



# **CHAPITRE I**

## **Isolateurs de Haute Tension et Phénomènes de Pollution**

## I.1. Introduction

Pour des raisons technico-économiques, le transport et la distribution de l'énergie électrique s'effectuent généralement sous haute tension (surtout au moyen de lignes aériennes, mais aussi de câbles souterrains).

La fiabilité du transport d'énergie dépend considérablement du comportement mécanique, électrique et diélectrique à long terme des différents composants des lignes et postes. Parmi ces composants on note le rôle primordial que jouent les isolateurs .

Dans la plupart des lignes électriques de haute tension les isolateurs sont menacés par le phénomène de pollution.

Le présent chapitre porte sur les isolateurs de haute tension, leurs différents types ainsi que les matériaux utilisés dans leur fabrication. Nous traitons ensuite le phénomène de la pollution en générale et ses conséquences néfastes sur le comportement des isolateurs.

## I.2. Les isolateurs de haute tension

### I.2.1. Définition

L'isolateur est un matériau isolant solide qui présente une très grande résistance au passage du courant et dont la conductibilité est pratiquement nulle. Il est utilisé pour isoler les conducteurs ou les pièces sous tension afin d'empêcher les court-circuits, les pertes de courant et les charges d'électrocution, [5].

### I.2.2. Rôle d'un isolateur

Un isolateur est un composant électrotechnique destiné à fixer, maintenir ou soutenir les conducteurs électriques nus. On trouve des isolateurs en particulier sur les lignes à haute tension, mais aussi sur les lignes télégraphiques ou dans les postes électriques. Ils assurent l'isolation électrique entre les conducteurs et les pylônes, ainsi de retenir les conducteurs.

Il ne faut pas confondre **isolant** et **isolateur**: le premier désigne la propriété d'un matériau qui consiste à ne pas conduire l'électricité; le second désigne le composant fait de matériau isolant, [6].

### I.2.3. Fonctionnement et constitution d'un isolateur

L'isolateur est formé par un isolant auquel sont fixés deux pièces métalliques  $M_1$  et  $M_2$ .

Isolant : Verre, céramique, matériaux synthétiques. (Figure I.1)

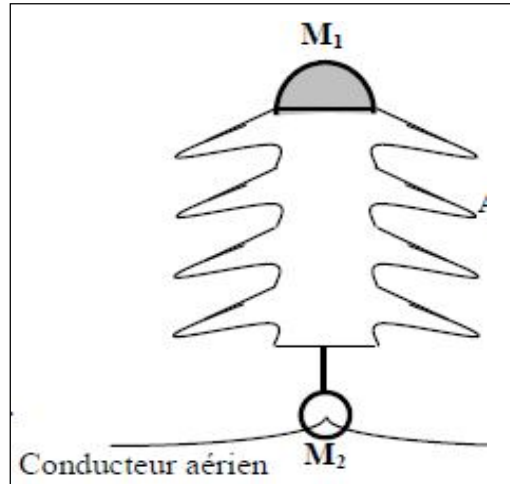


Figure I.1 Isolateur de haute tension.

$M_1$  se fixe au pylône ;  $M_2$  porte le conducteur.

Rôle : l'isolateur possède un double rôle :

- Rôle mécanique : porte le conducteur
- Rôle électrique : isole le conducteur par rapport au pylône.

Les isolateurs sont des composants indispensables au transport et à la distribution de l'énergie électrique. Leur fonction est de réaliser une liaison entre des conducteurs HT et la terre.

- Ils maintiennent les conducteurs dans la position spécifiée (isolateurs d'alignement et d'ancrage);
- Ils assurent la transition entre l'isolation interne (huile, SF6) et l'isolation externe (air atmosphérique), ils permettent de raccorder les matériels électriques au réseau (traversées de transformateur, extrémités de câbles) et ils constituent, également, l'enveloppe de certains appareils (disjoncteurs, parafoudres, réducteurs de mesure), [7].

### **I.2.4. Matériaux isolants utilisés pour la fabrication des isolateurs**

Nous trouvons plusieurs isolants solides qui peuvent être utilisés pour la fabrication des isolateurs de haute tension comme le verre, la céramique et la porcelaine :

#### **I.2.4.1. Céramique**

Le développement et la fabrication des céramiques datent depuis longtemps à cause de leurs performances. Pour les isolateurs qui vont être utilisés dans des lieux où il y a des contraintes mécaniques très importantes, on utilise de préférence des céramiques à grains très fins. Souvent on trouve les céramiques dans les postes: isolateurs supports, couverture isolante des sectionneurs, des disjoncteurs, des transformateurs de potentiel, des bornes de traversées des transformateurs de puissance, [8].



