



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement supérieur et de La Recherche
scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla
Faculté Des Sciences Appliquées
Département De Génie Electrique

Mémoire de Fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie Électrique

Spécialité : Électrotechnique industrielle

Présenté Par :

TEDDAR AYMEN

SEBAA MOHAMED

THÈME

**Estimation de la tension de contournement
d'un isolateur HT par la méthode PSO**

Soutenue publiquement le 20/06/2023

Devant le jury :

Mr Bouakaz Ouahid	Président	Univ. K. M. Ouargla
Mr KHERFANE aid lakhdar	Encadreur	Univ. K. M. Ouargla
Mr Bourak Yacine	Examineur	Univ. K. M. Ouargla

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2022/2023

DEDICACES

*Je suis très heureux aujourd'hui, d'avoir
l'opportunité de dédier ce mémorable travail :*

*À la fontaine de tendresse qui a planté en moi
l'ambition et la persévérance ... Mon cher père*

À la fontaine de tendresse ... chère maman

*A ceux qui gardent dans leurs yeux les souvenirs
de mon enfance et de ma jeunesse ... mes frères*

Aux habitants de mon cœur ... mes amis



REMERCIEMENTS

En premier lieu nous tenons à remercier le bon dieu tout-puissant miséricordieux de la bonne santé, de la volonte et de la patience qu'il nous a accordé tout au long de notre étude.

Tout d'abord je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde reconnaissance envers mon encadreur

Dr.KHERFANE Riad Lakhdar

Maitre de conférences à l'université d'Ouargla

J'ai eu le grand plaisir de travailler sous votre direction.

Je remercie les membres du jury, et tous mes enseignants du département du génie électrique.

Mes derniers remerciements vont à mes parents

Pour avoir toujours poussé dans mes études : de m'avoir transmis les bonnes valeurs.

Résumé

Estimation de la tension de contournement d'un isolateur HT par la méthode PSO.

le phénomène de contournement des isolateurs des lignes aériennes par la pollution naturelle, est un problème important pour les réseaux de transport d'énergie électrique. Il entraîne fréquemment le délestage temporaire de la ligne soutenue par l'isolateur perturbant.

Notre travail dans ce mémoire consiste à appliquer des techniques d'optimisation, notamment l'optimisation par essaim particulaire PSO. pour simuler le phénomène de contournement des isolateurs contaminés des lignes haute tension. En effet, la tension critique de contournement a été déterminée à l'aide d'un modèle de contournement statique mathématique, et les paramètres statiques de l'arc électrique ont été estimés à l'aide d'approches d'optimisation basées sur l'algorithme d'optimisation par essaim particulaire. Des comparaisons ont également été faites entre les résultats obtenus. Les résultats obtenus dans cette étude sont acceptables par rapport aux résultats obtenus par les chercheurs.

Mots clés : optimisation par essaim particulaire, contournement des isolateurs pollués, haute tension

Abstract

The phenomenon of airline insulator flashover that is exposed to natural pollution is a major issue in power transmission networks. It often results in the unloading of the line supported by the disruption insulator, at least for a short time.

Our work in this thesis involves the application of the PSO particle swarm optimization technique. Cette étude traite d'une nouvelle formulation de la résistance de la couche de pollution qui permettrait d'améliorer les modèles dynamiques de bypass, d'évaluer les paramètres de l'arc à l'aide de la méthode d'optimisation des particules (PSO) et de prédire la tension cruciale de flashover.

We find the parameters of the insulator by using a mathematical model of **Obenhaus** that depends on the geometric characteristics of the insulator

Sommaire

Résumé

Abstract

Introduction générale.....1

CHAPITRE I : ISOLATEURS DE HAUTE TENSION

I.1. INTRODUCTION.....	4
I.2. Définition	4
I.2.1. Isolateur	4
I.2.2. Rôle d'un isolateur de haute tension.....	5
I.3. Caractéristiques d'un isolateur	6
I.4. Principaux types d'isolateurs	7
I.4.1. Isolateur rigide	7
I.4.2. Isolateurs suspendus ou éléments de chaîne	7
I.5. Choix des isolateurs	9
I.6. Phénomènes de Pollution	10
I.7. Sources de pollution	10
I.7.1. Pollution naturelle	10
I.7.1.1. Pollution marine	11
I.7.1.2. Pollution désertique	11
I.7.2. Pollution industrielle	11
I.7.3. Pollution mixte	11
I.8. Conséquence de la pollution	11
I.8.1. Arc non localisé.....	12
I.8.2. Arc fixe.....	12
I.8.3. Court-circuit.....	12
I.9. Modèles de contournement.....	12
I.9.1. Modèle d'Obenaus.....	13
I.10. Contournement de isolateur	14
I.11. But du travail	15
I.12. Conclusion	16

CHAPITRE II : L'APPROCHE D'OPTIMISATION PAR ESSAIM PARTICULAIRE

II.1. INTRODUCTION	18
II.2. Principe de la Technique PSO	18
II.3. La configuration des paramètres	20
II.3.1. Quantité de particules	20
II.3.2. Taille et topologie du quartier	20
II.4. Formulation	21
II.5. Conclusion.....	22

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1. Introduction	24
---------------------------	----

III.2.MODELE MATHEMATIQUE	24
III.3.Données expérimentales utilisées	26
III.4.Procédure d'optimisation par PSO	27
III.5.Les valeurs utilisées pour les paramètres PSO sont	28
III.6.L'espace de recherche	29
III.7.Résultats et discussion.....	30
III.9.Conclusion	34
Conclusion générale.....	35

LISTE DES FIGURE

CHAPITRE I : ISOLATEURS DE HAUTE TENSION

Figure I.1.Les caractéristiques d'un isolateur.....	6
Figure.I.2.Vue en coupe d'un isolateur rigide en verre	7
Figure.I.3.Isolateurs à capot et tige	8
Figure.I.4.a.Isolateur à long fût en porcelaine	9
FigureI.5.b.Isolateur composite	9
Figure.I.6.sources de pollution.....	10
Figure.I.7.Circuit électrique similaire à celui du modèle d'Obenaus.....	13
Figure.I.8.étapes du contournement sur une surface polluée.....	15

CHAPITRE II : L'APPROCHE D'OPTIMISATION PAR ESSAIM PARTICULAIRE

Figure.II.1.Groupe de : (A) oiseaux, (B) poissons.....	18
Figure.II.2.Le mouvement d'une particule.....	19
Figure.II.3.Topologies de voisinage	20
Figure.II.4.Organigramme de principe de PSO	22

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

FigureIII.1.montre l'équivalent électrique du modèle Obenaus.....	24
Figure.III.2.Formes d'isolants disponibles.....	26
Figure.III.3.Organigramme de PSO.	28
Figure.III.4.Evolution de la fonction fitness F_g en fonction du nombre d'itérations	31
Figure.III.5.Variation de la constante A en fonction du nombre d'itérations.....	31
Figure.III.6.Variation de la constante n en fonction du nombre d'itérations.....	32
Figure.III.7.Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type1).....	32
Figure.III.8.Tension de contournement en fonction de Conductivité surfacique (type2).....	33
Figure.III.9.Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type3).....	33
Figure.III.10.Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type4).....	34

Liste des tableaux

CHAPITRE III

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Tableau.III.1. LES VALEURS EXPERIMENTALES DES TYPES D'ISOLATEUR.....	26.
Tableau.III.2. Valeur des constantes A et n selon plusieurs auteurs.....	29
Tableau.III.3. Estimation des paramètres Arc à l'aide de la méthode PSO.....	30

Liste des symboles

PSO	Particle swarm optimisation
rd	Rayon de la décharge
wr	Largeur de la rainure
dr	Hauteur de la rainure
rr	Distance sépare la rainure et l'axe de symétrie de l'isolateur
ξr	Paramètre caractérise l'efficacité de la longueur de fuite
kc	Paramètre dépend du niveau de contamination
kr	Rapport entre la longueur de l'arc et la ligne de fuite
kt	Nombre de couches de pollutions en série
U	Tension appliqué
Varc	Tension d'arc
Ve	La chute da tension cumulée aux bornes des électrodes
Uc	Tension critique de contournement
L	lignes de contournement
Lf	ligne de fuite
I	Le courant de fuite
F	Facteur de forme d'un isolateur
A, n	constants de l'arc
X	Longueur de l'arc
Um	Tension de mesure
R	rayon
ϵr	Permittivité relative
σs	Conductivité surfacique de la couche de pollution
σe	Conductivité superficielle effective
D	Diamètre maximal de l'isolateur
Rp	Résistance de la couche de pollution
Cs	Capacité de la couche de pollution
ρp	résistivité de la pollution
ϵ	permittivité de la pollution
F_g	fonction objectif

N	La taille de l'essaim
C_p	La DDSE (Densité de Dépôt de Sel Equivalente)
k_{\max}	Le nombre Maximal d'itérations
X_i	La position actuelle de la particule i
V_i	La vitesse courante de la particule i
$\vec{P}_{\text{best}i}$	meilleure fitness obtenue pour la particule
\vec{G}_{best}	meilleur fitness des voisins
ρ	Valeur aléatoire positive
r	nombre réel aléatoire sur l'intervalle $[0,1]$
w	le facteur d'inertie
c_1 et c_2	les constantes d'accélération
$r1, r2$	Variables aléatoires uniformes
ρ	Valeur aléatoire positive
t	l'itération courante

Introduction générale

Les lignes aériennes et les nœuds de transmission d'énergie électrique sont soumis à diverses restrictions. Parmi ceux-ci, l'un des facteurs clés affectant la fiabilité et le calibre du transport de l'énergie est la pollution de l'isolant.

Effectivement, le phénomène de contournement dans les isolateurs pollués est complexe et présente encore certains défis en termes de modélisation mathématique précise. Les isolateurs électriques sont conçus pour empêcher les fuites de courant à travers des matériaux isolants tels que la porcelaine ou le verre. Cependant, lorsque ces isolateurs sont soumis à des conditions polluées, tels que la présence de dépôts de pollution atmosphérique, leur performance peut être altérée.

Lorsque la tension appliquée sur un isolateur pollué dépasse une valeur critique, un phénomène d'arc peut se produire. Les arcs électriques peuvent se former à travers la couche de pollution, créant ainsi un chemin de conduction pour le courant. Ces arcs peuvent être enflammés de manière intermittente ou continue, entraînant une détérioration supplémentaire de l'isolateur.

Le défi principal dans la modélisation mathématique de ce phénomène réside dans la détermination précise des constantes de l'arc. Les constantes de l'arc sont des paramètres qui caractérisent le comportement de l'arc électrique, tels que sa résistance, son courant de court-circuit et sa tension d'amorçage. Ces constantes dépendent de nombreux facteurs, tels que la nature de la pollution, les propriétés diélectriques de l'isolateur, la géométrie de l'isolateur et les conditions environnementales.

En raison de la complexité et de la variabilité de ces facteurs, il est difficile de développer un modèle mathématique universellement applicable pour prédire avec précision le phénomène de contournement dans les isolateurs pollués. Cependant, des recherches sont en cours pour améliorer la compréhension de ce phénomène et développer des modèles plus sophistiqués. Ces

modèles pourraient intégrer des approches numériques telles que les méthodes des éléments finis et les simulations basées sur les équations de Maxwell pour étudier le comportement des arcs électriques dans les isolateurs pollués.

Il convient de noter que malgré l'absence d'un modèle mathématique complet, des normes et des directives ont été établies pour la conception et l'exploitation d'installations électriques en tenant compte du phénomène de contournement dans les isolateurs pollués. Ces normes sont basées sur des essais pratiques, des expériences en laboratoire et des connaissances empiriques accumulées au fil du temps.

