electric energy system theory an introduction" 1992.
- [10] **C. Eyquem et A. Montaut**, *Les Algorithmes Génétiques*, 21 juin 2001.
- [11] **Chen B. S., Cheng Y. M. and Lee C. H.**, "*A Genetic Approach to Mixed H2/H ∞ Optimal PID Control*," *IEEE Control systems magazine*, Vol. 15, No. 5, pp. 551-560, 1995.
- [12] **A.Laifa**, '*Evaluation de la Stabilité de Tension d'un Réseau d'énergie électrique Développement et Application Des Indices De Stabilité* ', thèse de Magister, Ecole Nationale polytechnique, 27 juin 1995.

- [13] **Y. Colletto et P. Siarry**, " *Optimisation Multi-objectif*," EYROLLES, Nov. 2002.
- [14] **Yuryevich J. and Wong K. P.**, " *Evolutionary Programming Based Optimal Power Flow Algorithm*," *IEEE Transaction on power Systems*, Vol. 14, No. 4, 1999.
- [15] **Mohamed E. El-Hawary**, Dalhousie University, "Optimal power flow", 2006 by Taylor and Francis Group
- [16] **H.H. Happ and K.A. Wirgou**, Général Electric company, schnectaly, NY 12345. USA" A Review of optimal power flow", Vol 312, no ¾. pp. 231-264, September / october 1981, Printed in Great Britain.
- [17] **Frédéric Messine**, *Méthodes d'Optimisation Globale basées sur l'Analyse d'Intervalle pour la Résolution de Problèmes avec Contraintes*, Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier Toulouse III, 1997.
- [18] **Souquet Amédée and Radet Francois-Gérard** *ALGORITHMES GENETIQUESTE de fin d'année* Tutorat de Mr Philippe Audebaud Soutenu le 21/06/2004 devant la commission composée de : S. Julia P. Audebaud G. Dufay
- [19] **Holland J.**, *Adaptation in natural and artificial systems*, University of Michigan Press, 1975.
- [20] **Goldberg D.E.**, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989.
- [21] **Michalewicz Z., Deb K., Schmidt M. et Stidsen TH. (1999)**. " *Evolutionary algorithms for engineering applications*". pp.73-94. Dans " *Evolutionary algorithms in engineering and computer science: recent advances in genetic algorithms, evolution strategies, evolutionary programming, genetic programming and industrial applications*". Edité par : Makela M., Miettinen K., Neittaanmaki P. et Periaux J., Chichester; New York: Wiley, 500 p.
- [22] **Tomassini M. (1999)**. " *Parallel and distributed evolutionary algorithms: Review*". pp.113-133. Dans : " *Evolutionary algorithms in engineering And computer science: recent advances in genetic algorithms, evolution strategies, evolutionary programming, genetic programming and industrial applications*". Édité par : Makela M., Miettinen K., Neittaanmaki P. et Periaux J., Chichester; New York: Wiley, 500 p.

- [23] **Coello Coello, Carlos A., Van Veldhuizen D.A. et Lamont G.B.** 2002. *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems*. Kluwer Academic Publishers, New York 576 p.
- [24] **Goldberg D.E., (1994) (1989).** *Algorithmes génétiques : exploration, optimisation et apprentissage automatique*. Traduction de l'anglais américain par Vincent Corruble. Éditions Addison-Wesley France, 417 p. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison Wesley Longman, 412 p.
- [25] **Deb K. (2000), (1999).** *Introduction to selection.: "Evolutionary computation I : advanced algorithms and operators"*. Édité par : Bäck T., Fogel D.B., et Michalewicz Z.; *Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia*, 331 p. "Evolutionary Algorithms for Multi-Criterion Optimization in Engineering design", pp. 135-161. Dans : "Evolutionary algorithms in engineering and computer science: recent advances in genetic algorithms, evolution strategies, evolutionary programming, genetic programming and industrial applications". Édité par : Makela M., Miettinen K., Neittaanmaki P. et Periaux J., Chichester; New York: Wiley, 500 p.
- [26] **Goldberg D.E., (1989).** *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison Wesley Longman, 412 p.
- [27] **Langdon W.B. (1998).** " *Genetic programming and data structures: genetic programming + data structures = automatic programming !*". Boston: Kluwer Academic Publishers, 278 p.
- [28] **Ryan C. (2000), (1995).** *Automatic Re-Engineering of Software using Genetic Programming*. Kluwer Academic Publishers, 140 p. . "Niche and species formation in genetic algorithms". Dans : *Practical handbook of genetic algorithms: applications, volume 1*. Édité par : Lance Chambers, pp. 57-74.
- [29] <http://ee.sharif.edu> IEEE 118-bus, 54-unit, 24-hour system Unit and Network Data
- [30] **S. PRABHAKAR KARTHIKEYAN1, K.PALANISAMY1, C.RANI1, I. JACOB RAGLEND2, D. P. KOTHARI3** *Security Constrained Unit Commitment Problem with Operational ,Power Flow and Environmental Constraints, WSEAS TRANSACTIONS on POWER SYSTEMS , Issue 2, Volume 4,[PP 53 66] February 2009.*
- [31] www.ee.washington.edu/.../pf118/pj_tca11bus.h...

On a décrit dans notre travail l'importance de la résolution de l'écoulement de puissance, en abordant les méthodes de résolution des équations non-linéaires de Newton-Raphson et son efficacité pour la convergence et son nombre réduit des itérations pour atteindre la solution.