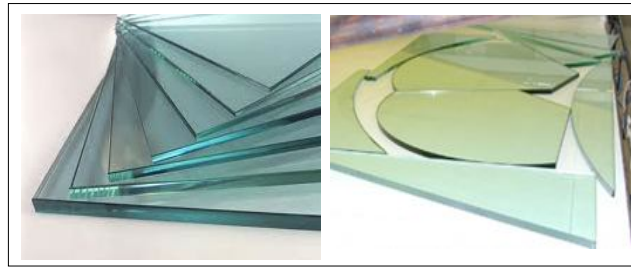
**Figure I.2 Isolateur en céramique**

#### **I.2.4.2. Verres**

Outre son bas prix, le verre présente l'avantage de permettre de déceler les défauts par une simple observation,[1].On trouve deux types de verre pour la fabrication des isolateurs : le verre trempé et le verre recuit.

##### **I.2.4.2.1.Le verre recuit**

Le verre recuit est utilisé pour la fabrication d'isolateurs rigides, mais présente cependant des inconvénients. Parmi ces inconvénients, nous citons le fait qu'il ne résiste pas aux variations brusques de température et qu'il ne supporte que des tensions mécaniques relativement faibles et c'est pour cette raison qu'il n'est pas utilisé pour la fabrication des isolateurs de suspension, [9].



**Figure I.3 Verre recuit**

#### **I.2.4.2.2. Le verre trempé**

La trempe d'un verre est obtenue par un traitement thermique : chauffage, suivi d'un brusque refroidissement. Ce traitement augmente considérablement la résistance du verre aux contraintes mécaniques et thermiques, sans altérer les propriétés spectrophotométriques. Ce traitement a pour effet d'engendrer à l'intérieur du verre un système de contraintes qui renforce considérablement la résistance du produit fini. Ces contraintes mettent la surface du verre en forte compression alors que l'intérieur est en tension, [10].

Résistance mécanique 5 fois plus résistant que le verre recuit classique, il permet la fixation par pièces métalliques, [9].

Résistance thermique : Le verre résiste mieux à un brusque réchauffement qu'à un brusque refroidissement. Dans le premier cas, les couches supérieures se mettent en compression, dans le second cas, en extension. Du fait de sa surface en compression, le verre trempé résiste mieux aux chocs thermiques que le verre recuit. Le verre trempé résiste à des différences de températures qui peuvent aller jusqu'à 200°C (60°C pour un verre non trempé), [11].



**Figure I.4 Isolateur en verre trempé**

### I.2.4.3. Matériaux synthétiques

Un matériau synthétique est un assemblage d'au moins deux composants non miscibles (figure I.5) (mais ayant une forte capacité de pénétration) dont les propriétés se complètent. Le nouveau matériau ainsi constitué, hétérogène, possède des propriétés que les composants seuls ne possèdent pas. Ce phénomène, qui permet d'améliorer la qualité de la matière face à une certaine utilisation (légèreté, rigidité à un effort, etc.) explique l'utilisation croissante des matériaux composites dans différents secteurs industriels. Néanmoins, la description fine des composites reste complexe du point de vue mécanique de par la non-homogénéité du matériau. Un matériau composite se compose comme suit : le béton armé = composite béton + armature en acier, ou le composite fibre de verre + résine polyester. Les isolateurs en matériaux synthétiques sont composés d'un centre en fibres de verre imprégnées d'une résine et d'un revêtement à ailettes de type élastomère, [6].

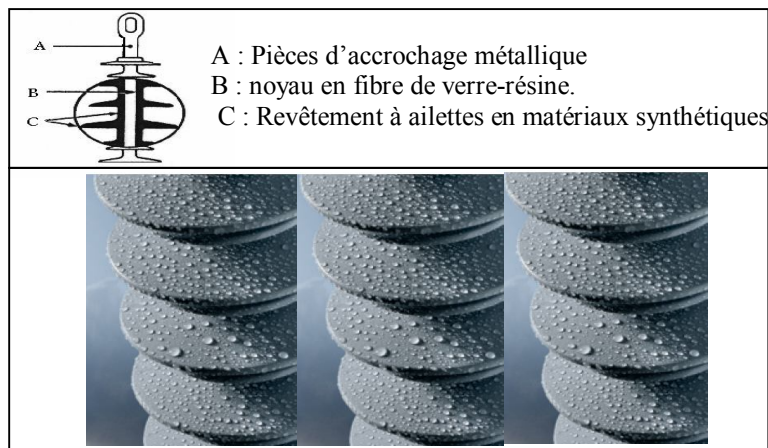


Figure I.5 Isolateurs en matériaux synthétiques.