Nous avons choisi la méthode d'optimisation d'essaim de particules (PSO) pour établir les paramètres de l'arc électrique dans cette mémoire en prédisant la tension de contournement critique en sélectionnant les paramètres appropriés.

Le manuscrit de cette mémoire est composé de trois chapitres qui sont organisés

Ce travail présente une étude sur l'utilisation de l'approche PSO pour déterminer les constantes de l'arc A et n , ainsi qu'une comparaison de l'approche PSO avec les résultats expérimentaux. Trois chapitres composent le manuscrit de cette étude :

Le premier chapitre présente des notions générales sur le phénomène de contournement et le rôle de la pollution sur ce phénomène, ainsi qu'une présentation de différents types et modèles des isolateurs HT.

Le deuxième chapitre est consacré à l'approche utilisée qui est la méthode PSO où on a donné les grandes lignes de cette méthode.

Dans le troisième chapitre on a appliqué cette approche et discuté les résultats trouvés

Chapitre I

ISOLATEURS

DE

HAUTE TENSION

I.1. INTRODUCTION

Dans ce sujet, nous utiliserons la méthode PSO. Les isolateurs des sous-stations des lignes aériennes et des réseaux de transport d'électricité sont sujets à divers accidents, qui dans la plupart des cas sont causés par le dépôt de pollution causé par l'interaction du vent avec diverses poussières ; une couche de dépôts de saleté à la surface des isolateurs. Les courants de fuite circulent à travers la surface de l'isolant en raison de cette couche de contamination plus ou moins conductrice. L'isolant assure la liaison électrique des conducteurs au support. En effet, un bon choix de dimensionnement des isolateurs est crucial pour garantir la fiabilité et la qualité de l'isolement à haute tension.. La contamination de ces isolateurs est un véritable obstacle à leur efficacité. À cause des dépôts polluants recouvrant leurs surfaces, la tension de tenue des isolateurs peut diminuer considérablement. Dans certains cas cruciaux, ils peuvent même entraîner le contournement des isolateurs.

En fait, l'humidification des couches polluantes facilite la circulation d'un courant de fuite sur les surfaces isolantes, ce qui provoque des échauffements locaux et, par conséquent, l'assèchement de la couche polluante.

La détérioration de la surface de l'isolateur et la mise hors service de la ligne haute tension sont les conséquences du contournement. Ainsi, la résistance au contournement en fonction de l'environnement dans lequel il est utilisé est une caractéristique importante d'un isolateur de haute tension. Les pertes diélectriques sont devenues un problème plus important avec l'utilisation de la haute tension.

Ce chapitre principal traite de l'importance des isolateurs, de leur utilité, de leurs principaux types et de leurs matériaux.

I.2.Définition

I.2.1.Isolateur

L'isolateur est constitué principalement d'un matériau isolant solide qui présente une très grande résistance au passage du courant et dont la conductibilité est pratiquement nulle [1]. Il est utilisé pour isoler les conducteurs ou les pièces sous tension afin d'empêcher les courtes circulations, les pertes de courant et les charges d'électrocution.

.I.2.2.Rôle d'un isolateur de haute tension

Les isolateurs des lignes aériennes ont deux fonctions principales. D'une part, ils permettent d'isoler électriquement les lignes de transport d'énergie électrique des pylônes mis à la terre, et d'autre part, ils ont un rôle mécanique qui consiste à soutenir ces mêmes lignes et donc résister aux différentes contraintes mécaniques dû surtout au poids de la ligne, son mouvement en présence de vent, ... etc, [2].

I.2.3.Contournement

Le contournement est dû au déplacement des charges libres accélérées par le champ électrique appliqué [3]. Il se manifeste par un arc électrique dans l'air environnant entre deux pièces conductrices. L'endommagement est superficiel à cause de l'énergie thermique dégagée par l'arc.

A) Ligne de contournement

La ligne de contournement (L_c) est la distance la plus courte dans un gaz entre deux parties conductrices [4].

B) Tension de contournement

C) La tension de contournement est le niveau de tension le plus bas à partir duquel tous les

arcs joignent les deux électrodes [4]. La tension de contournement dépend [4]:

- de la résistivité volumique moyenne de la pollution.
- de la répartition de la couche de pollution.
- de la longueur de l'isolateur.
- du type de l'isolateur.

D) Tension de tenue : C'est le niveau de tension le plus important, que peut supporter une isolation sans provoquer de décharge disruptive [5].

E) Ligne de fuite : La ligne de fuite est la distance la plus courte le long de la surface d'un isolant entre deux parties conductrices.

F) Courant de fuite : C'est un courant de faible amplitude, circulant à travers la couche polluante le long de la surface de l'isolateur, son intensité devient importante lorsqu'on s'approche de la tension de contournement. Il dépend de plusieurs facteurs tels que la nature de la couche polluante et de la longueur de la ligne de fuite[4]

G) Le facteur de forme d'un isolateur : est déterminé par les dimensions de l'isolateur. Pour l'estimation graphique du facteur de forme, on trace la courbe de l'inverse de la circonférence ($1/p$) en fonction de la longueur de la ligne de fuite partielle

Le facteur de forme est donné par l'aire située sous la courbe et calculé suivant la formule :

[6]

$$F = \int_0^L \frac{dl}{p(l)} \quad (I.1)$$

l : étant la longueur partielle de l'isolateur (m)

P(l) : Périmètre de l'isolateur en fonction de la longueur de fuite partielle

I.3.Caractéristiques d'un isolateur

A) Le pas P: C'est la distance séparant deux parties homologues de deux isolateurs consécutifs dans une chaîne. La détermination de ce paramètre nous permet donc de connaître la longueur d'une chaîne ayant un nombre donné d'isolateurs.

B) La ligne de fuite L_f : C'est la plus courte distance, suivant les contours de la surface extérieure des parties isolantes, mesurée entre les parties métalliques.

C) La ligne de contournement L_c : C'est la distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices.[7]

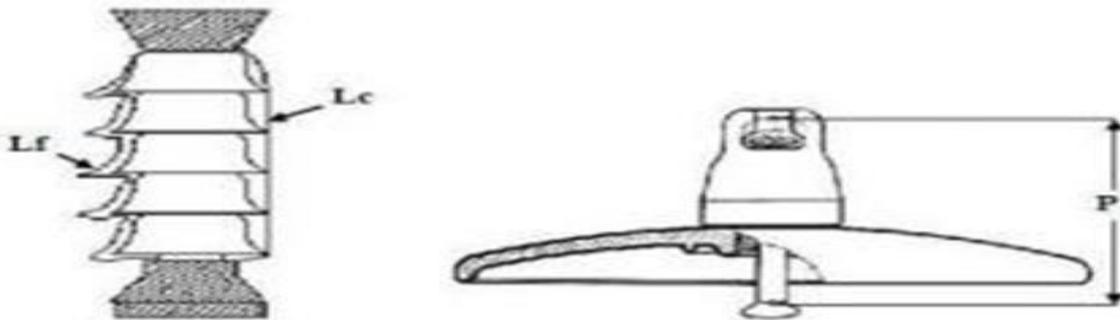


Figure I.1. Les caractéristiques d'un isolateur

I.4.Principaux types d'isolateurs

Les isolateurs rigides et les composants de chaîne sont les deux principaux types d'isolateurs.

I.4.1.Isolateur rigide

Une liaison rigide entre le support et le câble est obtenue avec ce type d'isolateur. Il est composé d'un ou plusieurs isolateurs encastrés et scellés entre eux. Des ferrures de différentes formes sont utilisées pour les fixer aux pylônes. Ils sont montés sur des pylônes soit verticalement, horizontalement ou obliquement. Cependant, ces isolateurs sont utilisés pour les lignes aériennes dont la tension ne dépasse pas 60 kV.[8]



Figure.I.2.Vue en coupe d'un isolateur rigide en verre

I.4.2 Isolateurs suspendus ou éléments de chaîne

Ils sont constitués par le matériau isolant et d'une pièce métallique qui sert à réaliser la liaison entre deux isolateurs et à donner une certaine flexibilité à la chaîne d'isolateurs. La chaîne d'isolateurs est montée sur le pylône en suspension soit verticalement (chaîne d'alignement), soit d'une façon horizontale (chaîne d'ancrage) [9, 3].

Il existe deux types principaux d'éléments de chaîne :

- les isolateurs à capot et tige
- les isolateurs à long fût

A) Isolateurs à capot et tige : Chaque élément est constitué d'un capot, d'une partie isolante en forme de jupe et d'une tige. La coupe d'un tel isolateur est schématisée sur la (figure I.3) La forme de la tête est dessinée de sorte que les efforts de traction appliqués à l'isolateur se transforment, autant que possible, en compression des diélectriques sur les quels apparaissent, toute fois, inévitablement certaines contraintes de cisaillement [10] .

L'isolateur capot-tige est schématisée à la figure.I.3

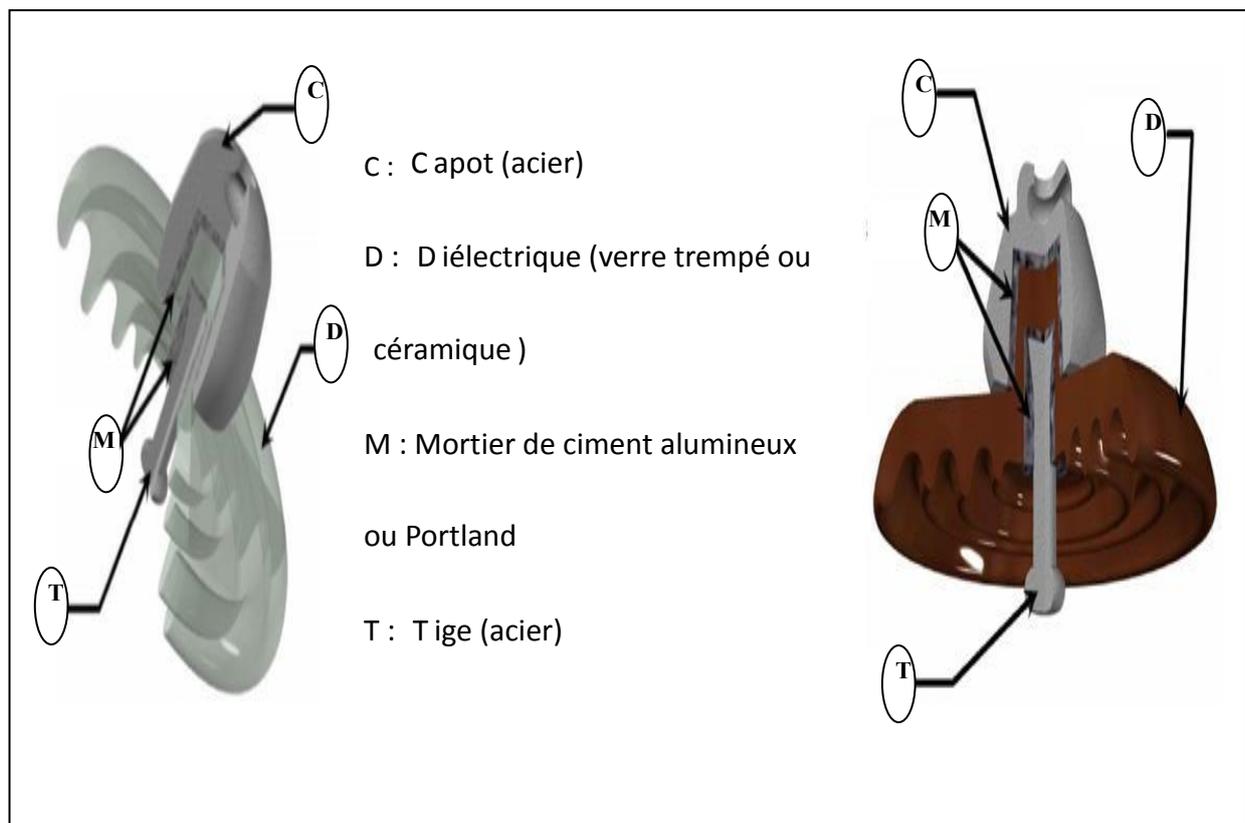


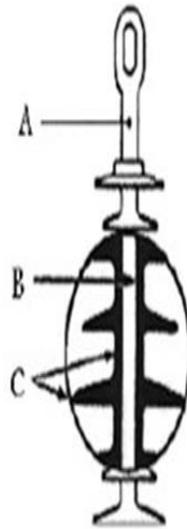
Figure.I.3.Isolateurs à capot et tige

D) Isolateurs à long fût : Il est constitué d'un bâton cylindrique plein en céramique, en porcelaine ou en matériaux synthétiques muni d'ailettes. A chaque extrémité il y a une pièce métallique pour les liaisons.