Egalement, on a donné un aperçu général sur les différentes méthodes d'optimisation déterministe et évolutionnaire en se basant sur la méthode des Algorithmes Génétiques. Mais Avant d'appliquer l'algorithme génétique par l'optimisation de coût et émission des gaz toxique de générateur, qui est la tâche principale de ce mémoire, il était primordial de procéder à un Choix judicieux des différents paramètres de l'algorithme génétique.

On a abordé l'optimisation de la répartition des puissances en se basant sur la recherche du point de fonctionnement optimal en minimisant le coût et émission des gaz toxique sous les différentes contraintes d'égalité et d'inégalité reflétant respectivement l'équilibre Demande- Génération et sécurité de fonctionnement.

Plusieurs modèles de tailles différentes ont été choisis pour valider notre algorithme qui Sont des réseaux test IEEE14, IEEE30 et IEEE57 et finalement IEEE118. Le programme est développé sous l'environnement de MATLAB version 7.9.

Les résultats des réseaux test standard présentent des performances acceptables de point de vue perte de puissance, ainsi qu'un strict respect des conditions techniques relatives à la tension et à la puissance active et réactive générée (respect de toutes les contraintes).

Les résultats montrent que les deux fonctions coût et émission des gaz sont contradictoires se qui donne l'impression au développement en perspective d'autres travaux vers l'optimisation multi Objective.

Base des données d'un réseau électrique de 14 JB. 30 JB.57 JB et118 JB

[30].

% Type....

% 1 - Slack swing Bus..

% 2 - PV Bus..

% 3 - PQ Bus..

```

%      |Bus | Type | Vsp | theta | PGi | QGi | PLi | QLi | Qmin | Qmax |
busdat14 = [1   1   1.000  0     0     0     0     0     0     0;
            2   2   1.045  0    40    42.4  21.7  12.7  -40    50;
            3   2   1.010  0     0    23.4  94.2  19.0   0     40;
            4   3   1.0     0     0     0    47.8  -3.9   0     0;
            5   3   1.0     0     0     0     7.6   1.6   0     0;
            6   2   1.070  0     0    12.2  11.2   7.5  -6    24;
            7   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;
            8   2   1.090  0     0    17.4   0.0   0.0  -6    24;
            9   3   1.0     0     0     0    29.5  16.6   0     0;
           10   3   1.0     0     0     0     9.0   5.8   0     0;
           11   3   1.0     0     0     0     3.5   1.8   0     0;
           12   3   1.0     0     0     0     6.1   1.6   0     0;
           13   3   1.0     0     0     0    13.5   5.8   0     0;
           14   3   1.0     0     0     0    14.9   5.0   0    0];

```

```

%      |Bus | Type | Vsp | theta | PGi | QGi | PLi | QLi | Qmin | Qmax |
busdat30 = [1   1   1.06   0     0     0     0     0     0     0;
            2   2   1.043  0    40    50.0  21.7  12.7  -40    50;
            3   3   1.0     0     0     0     2.4   1.2   0     0;
            4   3   1.06   0     0     0     7.6   1.6   0     0;
            5   2   1.01   0     0    37.0  94.2  19.0  -40    40;
            6   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;
            7   3   1.0     0     0     0    22.8  10.9   0     0;
            8   2   1.01   0     0    37.3  30.0  30.0  -10    40;
            9   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;
           10   3   1.0     0     0    19.0   5.8   2.0   0     0;
           11   2   1.082  0     0    16.2   0.0   0.0   -6    24;
           12   3   1.0     0     0     0    11.2   7.5   0     0;
           13   2   1.071  0     0    10.6   0.0   0.0   -6    24;
           14   3   1.0     0     0     0     6.2   1.6   0     0;
           15   3   1.0     0     0     0     8.2   2.5   0     0;
           16   3   1.0     0     0     0     3.5   1.8   0     0;
           17   3   1.0     0     0     0     9.0   5.8   0     0;
           18   3   1.0     0     0     0     3.2   0.9   0     0;
           19   3   1.0     0     0     0     9.5   3.4   0     0;
           20   3   1.0     0     0     0     2.2   0.7   0     0;
           21   3   1.0     0     0     0    17.5  11.2   0     0;
           22   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;
           23   3   1.0     0     0     0     3.2   1.6   0     0;
           24   3   1.0     0     0     4.3   8.7   6.7   0     0;
           25   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;
           26   3   1.0     0     0     0     3.5   2.3   0     0;
           27   3   1.0     0     0     0     0.0   0.0   0     0;

```

28	3	1.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0;
29	3	1.0	0	0	0	2.4	0.9	0	0;
30	3	1.0	0	0	0	10.6	1.9	0	0];