Cette extrémité métallique peut se présenter sous deux formes distinctes, soit elle enveloppe les extrémités tronconiques sur le cylindre (figure I.4.a), soit en forme de tige scellée dans une cavité prévue à cet effet (figure I.4.b) ,[11].



Figure.I.4.a.Isolateur à long fût en porcelaine



FigureI.5.b.Isolateur composite



A : Pièces d'accrochage métallique.

B : noyau en fibre de verre-résine.

C : Revêtement à ailettes en matériaux synthétiques.

I.5.Choix des isolateurs

Le choix de l'isolateur est basé sur :

- De la tension de service de la ligne ;
- Des efforts mécaniques auxquels ils sont soumis ;
- De leur nature (rigide ou suspendue), en fonction du prix du revient de la ligne et de son importance ;

De la pollution sur le site.

- Les isolateurs doivent présenter trois qualités principales :
- Une rigidité diélectrique suffisante pour tenir la tension de service sans qu'il se produise ni percement de l'isolation ni arc de contournement :
- L'isolation doit être constituée de manière à réduire les fuites de courant ;
- L'isolateur doit avoir les propriétés mécaniques requises pour résister aux sollicitations exercées sur lui par le conducteur [12]

I.6. Phénomènes de Pollution

Les dépôts de poussière, de sel, de suie ou d'autres matières sur la surface de l'isolateur peuvent provoquer la pollution de l'isolateur HT. Les zones côtières ou industrielles, où l'air est plus pollué, peuvent voir une augmentation de cette pollution.

Les chemins conducteurs pour les charges électriques peuvent être créés par les isolateurs HT pollués. Les arcs électriques, les court-circuit et les pannes de courant peuvent en résulter. Pour éviter cela, les isolateurs HT doivent être nettoyés et inspectés régulièrement pour identifier toute contamination.

En résumé, la pollution des isolateurs HT est un problème qui peut entraîner des défaillances électriques. Pour assurer une alimentation électrique fiable et sécurisée, des mesures préventives doivent être prises pour nettoyer et protéger les isolateurs.

I.7. Sources de pollution

Nous distinguons trois types de pollution : naturelle, industrielle et mixte.

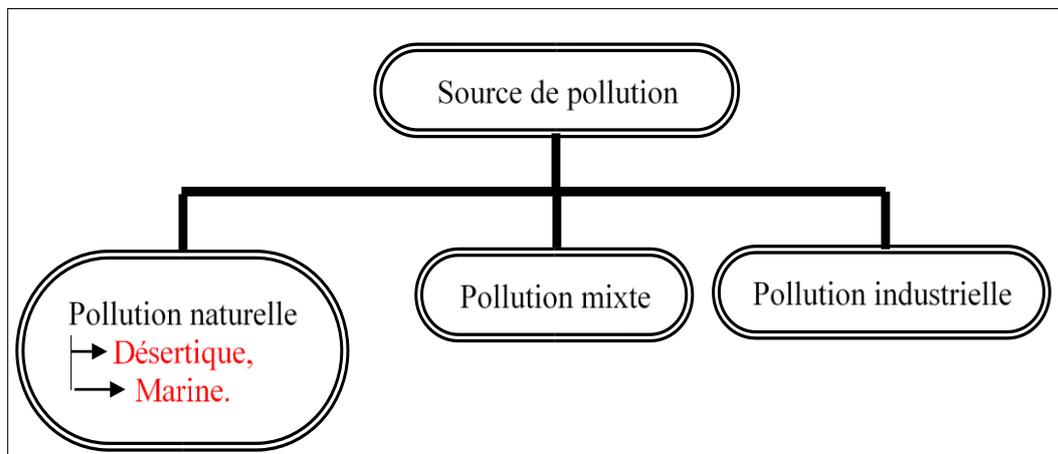


Figure.I.6.sources de pollution

I.7.1. Pollution naturelle

La pollution naturelle provient de sels marins dans des régions côtières, de poussières du sol (notamment lors de chantiers importants) et de sables véhiculés par le vent en régions désertiques [13]

I.7.1.1. Pollution marine

Les installations situées au bord de la mer sont exposées aux embruns portés par le vent et qui se déposent progressivement sur les isolateurs, formant une couche de pollution de sel qui devient conductrice lorsqu'elle est humidifiée par le brouillard ou simplement par condensation. Un courant de fuite s'établit alors à travers la couche superficielle et des arcs électriques peuvent prendre naissance [14]

I.7.1.2. Pollution désertique

La pollution désertique est caractérisée surtout par les dépôts de sable se formant à la surface des isolateurs après les vents de sable. Une fois humidifiés, ces dépôts deviennent plus ou moins conducteurs (en fonction des concentrations en sels solubles qu'ils contiennent) et engendrent la circulation d'un courant de fuite qui apparaît brusquement et qui est suivi par l'apparition d'arcs partiels qui peuvent conduire au contournement total de l'isolateur[14].

I.7.2. Pollution industrielle

Le problème de la pollution industrielle se présente pour les lignes qui passent près des zones industrielles (les fumées des usines, raffineries, cimenteries, minerais, ...), près des grandes villes (les gaz d'échappement des véhicules) ou près des terrains agricoles (les engrais utilisés en agriculture) [13].

I.7.3. Pollution mixte

Ce type de pollution est en fait le plus fréquent et le plus sévère pour l'exploitation des ouvrages électriques. La pollution mixte résulte de la combinaison entre les différents types de pollution, comme par exemple les pollutions marine et industrielle lorsque des installations industrielles sont situées en bord de mer, [15]

II.8. Conséquence de la pollution [16] :

Lorsque l'isolateur est propre ou recouvert d'une couche de pollution sèche, un très faible courant capacitif circule à sa surface. Ceci est dû aux très faibles valeurs des conductivités volumiques de l'air, de l'isolant solide et de la couche de pollution. On obtient ainsi une répartition électrostatique du potentiel électrique. Par contre, lorsque la couche de pollution est humidifiée, elle devient le siège d'un courant de conduction de valeur relativement importante et la répartition du potentiel électrique diffère de la répartition électrostatique.

La rupture diélectrique de l'air peut être atteinte entre deux points de la surface isolante entraînant l'amorçage d'un arc électrique qui court-circuite une partie de la ligne de fuite.

Trois cas peuvent se présenter selon les contraintes auxquelles est soumis l'isolateur

II.8. 1 Arc non localisé

L'arc électrique s'éteint rapidement, puis se réamorce aléatoirement à un autre endroit et ainsi de suite. Il y a apparition d'un courant de fuite intermittent entraînant une perte d'énergie relativement faible et généralement supportable par l'installation.

II.8.2 Arc fixe

Sur la surface de l'isolateur, soit en s'y maintenant (courant continu), soit en s'y réamorçant au même endroit (courant alternatif). Il peut provoquer une dégradation de l'isolation par son effet thermique.

II.8.3 Court-circuit

Dans ce cas, l'arc électrique atteint l'électrode opposée. Ainsi, la formation d'un pont conducteur sur la surface isolante polluée favorise le passage d'un fort courant, ce cas engendre la rupture totale de l'isolation.

I.9. Modèles de contournement

Il est essentiel de disposer de modèles permettant de prévoir le contournement des isolateurs afin d'adapter plus rationnellement les isolateurs d'une entreprise à la gravité de la pollution présente sur un site ou de surveiller la qualité de l'isolement et ainsi prévenir les défaillances potentielles.

Nous allons observer. modèle d'Obenaus

I.9.1 Modèle d'Obenaus

Partant des observations de laboratoire sur les phénomènes d'arcs se produisant sur les surfaces isolantes planes, recouvertes d'une couche de pollution, sous tension continue, Obenaus, dans un travail de pionnier, a essayé de donner les analyses quantitatives en utilisant un circuit électrique équivalent. Son modèle (Figure.I.7) est constitué d'un arc de longueur x en série avec une résistance R_p représentant la résistance de la zone de pollution non encore court-circuitée par l'arc. [17]

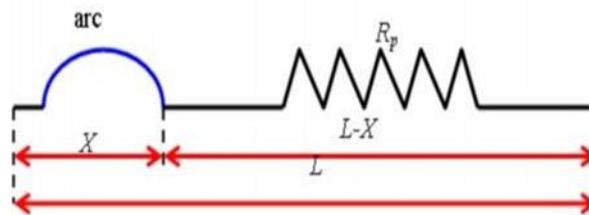


Figure.I.7.Circuit électrique similaire à celui du modèle d'Obenaus

En utilisant la loi d'Ohm sur ce circuit, il est possible d'écrire:

$$V = V_e + V_{arc} + R_p \cdot I \quad (I.2)$$

Où :

V : est la tension de la ligne ;

V_e : La chute de tension cumulée aux bornes des électrodes ;

R_p : est la résistance de la couche polluée ;

V_{arc} : La tension d'arc telle que :

$$V_{arc} = A \cdot X \cdot I^{-n} \quad (I.3)$$

Où :

I est le courant de fuite, A et n sont les constantes de la caractéristique statique de l'arc dépendent du milieu dans lequel brûle la décharge, X est la longueur d'arc [18].

L'équation de la tension totale appliquée au système est obtenue ainsi :

$$V = V_e + A \cdot X \cdot I^{-n} + R_p \cdot I \quad (I.4)$$

I.10. Contournement de isolateur

Le contournement d'une surface polluée et humidifiée est le résultat d'une évolution qui comprend quatre phases principales, représentées à la figure (I.8). Considérez le cas d'une plaque rectangulaire plane avec deux électrodes pour simplifier la présentation.

- dans une première phase, le courant de fuite s'écoule à travers l'électrolyte qui recouvre l'isolant. Il provoque un échauffement de l'électrolyte qui a pour effet d'accroître la conductivité du milieu et par suite le courant (phase 1)
- L'échauffement croissant par effet joule crée par le courant de fuite. Provoque un assèchement de la couche polluante La zone sèche formée a tendance à s'étendre latéralement jusqu'à l'interruption complète du courant (phase 2)
- La tension appliquée se trouve pratiquement totalement reportée aux bornes de la zone sèche et des arcs locaux sont susceptibles d'apparaître. Au voisinage de la tête d'un arc local la construction des lignes de courant conduit à un élargissement de la zone sèche (phase 3)
- A partir de ce stade, l'évolution de la décharge peut se faire de différentes façons l'arc local peut s'éteindre (phase 4), ou bien il peut se déplacer latéralement pour retrouver une position plus stable correspondant à une plus faible longueur d'arc (phase 5), ou encore, il peut s'allonger jusqu'à atteindre l'électrode et provoquer ainsi le contournement. Dans ce cas, l'allongement de l'arc se fait à la surface de l'électrolyte sans formation de zone sèche (phase 6)

Bien entendu, en pratique le phénomène s'initie et évolue en fonction de la forme des isolateurs, de l'hétérogénéité des dépôts et de l'humidification de telle ou telle autre partie de l'isolateur. Il est aussi fréquent que plusieurs arcs naissent simultanément le long d'une chaîne ou d'une colonne isolante. Enfin, nous avons implicitement admis que la tension appliquée à l'isolateur était constante. La tension alternative présente, à cet égard, une différence importante du fait de son annulation périodique. Les arcs locaux s'éteignent à chaque passage par zéro et se réamorcent d'une façon aléatoire aux maxima de tension [19]

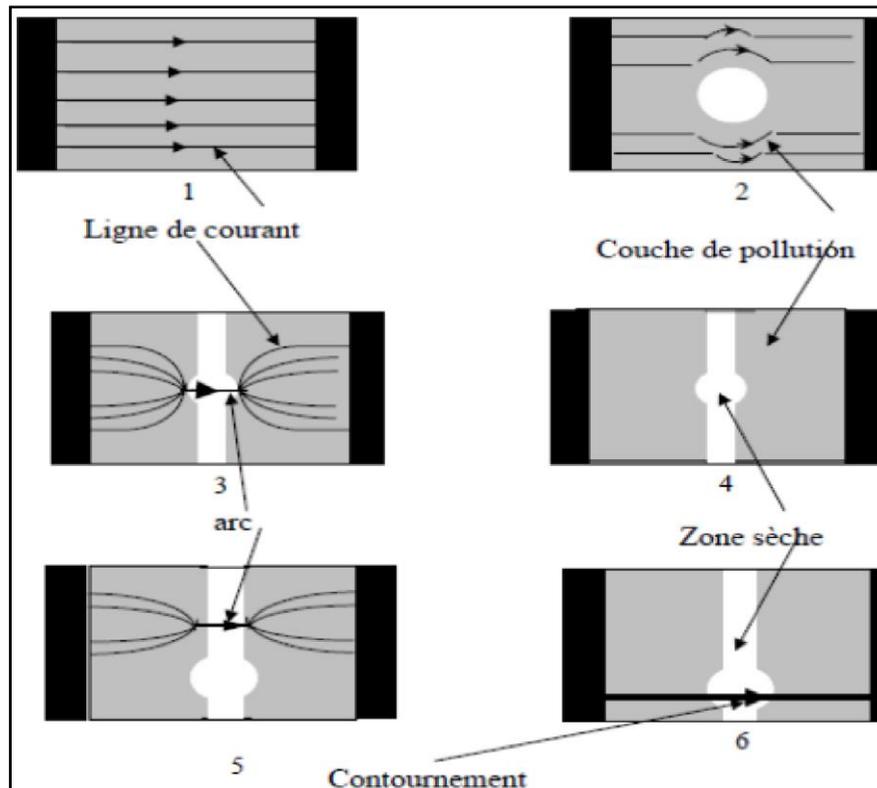


Figure.I.8.étapes du contournement sur une surface polluée[20].

I.11.But du travail :

Il est en effet important de souligner qu'à ce jour, il n'existe pas de modèle mathématique précis décrivant le phénomène de contournement dans les isolateurs pollués. La difficulté principale réside dans la définition des constantes de l'arc formé dans les zones sèches lorsque la tension dépasse sa valeur critique. Pour déterminer ces constantes, méthodes d'optimisation, ont été choisies en utilisant les résultats expérimentaux disponibles dans la littérature sur les isolateurs artificiellement pollués.

En se basant sur un modèle généralisé de contournement d'un isolateur pollué et en utilisant le langage de programmation MATLAB avec l'approche d'optimisation PSO (Particle Swarm Optimization), il serait possible de déterminer les constantes de l'arc. Ainsi, il serait alors possible de définir de manière complète le modèle mathématique simulant avec précision les résultats expérimentaux

I.12.Conclusion

La pollution des isolateurs est un facteur crucial à prendre en compte lorsqu'il s'agit de concevoir des lignes électriques de haute tension. Pour mieux évaluer les chaînes d'isolateurs, il est crucial de connaître la gravité de la pollution dans les sites concernés. Les différents paramètres qui définissent l'état de dégradation de l'isolation doivent être étudiés pour comprendre cette sévérité. Au minimum, trois années sont nécessaires pour déterminer la sévérité d'un site.

La majorité des modèles traitent le problème de manière statique et utilisent le modèle d'Obenaus. En utilisant des critères d'extension basés sur le champ électrique, l'énergie ou la puissance dissipée, ils abordent le phénomène de contournement de manière globale.

Dans le deuxième chapitre nous allons présenté « **L'APPROCHE D'OPTIMISATION PAR ESSAIM PARTICULAIRE** »

Chapitre II

***L'APPROCHE
D'OPTIMISATION***

PAR

ESSAIM

PARTICULAIRE

II.1. INTRODUCTION

L'algorithme PSO (Particle Swarm Optimization) est un algorithme capable d'optimiser un problème non linéaire et multidimensionnel qui atteint généralement de bonnes solutions de manière efficace tout en nécessitant un paramétrage minimal. L'algorithme et son concept ont été introduits par James Kennedy et Russel Eberhart en 1995 [21]. Le concept de base de l'algorithme est de créer un essaim de particules qui se déplacent dans l'espace autour d'elles (l'espace du problème) à la recherche de leur objectif ou de l'endroit qui correspond le mieux à leurs besoins donnés par une fonction de fitness.

Cette méthode repose sur le comportement social des individus qui évoluent en essaim. Les interactions sociales entre les agents, appelés particules, représentant l'essaim, sont utilisées pour atteindre un objectif commun dans un espace de recherche partagé. Chaque particule possède des capacités de mémorisation et de traitement de l'information. Dans le cadre de PSO, le comportement social est modélisé par une équation mathématique qui guide les particules lors de leur déplacement. Le déplacement d'une particule est influencé par trois composantes : la composante d'inertie, la composante cognitive et la composante sociale.

II.2.Principe de la Technique PSO

Cette technique est basée sur le comportement social des animaux en essaim.

Le comportement des bancs de poissons et des nuées d'oiseaux est l'exemple le plus fréquemment utilisé.



(A)



(B)

Figure.II.1: Groupe de : (A) oiseaux, (B) poissons

Étant donné que chaque individu a une intelligence limitée et une connaissance locale de son environnement dans l'expérience, il est possible de voir une dynamique de mouvement très complexe chez ces animaux. Un expérimentateur ne sait que la position et la vitesse de ses voisins les plus proches. Chaque personne utilise à la fois sa propre mémoire et sa connaissance locale des voisins les plus proches pour trouver son emplacement. Des instructions simples telles que "se déplacer dans la même direction que les autres", "aller à la même vitesse que les autres" ou même "rester proche de vos voisins" suffisent pour maintenir la cohérence de l'expérience et permettre la mise en œuvre de comportements de groupe complexes.[22]

1. Chaque particule a la capacité d'évaluer la qualité de sa position actuelle et de se rappeler sa meilleure performance, c'est-à-dire la meilleure position qu'elle a atteinte jusqu'à présent (qui est parfois la position actuelle) et sa qualité (la valeur de la fonction à optimiser dans cette position).
2. Chaque particule a la capacité d'interroger un nombre précis de ses congénères (y compris elle-même) et d'obtenir de chacun d'eux leur meilleure performance (et qualité pertinente).
3. Chaque fois qu'une particule se déplace, elle choisit l'une des meilleures performances dont elle est consciente, modifie sa vitesse en fonction de cette connaissance et de ses propres données, et se déplace dans cette direction.

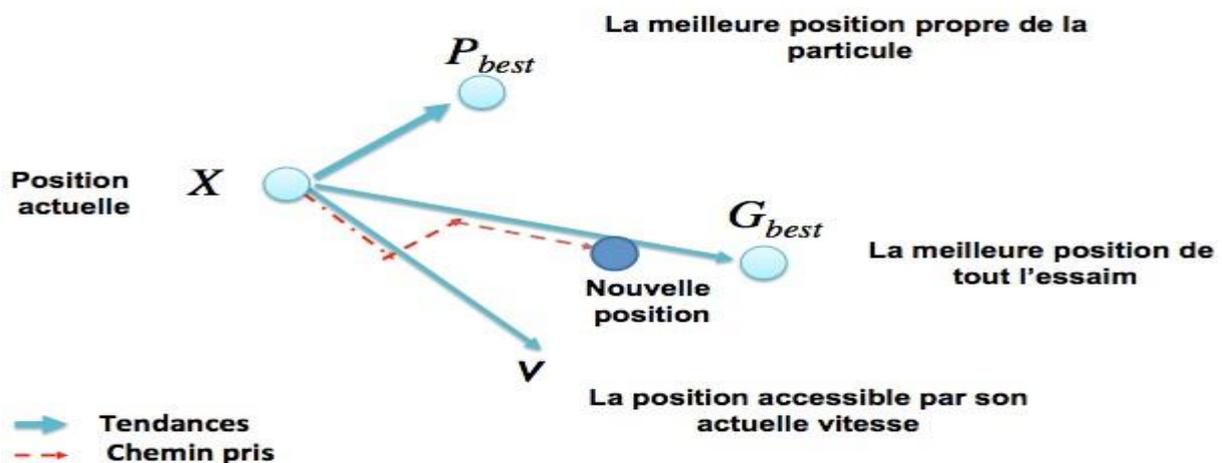


Figure.II.2. Le mouvement d'une particule

- X : sa position dans l'espace de recherche ;
- V : sa vitesse ;
- P_{best} : la position de la meilleure solution par laquelle elle est passée ;
- P_{Gbest} : la position de la meilleure solution connue de tout l'essaim ;
- $f(P_{best})$: la valeur de fitness de sa meilleure solution ;
- $f(P_{Gbest})$: la valeur de fitness de la meilleure solution connue de tout l'essaim.

II.3.La configuration des paramètres

II.3.1.Quantité de particules

La taille de l'espace de recherche et le rapport entre les capacités de calcul de la machine et le temps maximum de recherche sont les deux principaux facteurs qui déterminent le nombre de particules utilisées pour résoudre le problème. Il n'y a pas de règle pour déterminer ce paramètre, mais faire de nombreux essais permet d'acquérir l'expérience nécessaire pour le comprendre. En général, le choix se fait au hasard.

II.3.2.Taille et topologie du quartier

La structure du réseau social est définie par la topologie du voisinage, qui détermine avec qui chaque particule peut communiquer. Les combinaisons les plus courantes sont les suivantes (voir figure 1).

A) Topologie en rayon : Les particules ne communiquent qu'avec une seule particule centrale.

B) Topologie en forme d'anneau : chaque particule est connectée à n particules ($n = 3$ généralement), c'est la technique la plus fréquemment utilisée.

C) Topologie en étoiles : chaque particule est connectée aux autres, ce qui signifie que l'optimum du voisinage est l'optimum global.