%	|Bus	|Type	|Vsp	|theta	|PGi	|QGi	|PLi	|QLi	|Qmin	|Qmax
busdat57 =	[1	1	1.040	0	478	128.9	55	17	0.0	0.0;
	2	2	1.010	0	0.0	-0.8	3.0	88.0	-17.0	50.0;
	3	2	0.985	0	40.0	-1.0	41.0	21.0	-10.0	60.0;
	4	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	5	3	1.000	0	0.0	0.0	13.0	4.0	0.0	0.0;
	6	2	0.980	0	0.0	0.8	75.0	2.0	-8.0	25;
	7	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	8	2	1.005	0	450.0	62.1	150.0	22.0	-140.0	200.0;
	9	2	0.980	0	0.0	2.2	121.0	26.0	-3.0	9.0;
	10	3	1.000	0	0.0	0.0	5.0	2.0	0.0	0.0;
	11	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	12	2	1.015	0	310.0	128.5	377.0	24.0	-50.0	155.0;
	13	3	1.000	0	0.0	0.0	18.0	2.3	0.0	0.0;
	14	3	1.000	0	0.0	0.0	10.5	5.3	0.0	0.0;
	15	3	1.000	0	0.0	0.0	22.0	5.0	0.0	0.0;
	16	3	1.000	0	0.0	0.0	43.0	3.0	0.0	0.0;
	17	3	1.000	0	0.0	0.0	42.0	8.0	0.0	0.0;
	18	3	1.000	0	0.0	0.0	27.2	9.8	0.0	0.0;
	19	3	1.000	0	0.0	0	3.3	6	0.0	0.0;
	20	3	1.000	0	0.0	0	2.3	1	0.0	0.0;
	21	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	22	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	23	3	1.000	0	0.0	0.0	6.3	2.1	0.0	0.0;
	24	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	25	3	1.000	0	0.0	0.0	6.3	3.2	0.0	0.0;
	26	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	27	3	1.000	0	0.0	0.0	9.3	0.5	0.0	0.0;
	28	3	1.000	0	0.0	0.0	4.6	2.3	0.0	0.0;
	29	3	1.000	0	0.0	0.0	17.0	2.6	0.0	0.0;
	30	3	1.000	0	0.0	0.0	3.6	1.8	0.0	0.0;
	31	3	1.000	0	0.0	0.0	5.8	2.9	0.0	0.0;
	32	3	1.000	0	0.0	0.0	1.6	0.8	0.0	0.0;
	33	3	1.000	0	0.0	0.0	3.8	1.9	0.0	0.0;
	34	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	35	3	1.000	0	0.0	0.0	6.0	3.0	0.0	0.0;
	36	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	37	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	38	3	1.000	0	0.0	0.0	14.0	7.0	0.0	0.0;
	39	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	40	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	41	3	1.000	0	0.0	0.0	6.3	3.0	0.0	0.0;
	42	3	1.000	0	0.0	0.0	7.1	4.4	0.0	0.0;
	43	3	1.000	0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0;
	44	3	1.000	0	0.0	0.0	12.0	1.8	0.0	0.0;
	45	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	46	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	47	3	1.000	0	0.0	0.0	29.7	11.6	0.0	0.0;
	48	3	1.000	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0;
	49	3	1.000	0	0.0	0.0	18.0	8.5	0.0	0.0;
	50	3	1.000	0	0.0	0.0	21.0	10.5	0.0	0.0;
	51	3	1.000	0	0.0	0.0	18.0	5.3	0.0	0.0;
	52	3	1.000	0	0.0	0.0	4.9	2.2	0.0	0.0;
	53	3	1.000	0	0.0	0.0	20.0	10.0	0.0	0.0;

54	3	1.000	0	0.0	0.0	4.1	1.4	0.0	0.0;
55	3	1.000	0	0.0	0.0	6.8	3.4	0.0	0.0;
56	3	1.000	0	0.0	0.0	7.6	2.2	0.0	0.0;
57	3	1.000	0	0.0	0.0	6.7	2.0	0.0	0.0];

% |Bus | Type | Vsp | theta | PGi | QGi | PLi | QLi | Qmin | Qmax

busdat118=[

1	2	0.955	0	0	0	51	27	-5	15
2	3	1	0	0	0	20	9	0	0
3	3	1	0	0	0	39	10	0	0
4	2	0.998	0	0	0	39	12	-300	300
5	3	1	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0.99	0	0	0	52	22	-13	50
7	3	1	0	0	0	19	2	0	0
8	2	1.015	0	0	0	28	0	-300	300
9	3	1	0	0	0	0	0	0	0
10	2	1.05	0	450	0	0	0	-147	200
11	3	1	0	0	0	70	23	0	0
12	2	0.99	0	85	0	47	10	-35	120
13	3	1	0	0	0	34	16	0	0
14	3	1	0	0	0	14	1	0	0
15	2	0.97	0	0	0	90	30	-10	30
16	3	1	0	0	0	25	10	0	0
17	3	1	0	0	0	11	3	0	0
18	2	0.973	0	0	0	60	34	-16	50
19	2	0.962	0	0	0	45	25	-8	24
20	3	1	0	0	0	18	3	0	0
21	3	1	0	0	0	14	8	0	0
22	3	1	0	0	0	10	5	0	0
23	3	1	0	0	0	7	3	0	0
24	2	0.992	0	0	0	13	0	-300	300
25	2	1.05	0	220	0	0	0	-47	140
26	2	1.015	0	340	0	0	0	-1000	1000
27	2	0.968	0	0	0	71	13	-300	300
28	3	1	0	0	0	17	7	0	0
29	3	1	0	0	0	24	4	0	0
30	3	1	0	0	0	0	0	0	0
31	2	0.967	0	7	0	43	27	-300	300
32	2	0.963	0	0	0	59	23	-14	42
33	3	1	0	0	0	23	9	0	0
34	2	0.984	0	0	0	59	26	-8	24
35	3	1	0	0	0	33	9	0	0
36	2	0.98	0	0	0	31	17	-8	24
37	3	1	0	0	0	0	0	0	0
38	3	1	0	0	0	0	0	0	0
39	3	1	0	0	0	27	11	0	0
40	2	0.97	0	0	0	66	23	-300	300
41	3	1	0	0	0	37	10	0	0
42	2	0.985	0	0	0	96	23	-300	300
43	3	1	0	0	0	18	7	0	0
44	3	1	0	0	0	16	8	0	0
45	3	1	0	0	0	53	22	0	0
46	2	1.005	0	19	0	28	10	-100	100
47	3	1	0	0	0	34	0	0	0
48	3	1	0	0	0	20	11	0	0
49	2	1.025	0	204	0	87	30	-85	210
50	3	1	0	0	0	17	4	0	0
51	3	1	0	0	0	17	8	0	0
52	3	1	0	0	0	18	5	0	0
53	3	1	0	0	0	23	11	0	0

54	2	0.955	0	48	0	113	32	-300	300
55	2	0.952	0	0	0	63	22	-8	23
56	2	0.954	0	0	0	84	18	-8	15
57	3	1	0	0	0	12	3	0	0
58	3	1	0	0	0	12	3	0	0
59	2	0.985	0	155	0	277	113	-60	180
60	3	1	0	0	0	78	3	0	0
61	2	0.995	0	160	0	0	0	-100	300
62	2	0.998	0	0	0	77	14	-20	20
63	3	1	0	0	0	0	0	0	0
64	3	1	0	0	0	0	0	0	0
65	2	1.005	0	391	0	0	0	-67	200
66	2	1.05	0	392	0	39	18	-67	200
67	3	1	0	0	0	28	7	0	0
68	3	1	0	0	0	0	0	0	0
69	1	1.035	0	516.4	0	0	0	-300	300
70	2	0.984	0	0	0	66	20	-10	32
71	3	1	0	0	0	0	0	0	0
72	2	0.98	0	0	0	12	0	-100	100
73	2	0.991	0	0	0	6	0	-100	100
74	2	0.958	0	0	0	68	27	-6	9
75	3	1	0	0	0	47	11	0	0
76	2	0.943	0	0	0	68	36	-8	23
77	2	1.006	0	0	0	61	28	-20	70
78	3	1	0	0	0	71	26	0	0
79	3	1	0	0	0	39	32	0	0
80	2	1.04	0	477	0	130	26	-165	288
81	3	1	0	0	0	0	0	0	0
82	3	1	0	0	0	54	27	0	0
83	3	1	0	0	0	20	10	0	0
84	3	1	0	0	0	11	7	0	0
85	2	0.985	0	0	0	24	15	-8	23
86	3	1	0	0	0	21	10	0	0
87	2	1.015	0	4	0	0	0	-1000	100
88	3	1	0	0	0	48	10	0	0
89	2	1.005	0	607	0	0	0	-210	300
90	2	0.985	0	0	0	163	42	-300	300
91	2	0.98	0	0	0	10	0	-100	100
92	2	0.99	0	0	0	65	10	-3	9
93	3	1	0	0	0	12	7	0	0
94	3	1	0	0	0	30	16	0	0
95	3	1	0	0	0	42	31	0	0
96	3	1	0	0	0	38	15	0	0
97	3	1	0	0	0	15	9	0	0
98	3	1	0	0	0	34	8	0	0
99	2	1.01	0	0	0	42	0	-100	100
100	2	1.017	0	252	0	37	18	-50	155
101	3	1	0	0	0	22	15	0	0
102	3	1	0	0	0	5	3	0	0
103	2	1.01	0	40	0	23	16	-15	40
104	2	0.971	0	0	0	38	25	-8	23
105	2	0.965	0	0	0	31	26	-8	23
106	3	1	0	0	0	43	16	0	0
107	2	0.952	0	0	0	50	12	-200	200
108	3	1	0	0	0	2	1	0	0
109	3	1	0	0	0	8	3	0	0
110	2	0.973	0	0	0	39	30	-8	23
111	2	0.98	0	36	0	0	0	-100	1000
112	2	0.975	0	0	0	68	13	-100	1000
113	2	0.993	0	0	0	6	0	-100	200
114	3	1	0	0	0	8	3	0	0

115	3	1	0	0	0	22	7	0	0
116	2	1.005	0	0	0	184	0	-1000	1000
117	3	1	0	0	0	20	8	0	0
118	3	1	0	0	0	33	15	0	0];

%	From	To	R	X	B/2	X'mer
%	Bus	Bus	pu	pu	pu	TAP (a)
linedat14 =	[1	2	0.01938	0.05917	0.0264	1
	1	5	0.05403	0.22304	0.0246	1
	2	3	0.04699	0.19797	0.0219	1
	2	4	0.05811	0.17632	0.0170	1
	2	5	0.05695	0.17388	0.0173	1
	3	4	0.06701	0.17103	0.0064	1
	4	5	0.01335	0.04211	0.0	1
	4	7	0.0	0.20912	0.0	0.978
	4	9	0.0	0.55618	0.0	0.969
	5	6	0.0	0.25202	0.0	0.932
	6	11	0.09498	0.19890	0.0	1
	6	12	0.12291	0.25581	0.0	1
	6	13	0.06615	0.13027	0.0	1
	7	8	0.0	0.17615	0.0	1
	7	9	0.0	0.11001	0.0	1
	9	10	0.03181	0.08450	0.0	1
	9	14	0.12711	0.27038	0.0	1
	10	11	0.08205	0.19207	0.0	1
	12	13	0.22092	0.19988	0.0	1
	13	14	0.17093	0.34802	0.0	1];

Pour le 14 jeux de barre en place une susptenses chenet pour le JBN°9
B=0.19 (p.u).