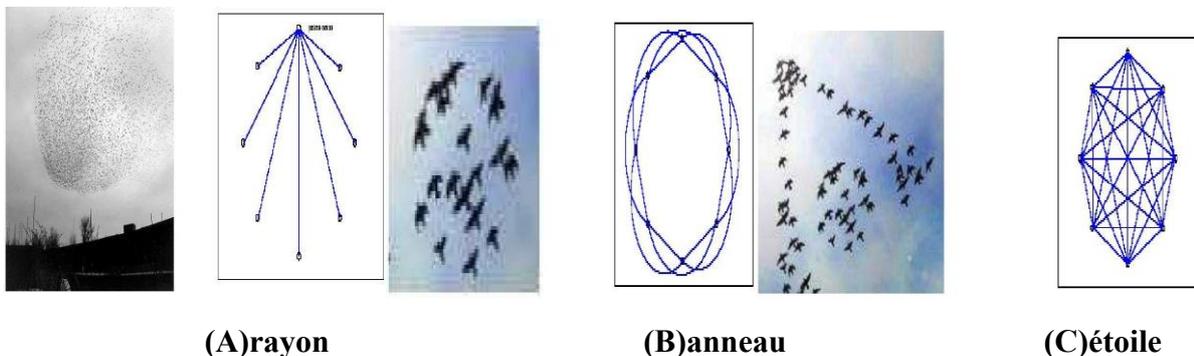


Figure.II.3.Topologies de voisinage

II.4. Formulation

A l'instant t , une particule i de l'essaim est caractérisée par :

- X : sa position dans l'espace de recherche,
- V : sa vitesse,
- P_{best} : la position de la meilleure solution par laquelle elle est passée,
- P_{Gbest} : la position de la meilleure solution connue de tout l'essaim,
- $f(P_{best})$: la valeur de fitness de sa meilleure solution,
- $f(P_{Gbest})$: la valeur de fitness de la meilleure solution connue de tout l'essaim,

Le déplacement de la particule i entre les itérations t et $t+1$ se fait selon les deux équations [1] :

$$V_{i,(t+1)} = \omega V_{i,(t)} + C_1 r_1 (P_{i,best} - X_{i,(t)}) + C_2 r_2 (P_{i,Gbest} - X_{i,(t)}) \dots \dots (1)$$

$$X_{i,(t+1)} = X_{i,(t)} + V_{i,(t+1)} \dots \dots \dots (2)$$

Où :

- C_1 et C_2 : deux constantes qui représentent les coefficients d'accélération, elles peuvent être non constantes dans certains cas selon le problème d'optimisation posé [23] [24].
- r_1 et r_2 : deux nombres aléatoires tirés de l'intervalle $[0,1]$.
- ω : le poids d'inertie

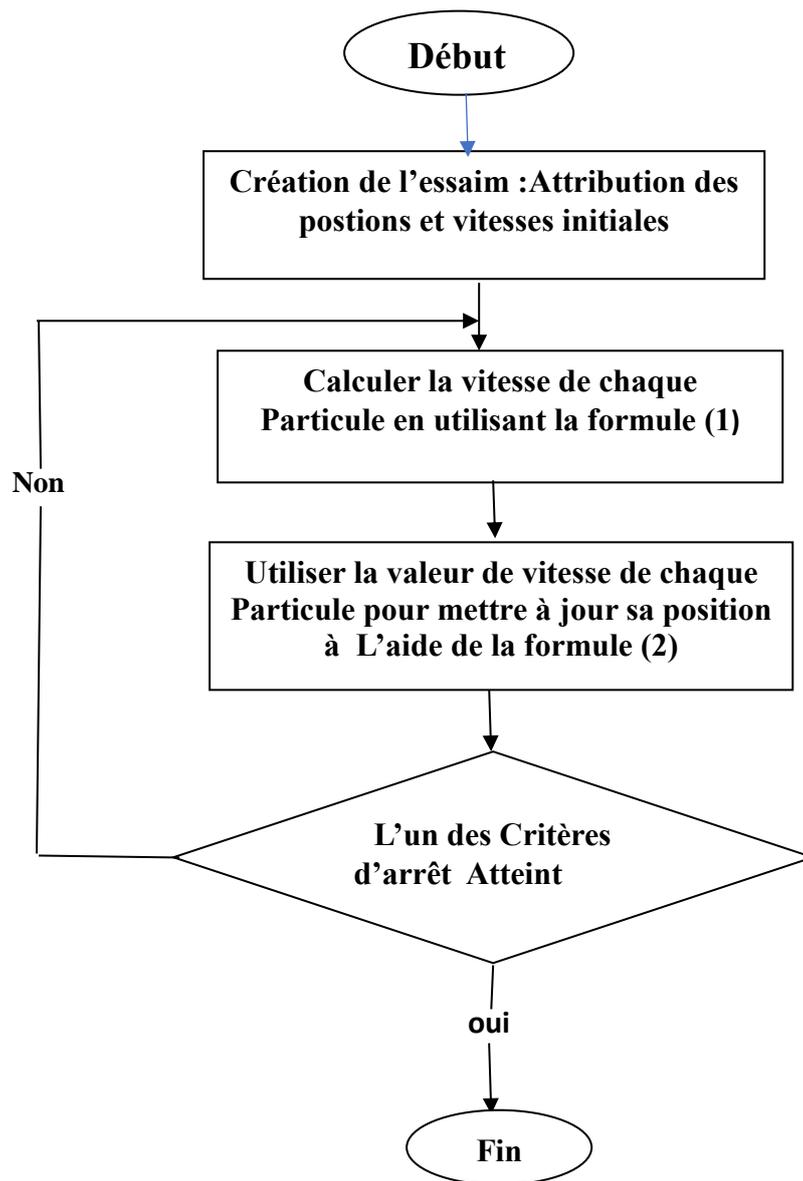


Figure.II.4.Organigramme de principe de PSO

II.5.Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons présenté l'algorithme d'optimisation PSO, qui s'inspire d'une variété d'espèces de poissons et d'oiseaux. On a choisi cette méthode parce qu'elle est largement utilisée pour sa simplicité et efficacité pour une grande variété de problèmes. Son utilisation est simple et elle converge rapidement sans même avoir besoin de modifier la structure de base de l'algorithme. Dans le chapitre suivant, l'algorithme PSO sera utilisé

Chapitre III

RESULTATS

ET

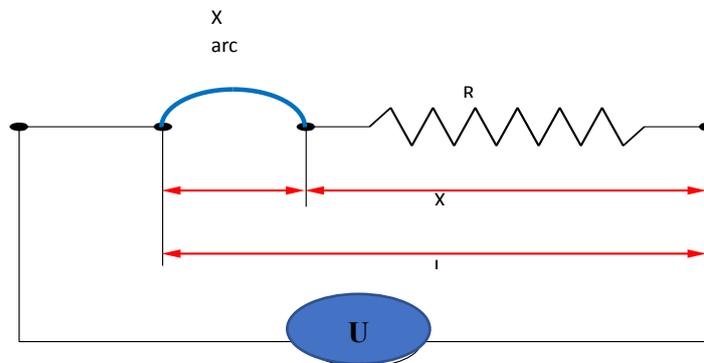
INTERPRETATIONS

III.1.Introduction

La reproduction des résultats expérimentaux par des modèles mathématiques est très importante dans l'interprétation des performances des isolateurs. Les scientifiques ont conclu que les constantes d'arc diffèrent selon le type d'isolant et la nature de la pollution (pluie, brouillard, vent, couche solide), ce qui nous amène à former un modèle généralisé de l'arc en utilisant les dimensions géométriques de l'isolant, la densité de pollution et les constantes d'arc. Dans ce chapitre, nous étudierons et présenterons les résultats de simulation que nous avons obtenus en faisant plusieurs expériences et convertisseurs à travers lesquels nous avons atteint des résultats qui peuvent être comparés avec les résultats expérimentaux obtenus par des chercheurs et des scientifiques et disponibles dans la littérature.

III.2.MODELE MATHEMATIQUE

De nombreux chercheurs se sont penchés sur le mécanisme des isolateurs pollués. Le modèle le plus simple, qui est étudié dans cet article, est créé par Obenaus [25] et consiste en un court-circuit pour la zone sèche en série avec une résistance équivalente pour la zone humide (Figure.III.1). L'utilisation de la loi d'Ohm sur le circuit de la Figure.III.1 donne :



figureIII.1.montre l'équivalent électrique du modèle Obenaus

Il est assez difficile de mesurer la résistance de la zone d'humidité (R_p). On peut alors la substituer à la conductivité σ_s (en Ω^{-1})de la couche de pollution

$$\sigma s = \frac{1}{R_p} F \quad (\text{III.1})$$

F est le facteur de forme de l'isolateur et qui s'exprime par :

$$F = \int_0^l \frac{1}{\pi D(l)} \quad (\text{III.2})$$

Sachant que $D(l)$ est le diamètre extérieur de l'isolateur.

La condition critique pour la propagation de décharge électrique à la surface de l'isolateur pour cause le contournement est :

$$\frac{dl}{dX} > 0 \quad (\text{III.3})$$

La tension de contournement devient :

$$Uc = Xc \cdot A \cdot Ic^{-n} + (Lf - Xc) \cdot K \cdot Rp \cdot Ic \quad (\text{III.4})$$

Avec :

La longueur de l'arc prend la valeur dans l'état critique.:

$$Xc = Lf \frac{1}{n+1} \quad (\text{III.5})$$

Comme coefficient de validation pour l'installation de contournement de l'équation (III.1), K est inclus ici. Wilkins [26] a introduit ce paramètre pour ajuster la résistance de Rp à la pollution tout en tenant compte de la concentration des lignes de courant au bas du rejet. K peut être calculé à l'aide de la formule simple suivante :

$$K = 1 + \frac{n+1}{2 \pi F n} \ln\left(\frac{Lf}{2 \pi Rp F}\right) \quad (\text{III.6})$$

Le courant critique sera calculé par la relation suivante:

$$Ic = (\pi D m \sigma s A)^{\frac{1}{n+1}} \quad (\text{III.7})$$

Les valeurs de conductivité sont calculées comme suit.:

$$\zeta_s = (396,05 \cdot Cp \cdot 0,42) \cdot 10^{-6} \quad (\text{III.8})$$

Cp: est la concentration de la couche polluante (mg/cm²).

La résistance Rp sera donc calculée selon l'équation (III.1):

$$Rp = 0.469 (\pi D m \sigma s A)^{\frac{1}{2(n+1)}} \quad (\text{III.9})$$

Et enfin, la tension de contournement ressemblera à ça. :

$$Uc = \frac{A}{n+1} (Lf + \pi D m F K n) (\pi D m \sigma s A)^{\frac{-n}{n+1}} \quad (\text{III.10})$$

la tension de contournement est représentée par l'équation (III.10) en fonction des paramètres de l'isolateur (Dm, F, K et Lf), des constantes d'arc n et A et de la conductivité de surface. Après avoir déterminé les constantes de l'arc (A, n), la tension de contournement critique peut être calculée. Ces derniers sont les paramètres inconnus de l'équation (III.10).

III.3.Données expérimentales utilisées

Le tableau énumère les paramètres géométriques et les valeurs de la tension de contournement U_c , qui ont été déterminés expérimentalement par rapport à la concentration de pollution C pour quelques profils d'isolateurs qui ont été tirés de la littérature et utilisés dans la présente étude.

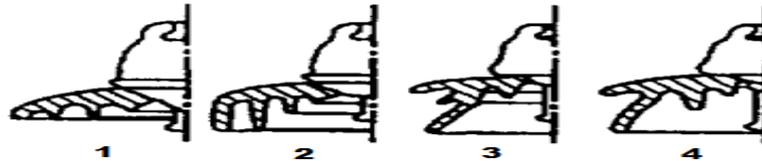


Figure.III.2.Formes d'isolants disponibles[28]

Type	L (cm)	D (cm)	F	Cp (mg/ cm ²)	Umi (KV)
Type 1	27.9	25.4	0.68	0.13	12
	27.9	25.4	0.68	0.16	11.1
	27.9	25.4	0.68	0.23	8.7
	27.9	25.4	0.68	0.34	7.5
	27.9	25.4	0.68	0.49	6.2
Type 2	27.9	25.4	0.68	0.55	6.1
	30.5	25.4	0.70	0.02	22
	30.5	25.4	0.70	0.05	16
	30.5	25.4	0.70	0.1	13
	30.5	25.4	0.70	0.16	11
Type 3	30.5	25.4	0.70	0.22	10
	43.2	25.4	0.92	0.05	19
	43.2	25.4	0.92	0.1	15
	43.2	25.4	0.92	0.16	13
	43.2	25.4	0.92	0.22	12
Type 4	43.2	25.4	0.92	0.3	10.5
	43.2	22.9	1.38	0.02	23.5
	43.2	22.9	1.38	0.03	20.9
	43.2	22.9	1.38	0.04	19.4
	43.2	22.9	1.38	0.05	18.3
	43.2	22.9	1.38	0.06	16.9
	43.2	22.9	1.38	0.1	15.8
	43.2	22.9	1.38	0.2	13.6

Tableau.III.1.LES VALEURS EXPERIMENTALES DES TYPES D'ISOLATEUR[27]

Où :

L : Longueur de la ligne de fuite.