%	From	To	R	X	B/2	X'mer
%	Bus	Bus	pu	pu	pu	TAP (a)
linedat30 =	[1	2	0.0192	0.0575	0.0264	1
	1	3	0.0452	0.1652	0.0204	1
	2	4	0.0570	0.1737	0.0184	1
	3	4	0.0132	0.0379	0.0042	1
	2	5	0.0472	0.1983	0.0209	1
	2	6	0.0581	0.1763	0.0187	1
	4	6	0.0119	0.0414	0.0045	1
	5	7	0.0460	0.1160	0.0102	1
	6	7	0.0267	0.0820	0.0085	1
	6	8	0.0120	0.0420	0.0045	1
	6	9	0.0	0.2080	0.0	0.978
	6	10	0.0	0.5560	0.0	0.969
	9	11	0.0	0.2080	0.0	1
	9	10	0.0	0.1100	0.0	1
	4	12	0.0	0.2560	0.0	0.932
	12	13	0.0	0.1400	0.0	1
	12	14	0.1231	0.2559	0.0	1
	12	15	0.0662	0.1304	0.0	1
	12	16	0.0945	0.1987	0.0	1
	14	15	0.2210	0.1997	0.0	1
	16	17	0.0824	0.1923	0.0	1

15	18	0.1073	0.2185	0.0	1
18	19	0.0639	0.1292	0.0	1
19	20	0.0340	0.0680	0.0	1
10	20	0.0936	0.2090	0.0	1
10	17	0.0324	0.0845	0.0	1
10	21	0.0348	0.0749	0.0	1
10	22	0.0727	0.1499	0.0	1
21	23	0.0116	0.0236	0.0	1
15	23	0.1000	0.2020	0.0	1
22	24	0.1150	0.1790	0.0	1
23	24	0.1320	0.2700	0.0	1
24	25	0.1885	0.3292	0.0	1
25	26	0.2544	0.3800	0.0	1
25	27	0.1093	0.2087	0.0	1
28	27	0.0	0.3960	0.0	0.968
27	29	0.2198	0.4153	0.0	1
27	30	0.3202	0.6027	0.0	1
29	30	0.2399	0.4533	0.0	1
8	28	0.0636	0.2000	0.0214	1
6	28	0.0169	0.0599	0.065	1];

%	From	To	R	X	B/2	X'mer
%	Bus	Bus	pu	pu	pu	TAP (a)
linedat57 = [	1	2	0.0083	0.0280	0.0645	1
	2	3	0.0298	0.0850	0.0409	1
	3	4	0.0112	0.0366	0.0190	1
	4	5	0.0625	0.1320	0.0129	1
	4	6	0.0430	0.1480	0.0174	1
	6	7	0.0200	0.1020	0.0138	1
	6	8	0.0339	0.1730	0.0235	1
	8	9	0.0099	0.0505	0.0274	1
	9	10	0.0369	0.1679	0.0220	1
	9	11	0.0258	0.0848	0.0109	1
	9	12	0.0648	0.2950	0.0386	1
	9	13	0.0481	0.1580	0.0203	1
	13	14	0.0132	0.0434	0.0055	1
	13	15	0.0269	0.0869	0.0115	1
	1	15	0.0178	0.0910	0.0494	1
	1	16	0.0454	0.2060	0.0273	1
	1	17	0.0238	0.1080	0.0143	1
	3	15	0.0162	0.0530	0.0272	1
	4	18	0.0	0.5550	0.0	0.970
	4	18	0.0	0.4300	0.0	0.978
	5	6	0.0302	0.0641	0.0062	1
	7	8	0.0139	0.0712	0.0097	1
	10	12	0.0277	0.1262	0.0164	1
	11	13	0.0223	0.0732	0.0094	1
	12	13	0.0178	0.0580	0.0302	1
	12	16	0.0180	0.0813	0.0108	1
	12	17	0.0397	0.1790	0.0238	1
	14	15	0.0171	0.0547	0.0074	1
	18	19	0.4610	0.6850	0.0	1
	19	20	0.2830	0.4340	0.0	1
	21	20	0.0	0.7767	0.0	1.043
	21	22	0.0736	0.1170	0.0	1
	22	23	0.0099	0.0152	0.0	1
	23	24	0.1660	0.2560	0.0042	1
	24	25	0.0	1.1820	0.0	1
	24	25	0.0	1.2300	0.0	1

24	26	0.0	0.0473	0.0	1.043
26	27	0.1650	0.2540	0.0	1
27	28	0.0618	0.0954	0.0	1
28	29	0.0418	0.0587	0.0	1
7	29	0.0	0.0648	0.0	0.967
25	30	0.1350	0.2020	0.0	1
30	31	0.3260	0.4970	0.0	1
31	32	0.5070	0.7550	0.0	1
32	33	0.0392	0.0360	0.0	1
34	32	0.0	0.9530	0.0	0.975
34	35	0.0520	0.0780	0.0016	1
35	36	0.0430	0.0537	0.0008	1
36	37	0.0290	0.0366	0.0	1
37	38	0.0651	0.1009	0.0010	1
37	39	0.0239	0.0379	0.0	1
36	40	0.0300	0.0466	0.0	1
22	38	0.0192	0.0295	0.0	1
11	41	0.0	0.7490	0.0	0.955
41	42	0.2070	0.3520	0.0	1
41	43	0.0	0.4120	0.0	1
38	44	0.0289	0.0585	0.0010	1
15	45	0.0	0.1042	0.0	0.955
14	46	0.0	0.0735	0.0	0.900
46	47	0.0230	0.0680	0.0016	1
47	48	0.0182	0.0233	0.0	1
48	49	0.0834	0.1290	0.0024	1
49	50	0.0801	0.1280	0.0	1
50	51	0.1386	0.2200	0.0	1
10	51	0.0	0.0712	0.0	0.930
13	49	0.0	0.1910	0.0	0.895
29	52	0.1442	0.1870	0.0	1
52	53	0.0762	0.0984	0.0	1
53	54	0.1878	0.2320	0.0	1
54	55	0.1732	0.2265	0.0	1
11	43	0.0	0.1530	0.0	0.958
44	45	0.0624	0.1242	0.0020	1
40	56	0.0	1.1950	0.0	0.958
56	41	0.5530	0.5490	0.0	1
56	42	0.2125	0.3540	0.0	1
39	57	0.0	1.3550	0.0	0.980
57	56	0.1740	0.2600	0.0	1
38	49	0.1150	0.1770	0.0030	1
38	48	0.0312	0.0482	0.0	1
9	55	0.0	0.1205	0.0	0.940];

Pour les 57 jeux de barre en place une susuptense chenet pour le
JBN°18 et JB N°25 et JBN°53

$B(18)=0.1$ (p.u) . $B(25)=0.059$ (p.u) . $B(53)=0.063$ (p.u) .

%	From %	To Bus	R Bus	X pu	B/2 pu	X'mer pu	TAP (a)
linedat118 =	[	1	2	0.0303	0.0999	0.0254	1
		1	3	0.0129	0.0424	0.01082	1
		4	5	0.00176	0.00798	0.0021	1
		3	5	0.0241	0.108	0.0284	1

5	6	0.0119	0.054	0.01426	1
6	7	0.00459	0.0208	0.0055	1
8	9	0.00244	0.0305	1.162	1
8	5	0	0.0267	0	0.985
9	10	0.00258	0.0322	1.23	1
4	11	0.0209	0.0688	0.01748	1
5	11	0.0203	0.0682	0.01738	1
11	12	0.00595	0.0196	0.00502	1
2	12	0.0187	0.0616	0.01572	1
3	12	0.0484	0.16	0.0406	1
7	12	0.00862	0.034	0.00874	1
11	13	0.02225	0.0731	0.01876	1
12	14	0.0215	0.0707	0.01816	1
13	15	0.0744	0.2444	0.06268	1
14	15	0.0595	0.195	0.0502	1
12	16	0.0212	0.0834	0.0214	1
15	17	0.0132	0.0437	0.0444	1
16	17	0.0454	0.1801	0.0466	1
17	18	0.0123	0.0505	0.01298	1
18	19	0.01119	0.0493	0.01142	1
19	20	0.0252	0.117	0.0298	1
15	19	0.012	0.0394	0.0101	1
20	21	0.0183	0.0849	0.0216	1
21	22	0.0209	0.097	0.0246	1
22	23	0.0342	0.159	0.0404	1
23	24	0.0135	0.0492	0.0498	1
23	25	0.0156	0.08	0.0864	1
26	25	0	0.0382	0	0.96
25	27	0.0318	0.163	0.1764	1
27	28	0.01913	0.0855	0.0216	1
28	29	0.0237	0.0943	0.0238	1
30	17	0	0.0388	0	0.96
8	30	0.00431	0.0504	0.514	1
26	30	0.00799	0.086	0.908	1
17	31	0.0474	0.1563	0.0399	1
29	31	0.0108	0.0331	0.0083	1
23	32	0.0317	0.1153	0.1173	1
31	32	0.0298	0.0985	0.0251	1
27	32	0.0229	0.0755	0.01926	1
15	33	0.038	0.1244	0.03194	1
19	34	0.0752	0.247	0.0632	1
35	36	0.00224	0.0102	0.00268	1
35	37	0.011	0.0497	0.01318	1
33	37	0.0415	0.142	0.0366	1
34	37	0.00256	0.0094	0.00984	1
38	37	0	0.0375	0	0.935
37	39	0.0321	0.106	0.027	1
37	40	0.0593	0.168	0.042	1
30	38	0.00464	0.054	0.422	1
39	40	0.0184	0.0605	0.01552	1
40	41	0.0145	0.0487	0.01222	1
40	42	0.0555	0.183	0.0466	1
41	42	0.041	0.135	0.0344	1
43	44	0.0608	0.2454	0.06068	1
34	43	0.0413	0.1681	0.04226	1
44	45	0.0224	0.0901	0.0224	1
45	46	0.04	0.1356	0.0332	1
46	47	0.038	0.127	0.0316	1
46	48	0.0601	0.189	0.0472	1
47	49	0.0191	0.0625	0.01604	1
42	49	0.0715	0.323	0.086	1