F : Facteur de forme.

D : Diamètre maximal de l'isolateur.

C_p :Densité de Dépôt de Sel Equivalente.

U_m : La tension critique de contournement.

Pour un ensemble d'équations à deux inconnues (A et n), les données expérimentales de la critique de tension de contournement U_m en fonction de la conductivité et les caractéristiques géométriques de l'isolateur D_m , L_f , F et H du tableau III.1 sont utilisées pour l'équation (III.11). Le problème d'optimisation peut être exprimé de la manière suivante:

$$Fg = \sum_{i=1}^m (U_{mi} - U_c(A, n)) \quad (III.11)$$

U_m : est la tension mesurée

$U_c(A, n)$: est la tension critique de contournement

A et n : deux constantes

III.4.Procédure d'optimisation par PSO

La vitesse et la position sont générées aléatoirement pour l'algorithme PSO. L'objectif du groupe de particules est Fg , ou fitness ou fonction. Nous pouvons obtenir les valeurs de Fg minimum ainsi que les valeurs de A et n en utilisant les particules de recherche.

Les étapes suivantes peuvent être utilisées pour décrire comment l'algorithme PSO calcule les paramètres électriques de la décharge (A, n) : (Figure III.2).

- Étape 1 : Initialisation : Toutes les vitesses (vitesse) et les positions des particules sont fixées au hasard dans l'intervalle prédéterminé.
- Étape 2 : Vitesse de mise à jour : À chaque itération, toutes les vitesses de particules sont mises à jour conformément à l'équation II.A.
- Étape 3 : Mise à jour de la position : Les emplacements de toutes les particules sont mis à jour à chaque itération conformément à l'équation II.B.
- Étape 4 : Mise à jour de la mémoire : Mettre à jour les fonctions p_{best} et g_{best} lorsque l'exigence est remplie.

- Section 5 : Critères de résiliation Pour satisfaire aux critères d'arrêt (nombre maximal d'itérations), répétez les étapes 2 à 4 au besoin.

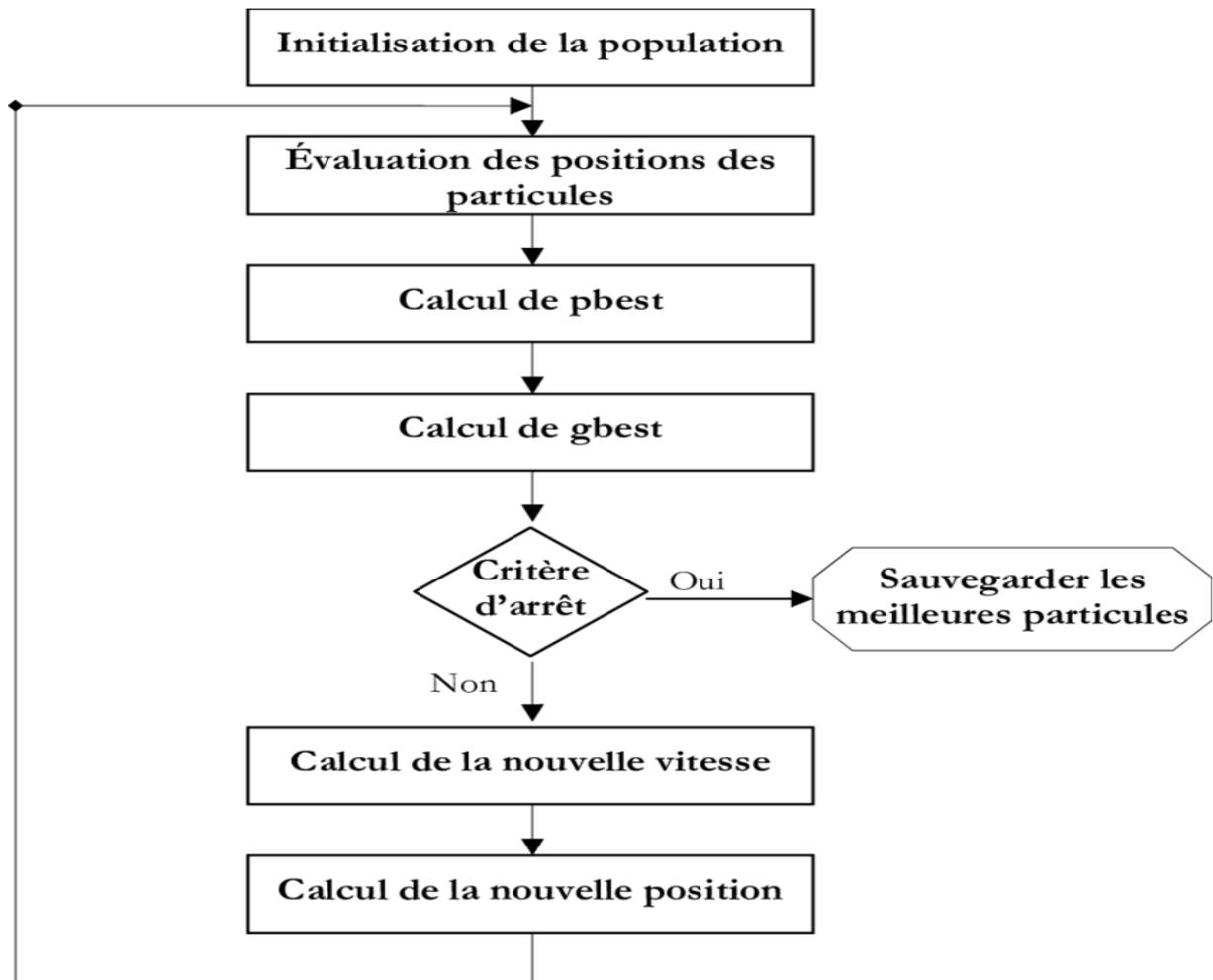


Figure.III.3.Organigramme de PSO.

III.5.Les valeurs utilisées pour les paramètres PSO sont

- ❖ La taille de l'essaim (swarm size $N=20$);
- ❖ Les coefficients de confiances (learning factors $C_1=C_2=1.5$);
- ❖ Le nombre Maximal d'itérations, $k_{\max}=200$;
- ❖ Poids, $W_{\min}=0.4$, $W_{\max}=0.7$;

III.6.L'espace de recherche

Selon les auteurs et les conditions expérimentales, les constantes caractéristiques de la décharge A et N (tableau III.2).

Auteurs	A	n
Obenaus et al.	100	0.5
L. Alston et al.	63	0.76
Wilkins	63	0.76
Hampton	530	0.24
Claverie et al	100	0.5
Jolly et al	296	0.397
Rumeli	518	0.273
Rahal	220	0.31
F. A. M. Rizk	130 à 210.6	0.45 à 1.3
G. Zhanga et al.	138	0.69
	140	0.67
D. A. Swift	80 et 60	0.5
R. Sundararajan et al	60 à 63	0.8 à 0.5
P.S. Ghosh et N. Chatterjee	360	0.59
H. G. Gopal et al	60 à 100	0.25 à 1.2
Chen et Farzaneh	84	0.77
	209	0.45
	205	0.56

Tableau.III.2. Valeur des constantes A et n selon plusieurs auteurs.

Dans ce travail, une base de données a été créée en utilisant les résultats des travaux de nombreux chercheurs dans le domaine, et il a été tenté de proposer des valeurs pour "A" et "n" en résolvant l'équation Obenaus ; par une méthode stochastique connue sous le nom d'approche PSO.

Les valeurs des constantes de l'arc A et n varient respectivement dans les intervalles [0, 500] et [0, 1]. Ainsi, les valeurs optimales des paramètres de l'arc qui rendent la fonction de fitness Fg minimale en utilisant l'approche PSO sont sélectionnées comme paramètres les plus appropriés.

III.7.Résultats et discussion

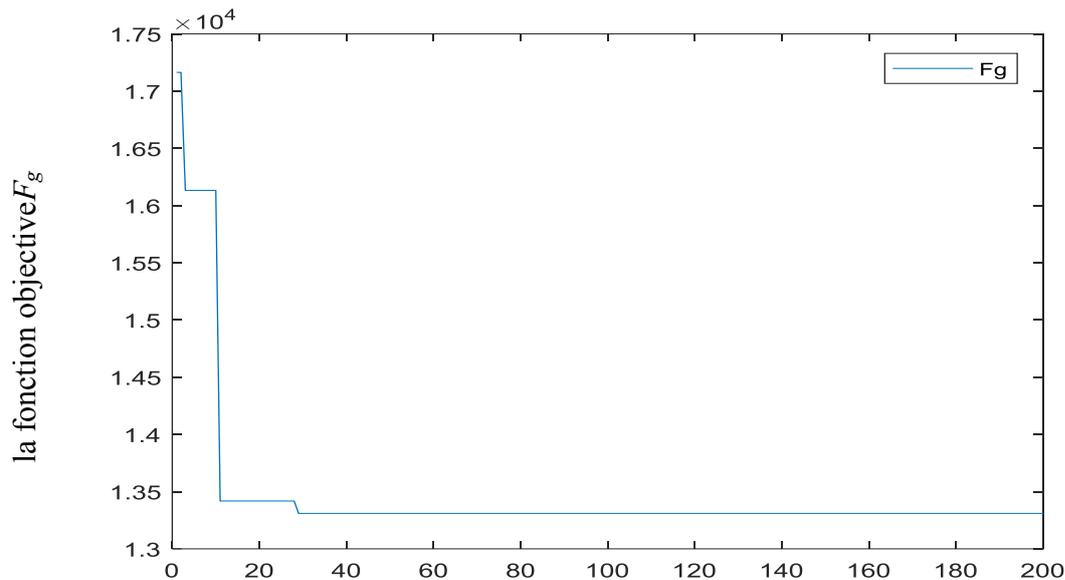
L'optimisation basée sur les particules (PSO) est une nouvelle méta-heuristique. Dans de nombreux domaines, elle a démontré sa clarté, son efficacité et sa convergence rapide. Cependant, la méthode PSO originale ne fonctionne que dans des espaces continus. En outre, l'efficacité et la performance de l'algorithme sont considérablement influencées par le choix et l'adaptation d'un certain nombre de paramètres PSO clés, y compris la taille de l'expérience, le coefficient d'erreur, les coefficients d'accélération c1 et c2, et d'autres. D'autre part, si la particule est dans la même position pour plusieurs itérations, le PSO peut facilement entrer dans la vallée de l'optimum local.

Afin de tirer profit des avantages de l'approche d'optimisation basée sur les particules, nous avons

générations	A	n	Fg
10	137.1038	0.34326	16132.8338
20	139.7718	0.29556	13417.7678
29	130.1006	0.33716	13309.6315
100	130.1006	0.33716	13309.6315
180	130.1006	0.33716	13309.6315
200	130.1006	0.33716	13309.6315

Tableau.III.3.Estimation des paramètres Arc à l'aide de la méthode PSO.