42	49	0.0715	0.323	0.086	1
45	49	0.0684	0.186	0.0444	1
48	49	0.0179	0.0505	0.01258	1
49	50	0.0267	0.0752	0.01874	1
49	51	0.0486	0.137	0.0342	1
51	52	0.0203	0.0588	0.01396	1
52	53	0.0405	0.1635	0.04058	1
53	54	0.0263	0.122	0.031	1
49	54	0.073	0.289	0.0738	1
49	54	0.0869	0.291	0.073	1
54	55	0.0169	0.0707	0.0202	1
54	56	0.00275	0.00955	0.00732	1
55	56	0.00488	0.0151	0.00374	1
56	57	0.0343	0.0966	0.0242	1
50	57	0.0474	0.134	0.0332	1
56	58	0.0343	0.0966	0.0242	1
51	58	0.0255	0.0719	0.01788	1
54	59	0.0503	0.2293	0.0598	1
56	59	0.0825	0.251	0.0569	1
56	59	0.0803	0.239	0.0536	1
55	59	0.04739	0.2158	0.05646	1
59	60	0.0317	0.145	0.0376	1
59	61	0.0328	0.15	0.0388	1
60	61	0.00264	0.0135	0.01456	1
60	62	0.0123	0.0561	0.01468	1
61	62	0.00824	0.0376	0.0098	1
63	59	0	0.0386	0	0.96
63	64	0.00172	0.02	0.216	1
64	61	0	0.0268	0	0.985
38	65	0.00901	0.0986	1.046	1
64	65	0.00269	0.0302	0.38	1
49	66	0.018	0.0919	0.0248	1
49	66	0.018	0.0919	0.0248	1
62	66	0.0482	0.218	0.0578	1
62	67	0.0258	0.117	0.031	1
65	66	0	0.037	0	0.935
66	67	0.0224	0.1015	0.02682	1
65	68	0.00138	0.016	0.638	1
47	69	0.0844	0.2778	0.07092	1
49	69	0.0985	0.324	0.0828	1
68	69	0	0.037	0	0.935
69	70	0.03	0.127	0.122	1
24	70	0.00221	0.4115	0.10198	1
70	71	0.00882	0.0355	0.00878	1
24	72	0.0488	0.196	0.0488	1
71	72	0.0446	0.18	0.04444	1
71	73	0.00866	0.0454	0.01178	1
70	74	0.0401	0.1323	0.03368	1
70	75	0.0428	0.141	0.036	1
69	75	0.0405	0.122	0.124	1
74	75	0.0123	0.0406	0.01034	1
76	77	0.0444	0.148	0.0368	1
69	77	0.0309	0.101	0.1038	1
75	77	0.0601	0.1999	0.04978	1
77	78	0.00376	0.0124	0.01264	1
78	79	0.00546	0.0244	0.00648	1
77	80	0.017	0.0485	0.0472	1
77	80	0.0294	0.105	0.0228	1
79	80	0.0156	0.0704	0.0187	1
68	81	0.00175	0.0202	0.808	1
81	80	0	0.037	0	0.935

77	82	0.0298	0.0853	0.08174	1
82	83	0.0112	0.03665	0.03796	1
83	84	0.0625	0.132	0.0258	1
83	85	0.043	0.148	0.0348	1
84	85	0.0302	0.0641	0.01234	1
85	86	0.035	0.123	0.0276	1
86	87	0.02828	0.2074	0.0445	1
85	88	0.02	0.102	0.0276	1
85	89	0.0239	0.173	0.047	1
88	89	0.0139	0.0712	0.019	1
89	90	0.0518	0.188	0.0528	1
89	90	0.0238	0.0997	0.106	1
90	91	0.0254	0.0836	0.0214	1
89	92	0.0099	0.0505	0.0548	1
89	92	0.0393	0.1581	0.0414	1
91	92	0.0387	0.1272	0.03268	1
92	93	0.0258	0.0848	0.0218	1
92	94	0.0481	0.158	0.0406	1
93	94	0.0223	0.0732	0.01876	1
94	95	0.0132	0.0434	0.0111	1
80	96	0.0356	0.182	0.0494	1
82	96	0.0162	0.053	0.0544	1
94	96	0.0269	0.0869	0.023	1
80	97	0.0183	0.0934	0.0254	1
80	98	0.0238	0.108	0.0286	1
80	99	0.0454	0.206	0.0546	1
92	100	0.0648	0.295	0.0472	1
94	100	0.0178	0.058	0.0604	1
95	96	0.0171	0.0547	0.01474	1
96	97	0.0173	0.0885	0.024	1
98	100	0.0397	0.179	0.0476	1
99	100	0.018	0.0813	0.0216	1
100	101	0.0277	0.1262	0.0328	1
92	102	0.0123	0.0559	0.01464	1
101	102	0.0246	0.112	0.0294	1
100	103	0.016	0.0525	0.0536	1
100	104	0.0451	0.204	0.0541	1
103	104	0.0466	0.1584	0.0407	1
103	105	0.0535	0.1625	0.0408	1
100	106	0.0605	0.229	0.062	1
104	105	0.00994	0.0378	0.00986	1
105	106	0.014	0.0547	0.01434	1
105	107	0.053	0.183	0.0472	1
105	108	0.0261	0.0703	0.01844	1
106	107	0.053	0.183	0.0472	1
108	109	0.0105	0.0288	0.0076	1
103	110	0.03906	0.1813	0.0461	1
109	110	0.0278	0.0762	0.0202	1
110	111	0.022	0.0755	0.02	1
110	112	0.0247	0.064	0.062	1
17	113	0.00913	0.0301	0.00768	1
32	113	0.0615	0.203	0.0518	1
32	114	0.0135	0.0612	0.01628	1
27	115	0.0164	0.0741	0.01972	1
114	115	0.0023	0.0104	0.00276	1
68	116	0.00034	0.00405	0.164	1
12	117	0.0329	0.14	0.0358	1
75	118	0.0145	0.0481	0.01198	1
76	118	0.0164	0.0544	0.01356	1];

%	bus	a	b	c	Pmin	Pmax
gencost14 = [	1	0.0430293	20	0	10	250
	2	0.25	20	0	20	140
	3	0.01	40	0	15	100
	6	0.01	40	0	10	120
	8	0.01	40	0	10	45];

%	bus	a	b	c	Pmin	Pmax
gencost30 = [	1	0.00375	2	0	50	200;
	2	0.0175	1.75	0	20	80;
	5	0.0625	1	0	15	50;
	8	0.0083	3.25	0	10	35;
	11	0.025	3	0	10	30;
	13	0.025	3	0	12	40];

%	bus	a (\$/h)	b (\$/MWh)	c (\$/MWh)	Pmin (MW)	Pmax (MW)
gencost57 = [	1	0	2.00	0.00375	50	576
	2	0	1.75	0.01750	10	100
	3	0	3	0.02500	20	140
	6	0	2.00	0.00375	10	100
	8	0	1	0.06250	40	550
	9	0	1.75	0.01950	10	100
	12	0	3.25	0.00834	30	410];

% N	gama	beta	alfa	Pgmin	Pgmax
genemission14= [1	0.0126	-0.90	22.983	10	250
	0.0200	-0.10	25.313	20	140
	0.0270	-0.01	25.505	15	100
	0.0291	-0.005	24.900	10	120
	0.0290	-0.004	24.700	10	45];

%	N	gama	beta	alfa	epsil	lambda	Pgmin	Pgmax
genemission30= [1	6.49e-3	-5.554e-1	4.091e1	2e-4	2.857	50	200;	
	5.638e-3	-6.047e-1	2.543e1	5e-4	3.333	20	80;	
	4.586e-3	-5.094e-1	4.258e1	1e-6	8	15	50;	
	3.38e-3	-3.550e-1	5.426e1	2e-3	2	10	35;	
	4.586e-3	-5.094e-1	4.258e1	1e-6	8	10	30;	
	5.151e-3	-5.555e-1	6.131e1	1e-5	6.667	12	40];	

%	N	gama	beta	alfa	Pmin	Pmax
genemission57= [1	0.0126	-0.90	22.983	50	576	
	0.0210	-0.10	26.313	10	100	
	0.0194	-0.20	25.888	20	140	
	0.0210	-0.10	26.313	10	100	
	0.0134	-0.82	23.104	40	550	
	0.0210	-0.10	26.313	10	100	
	0.0152	-0.76	23.736	30	410];	

////////////////////////////////////

[31].

%	bus	a (\$/h)	b (\$/MWh)	c (\$/MWh)	Pmin (MW)	Pmax (MW)	
gencost118 = [	1	0.01875	1.200	55	25	100	
	4	0.02750	2.175	35	5	30	
	6	0.05000	2.125	30	5	30	
	8	0.04170	2.225	80	5	30	
	10	0.01350	3.143	125	150	300	
	12	0.01250	3.125	60	100	300	
	15	0.02760	2.195	54	10	30	
	18	0.02195	2.220	45	25	100	
	19	0.03175	2.125	36	5	30	
	24	0.01250	2.130	90	5	30	
	25	0.03650	2.230	83	100	300	
	26	0.01560	3.143	44	100	350	
	27	0.03325	3.140	120	8	30	
	31	0.02250	3.155	66	8	30	
	32	0.03500	2.160	82	25	100	
	34	0.01250	3.145	44	8	30	
	36	0.02250	3.127	35	25	100	
	40	0.01650	2.152	60	8	30	
	42	0.01750	2.175	35	8	30	
	46	0.04500	1.125	30	25	100	
	49	0.03150	1.225	35	50	250	
	54	0.02250	2.143	40	50	250	
	55	0.01350	2.125	75	25	100	
	56	0.02760	1.195	54	25	100	
	59	0.02195	1.220	80	50	250	
	61	0.03175	2.150	60	50	250	
	62	0.01250	2.100	90	25	100	
	65	0.03650	3.230	83	100	420	
	66	0.01560	2.145	50	100	420	
	69	0.03525	1.540	110	80	300	
	70	0.05250	2.155	75	30	80	
	72	0.03500	2.160	82	10	30	
	73	0.01250	2.144	95	5	30	
	74	0.02125	1.770	50	5	20	
	76	0.01875	2.230	135	25	100	
	77	0.02750	2.175	65	25	100	
	80	0.03250	2.125	70	150	300	
	85	0.04170	2.225	50	10	30	
	87	0.01250	1.154	115	100	300	
	89	0.01250	1.725	75	50	200	
	90	0.02760	2.195	70	8	20	
	91	0.02195	1.250	65	50	20	
	92	0.03175	2.125	100	100	300	
	99	0.01250	2.135	90	100	300	
	100	0.03650	2.230	83	100	300	
	103	0.01750	2.125	70	8	20	
	104	0.03350	3.145	120	25	100	
	105	0.02250	3.155	80	25	100	
	107	0.03500	1.860	55	8	20	
	110	0.01250	2.145	45	25	50	
	111	0.02250	2.450	35	25	100	
	112	0.01350	2.160	85	25	100	
	113	0.01250	2.155	40	25	100	
	116	0.01150	2.450	65	25	50];	