Pour mieux comprendre l'évolution du processus d'optimisation, nous avons suivi l'évolution de la fonction aptitude au cours des générations on a effectué plusieurs exécutions et la meilleure trouvée est celle de la (figure III.3).

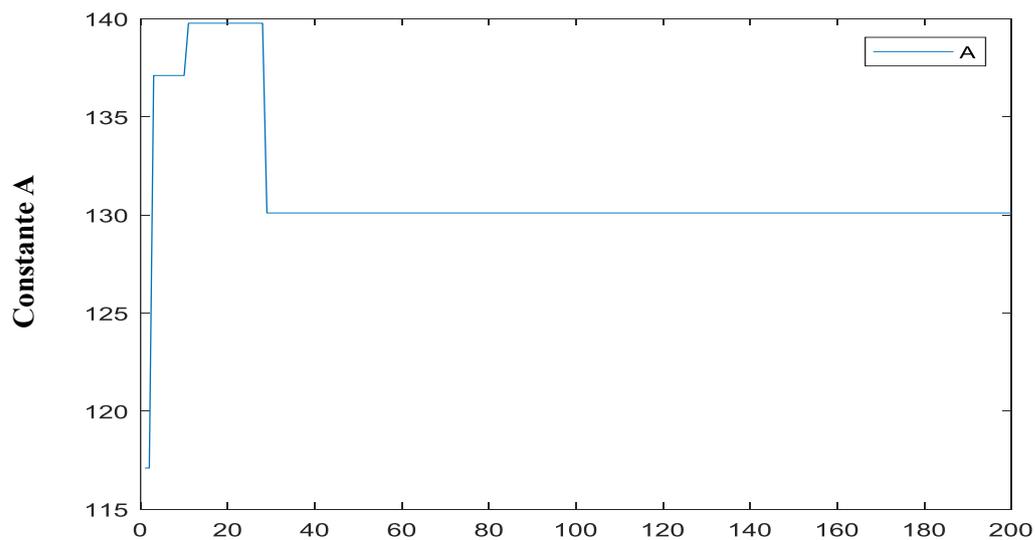


Nombres de itération

Figure.III.4. Evolution de la fonction fitness F_g en fonction du nombre d'itérations

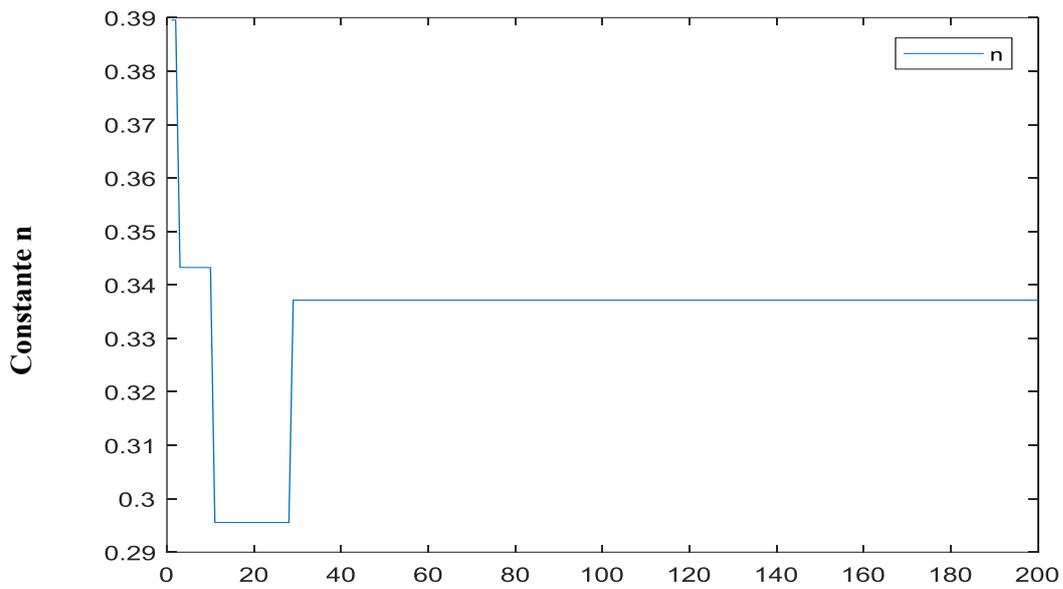
D'après la fonction objectif plus F_g est petite plus la solution est bonne, ce qu'on peut constater dans la figure précédente.

La fonction F_g diminue en fonction des itérations ce qui est expliqué par la convergence de la méthode d'où on peut conclure une relative réussite de l'application de cette méthode. Il faut noter aussi que le programme s'est pratiquement stabilisé à partir de la 29^{ème} itération.



Nombres de itération

Figure.III.5. Variation de la constante A en fonction du nombre d'itérations.



Nombres de itération

Figure.III.6. Variation de la constante n en fonction du nombre d'itérations.

Les valeurs de A et n qui correspondent au meilleur résultat trouvé pour $F_g=13309.6315$ V, sont $A=130.1006$ $n=0.33716$

Ces valeurs expérimentales sont introduites pour comparer et valider l'approche actuelle.

Les courbes suivantes montrent la variance de tension de contournement calculée à l'aide du tableau ci-dessus par rapport à la conductivité pour chaque type séparément.

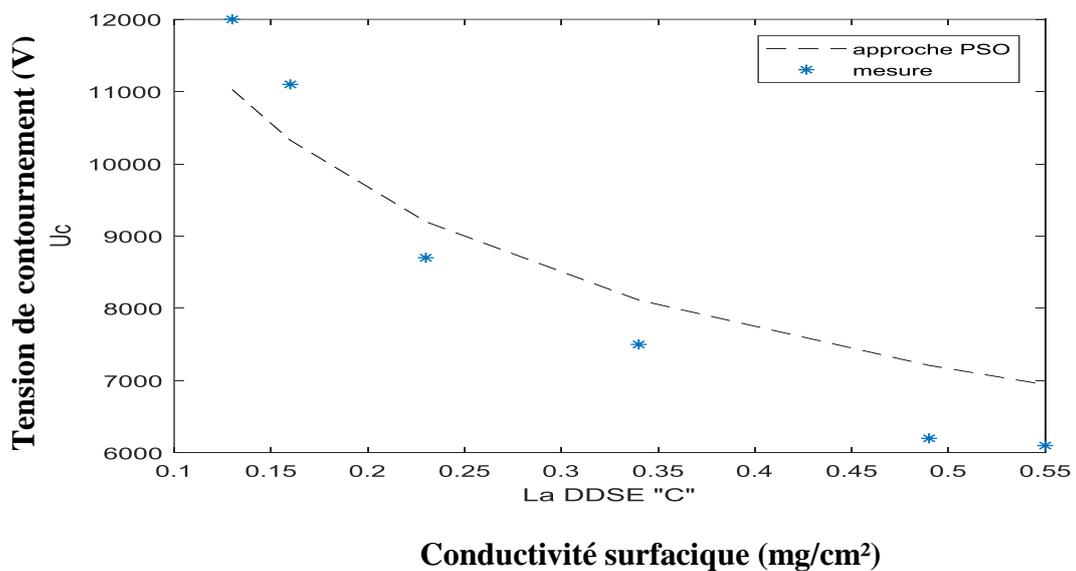


Figure.III.7. Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type1).

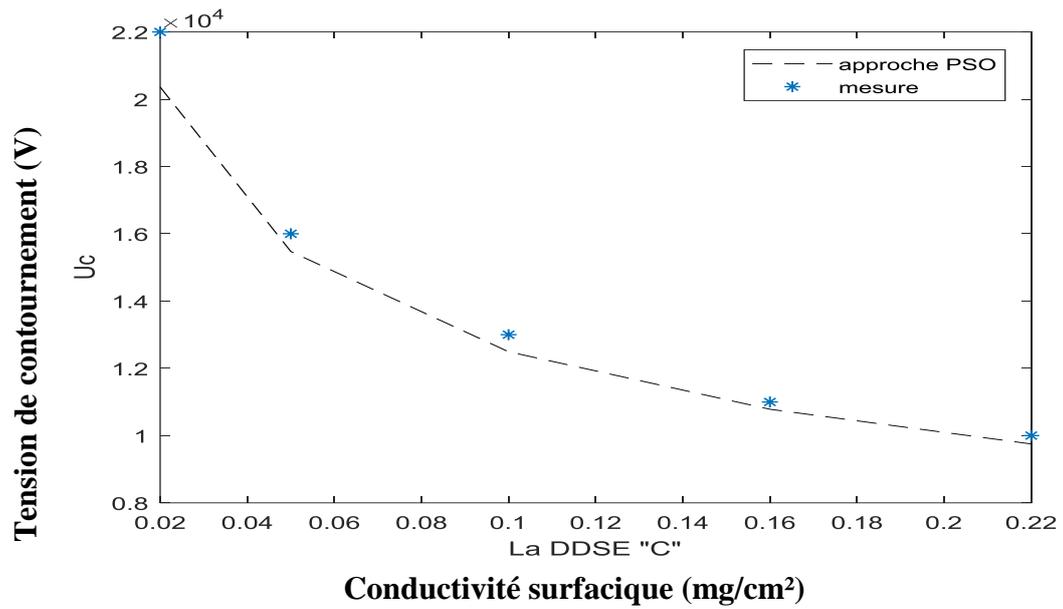


Figure.III.8. Tension de contournement en fonction de Conductivité surfacique (type2).

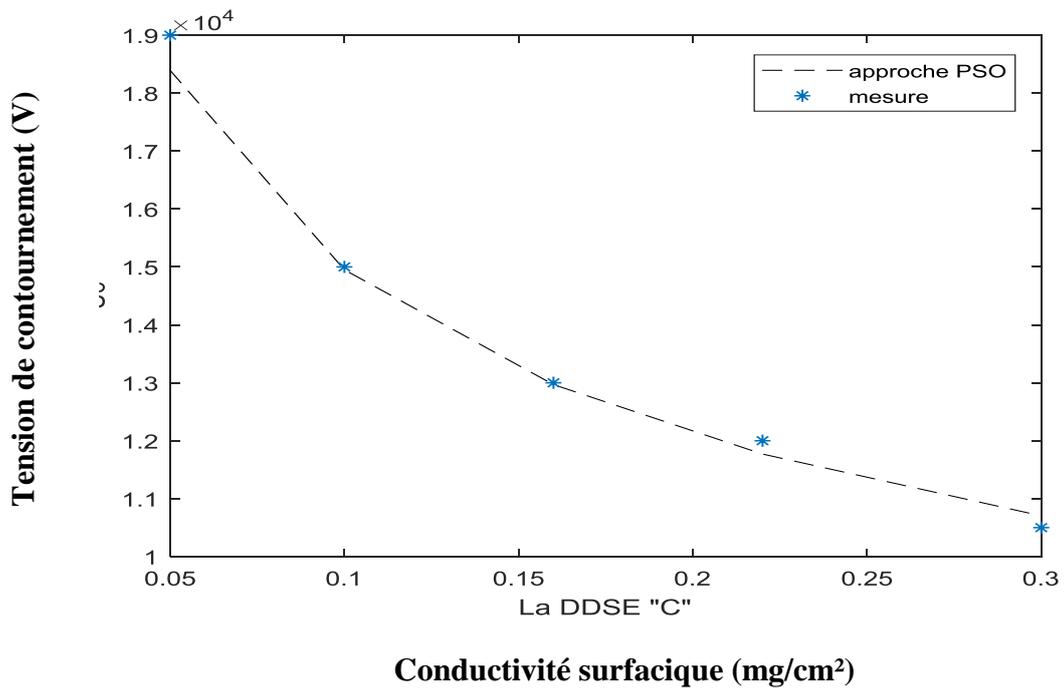


Figure.III.9. Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type3).

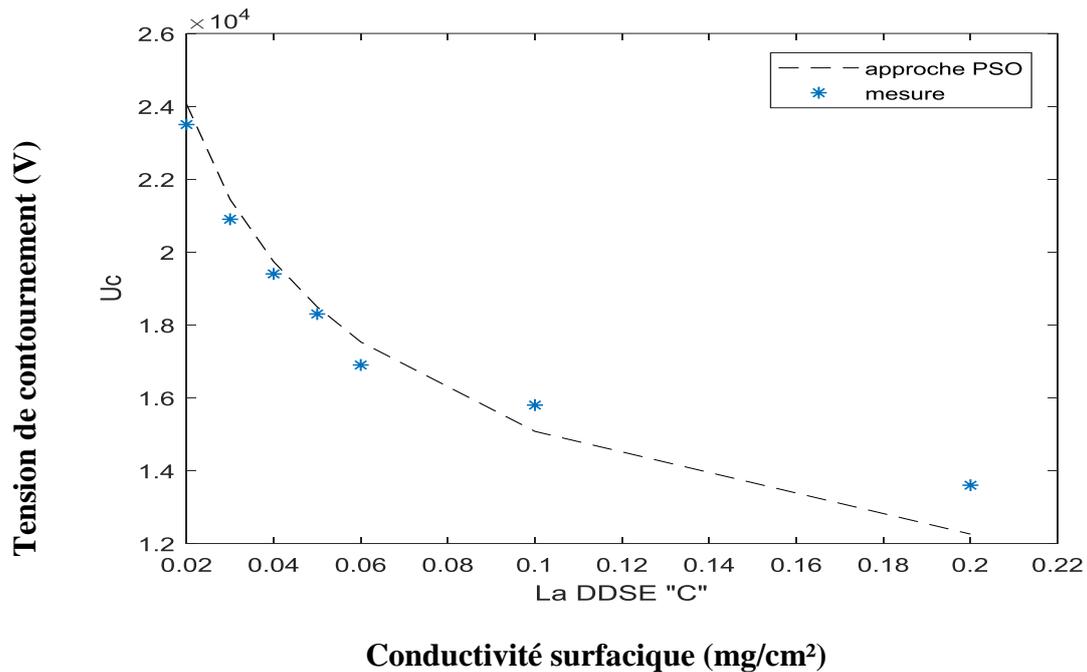


Figure.III.10. Tension de contournement en fonction de la conductivité surfacique (type4).

On constate que pour les trois derniers types le résultats obtenus correspondent fortement avec ceux mesurés ; malheureusement pour le premier type le résultat obtenu est trop loin de celui souhaité peut être que les recherches au future peuvent aboutir à des résultats meilleurs.

III.9.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons utilisé l'optimisation par essaim de particules (PSO), qui est une technique d'intelligence artificielle, pour déterminer les constantes d'arc (A et n) afin d'estimer la tension contournement d'un isolateur pollué. La validité des résultats obtenus montre que cette méthode a été appliquée avec succès, notamment après comparaison avec les valeurs expérimentales de la tension de contournement disponibles dans la littérature. Ces valeurs mesurées sont cohérentes avec celles calculées par la méthode PSO.

En résumé, cette méthode est rapide et précise donc son utilisation dans le domaine des isolateurs de haute tension peut apporter une valeur ajoutée en contribuant à la réduction des défauts de contournement et à l'amélioration des performances des isolateurs. Cela pourrait avoir un impact significatif sur la fiabilité et la sécurité du réseau électrique.

Conclusion générale

L'utilisation de l'algorithme d'optimisation par essaim particulaire (Particle Swarm Optimization - PSO) pour prédire la tension de contournement dans les isolateurs pollués en estimant les constantes de l'arc électrique (A et n) nécessaires au modèle mathématique est une approche prometteuse.

L'algorithme PSO est une méthode d'optimisation inspirée du comportement des oiseaux ou des insectes en essaim. Il est largement utilisé pour résoudre des problèmes d'optimisation dans différents domaines. Dans le contexte de notre recherche, il peut être appliqué pour trouver les valeurs optimales des constantes de l'arc électrique (A et n) qui minimisent l'erreur entre les résultats du modèle mathématique et les données expérimentales ou observées de tension de contournement.

L'approche consiste généralement à définir une fonction objectif qui quantifie l'écart entre les valeurs prédites de tension de contournement à partir du modèle mathématique et les valeurs réelles. L'algorithme PSO utilise ensuite un ensemble de particules, chacune représentant une solution candidate dans l'espace des constantes de l'arc électrique. Les particules se déplacent dans l'espace de recherche en ajustant leur position en fonction de leur meilleure solution personnelle et de la meilleure solution globale trouvée par l'ensemble du groupe. Ce processus d'itération se poursuit jusqu'à ce que la convergence soit atteinte et que les constantes de l'arc électrique optimales soient obtenues.

Il est important de noter que pour utiliser l'algorithme PSO de manière efficace, il est nécessaire de définir soigneusement les paramètres de l'algorithme tels que la taille du groupe de particules, les coefficients d'inertie, les limites de recherche, les fonctions de mise à jour de la vitesse et de la position, etc. De plus, il est crucial de disposer d'un ensemble de données expérimentales ou observées fiables pour valider les résultats du modèle et évaluer les performances de prédiction.

Dans notre mémoire, nous avons détaillé les différentes étapes de mise en œuvre de l'algorithme PSO pour estimer les constantes de l'arc électrique (A et n). Nous avons également discuté les résultats obtenus, les comparé avec ceux obtenus expérimentalement, et analysés les avantages et les limites de l'approche PSO dans ce contexte spécifique.

Nos résultats obtenus ne peuvent pas être généralisés à tous les isolateurs, car nous espérons que suffisamment d'informations seront disponibles sur les isolateurs restants pour mener une étude à leur sujet et obtenir de bons résultats.

En conclusion, l'utilisation de l'algorithme PSO pour prédire la tension de contournement en optimisant les constantes de l'arc électrique est une approche intéressante qui peut contribuer à améliorer la modélisation et la prédiction du phénomène de contournement dans les isolateurs pollués.

Références

[1]D.Dumora, "Matériaux isolants cramiques en électrotechnique", Techniques de l'ingénieur D275-1975.

[2]A. Kara, "Contribution à l'étude d'un modèle dynamique de contournement d'un isolateur pollué", mémoire magistère en électrotechnique, Université Ferhat Abbes Sétif, 2013.

[3]D.Dumora, "Matériaux isolants cramiques en électrotechnique", Techniques de l'ingénieur D275-1975.

[4] F. Aouabed, "Contribution à l'étude d'un circuit équivalent des isolateurs synthétiques sous pollution en utilisant l'EMTP", Mémoire magistère en électrotechnique, Université Ferhat Abbes Sétif.

[5] R. Bouzeroura "Etude du développement d'arcs électriques parallèles sur une surface Isolante non uniformément polluée sous tension continue", Mémoire magister, , Université de Bejaia, 2009

[6] M.GUENIFIS, S.GADOUM, « Mesure du degré de sévérité des pollution en vue du dimensionnement des isolateurs de la région de Tizgirt », Mémoire d'Ingénieur d'état de l'UMMTO, 2009.

[7] A.HAMZA SLAMET, « Contribution à l'étude du modèle développé d'un isolateur pollué », Mémoire de Magister de l'USTO, 2013.

[8] T.MERAGNI, I.GUIA, « L'effet de la pollution désertique sur l'isolateur de haute tension », Mémoire de Master de l'Université d'El Oued, 2015.

[9]S.satta,"contribution a l'étude de l'influence de la pollution discontinue sur le comportement des isolateurs : expérimentation et simulation

[10]S .Haddad et M .E. Azeddine ,"Estimation de la tension de contournement d'un isolateur capot et tige de haute tension artificiellement pollué en utilisant la logique floue", Mémoire master, Université Mohamed Boudiaf - Msila, 2019

[11]C. Bentrion, « Simulation Numérique d'un Isolateur de Haute Tension a Fréquence Industrielle 50 Hz »Mémoire de master académique, dept. G. électrique, Université de M'sila, juin 2016.

[12]L.AOUIMEUR, N.BERKANI, « Comportement des isolateurs de traversées 10 et 30 Kv sous pollution artificielle », Mémoire d'Ingénieur d'état de l'UMMTO, 2006.

[13]M.A.R.M. Fernando and S. M. Gubanski, « Leakage Current Patterns on Contaminated Polymeric Surfaces », IEEE Transaction on Dielectric and Electrical Insulation Vol. 6, No. 5, October 1999.

[14] F. Aouabed, "Contribution à l'étude d'un circuit équivalent des isolateurs synthétiques sous pollution en utilisant l'EMTP", Mémoire magistère en électrotechnique, Université Ferhat Abbas Sétif

[15]M. Terkmani, M. Babouamer, « Contournement des Isolateurs des Lignes de Haute Tension », Mémoire d'ingénieur, département génie électrique, USTO, Oran, juin 2005

[16] N.Feddag, S.Houcine, « Modélisation des différents paramètres de dimensionnement des isolateurs sous pollution », Université MMTO, Ingénieur 2008.

[17] Mlle SATTA Samia, «contribution a l'étude de l'influence de la pollution discontinue sur le comportement des isolateurs : expérimentation et simulation », thèse de magister en Génie Electrique, Faculté de technologie, Université Ferhat Abbas- Stif

[18] P. S. Gohsh, S. Chakravorti and N. Chatterjee, "Estimation of Time to Flashover Characteristics of Contaminated Electrolytic Surfaces using a Neural Network", IEEE Trans. on Dielect and Elect Insul, Vol. 2, N° 6, pp. 1064-1074, 1995.

[19] A.Cimador, S. Vitet, "la pollution des isolateurs", EDF-Epure, N° 27, Paris, France, Juillet 1990.

[20] M. Soufi, M.Zemirline, "Conception d'un modèle dynamique de contournement d'un isolateur pollué sous tension alternative 50 Hz. PFE. Département de génie électrique. ENP ALGER 2004

[21] J. Kennedy et R. Eberhart, : "Particle Swarm Optimization,". Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks, IEEE Press, vol. 8, no. 3, pp. 1943– 1948, 1995.

[22] Y. Cooren, "Perfectionnement d'un algorithme adaptatif d'optimisation par essaim particulaire - applications en génie médical et en électronique", Thèse de Doctorat de l'Université Paris 12, Val de Marne, 2008.

[23] A. Ratnaweera, SK. Halgamuge, HC. Watson, : "Self-organising hierarchical particle swarm optimizer with time-varying acceleration coefficients". IEEE Trans Evol Comput. Vol. 8, N° 3, pp. 240-255, 2004.

[24] I-H. Kuo, S-J. Horng, T-W. Kao, T-L. Lin, P. Fan, : "An Efficient Flow-Shop Scheduling Algorithm Based on a Hybrid Particle Swarm Optimization Model". New Trends in Applied Artificial Intelligence. pp. 303-312, Springer. 2007

[25] F. Obenaus, Fremdshichtuberschlag und Kriechweglang, DeutchElektrotechnik, Vol, 4, pp. 135-136, (1958).

[26]R. Wilkins, "Flashover Voltage of High Voltage Insulators with Uniform SurfacePollution Films", Proc. IEE, Vol. 116, pp. 457-465, 1969.

[27][KHERFANE Riad Lakhdar et YOUNES Mimoun' Exploitation des algorithmes génétiques pour l'estimation de la tension de contournement d'un isolateur HT pollué.

[28] R. Sundararajan, N. R. Sadhureddy and R. S. Gorur Computer-aided Design of Porcelain Insulators under Polluted Conditions.