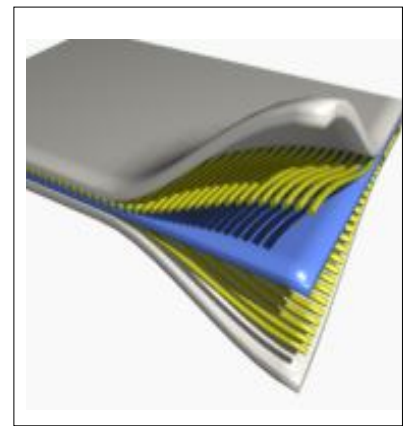


Figure I.6 Matériau synthétique (composite)  
Un exemple de multicouche

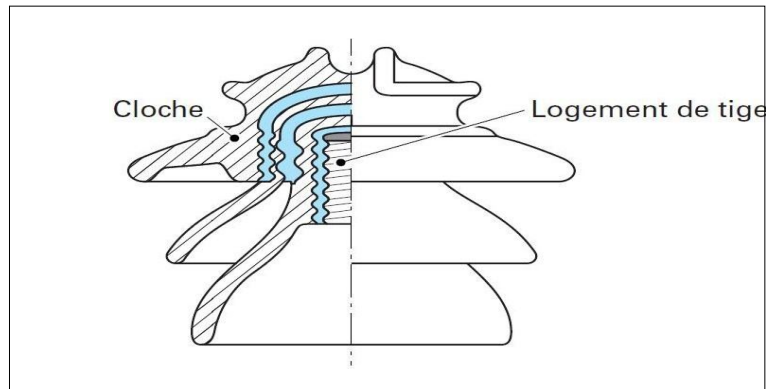
## I.3.Types d'isolateurs

On peut distinguer deux principaux types d'isolateurs: les isolateurs de type rigide et les éléments de chaîne.

### I.3.1. Isolateur de type rigide

Ce type d'isolateur permet d'obtenir une liaison rigide entre le support et le câble. Il est constitué d'un ou plusieurs isolateurs encastrés et scellés entre eux, ils sont fixés aux pylônes par des ferrures de différentes formes (Figure I.7). Ils sont montés sur pylônes soit d'une façon, horizontale ou oblique (inclinée). Mais ce type d'isolateurs est utilisé pour les lignes aériennes qui ne dépassent pas le niveau

de tension de 60 kV, [6]. La céramique et le verre sont les deux matériaux utilisés pour les isolateurs rigides.



**Figure I.7** Vue en coupe d'un isolateur rigide en verre

### **I.3.2. Isolateurs suspendus ou éléments de chaîne**

Ils sont constitués du matériau isolant ainsi que d'une pièce métallique qui sert à réaliser la liaison entre deux isolateurs et qui permet de donner une certaine flexibilité à la chaîne d'isolateurs. La chaîne d'isolateurs peut être montée sur le pylône en suspension, ou bien verticalement (chaîne d'alignement), ou encore d'une façon horizontale (chaîne d'ancrage) ,[8].

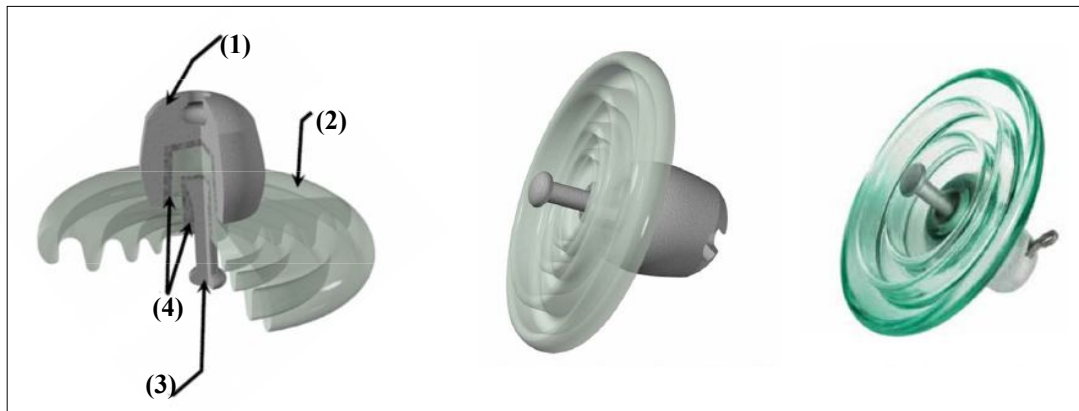
Il existe deux types principaux d'éléments de chaîne.

- L'isolateur capot et tige.
- L'isolateur long fut.

#### **I.3.2.1. Isolateur 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 1.8). 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, [8].

La coupe de l'isolateur capot-tige est schématisée à la (figure I.8).



**Figure I.8 Isolateur capot et tige**

1 : le capot.

2: le diélectrique (verre trempé ou céramique).

3: la tige.

4: le ciment de fixation.

#### **I.3.2.1.1 Profils des isolateurs capot et tige**

##### **a. Profil standard**

Ce sont les plus communs et les plus utilisés sur les lignes installées dans les zones de faible pollution, où ils se comportent bien grâce à leurs petites nervures bien espacées. Ce type est très utilisé dans les endroits à pollution moyenne (Figure I.9), [12].

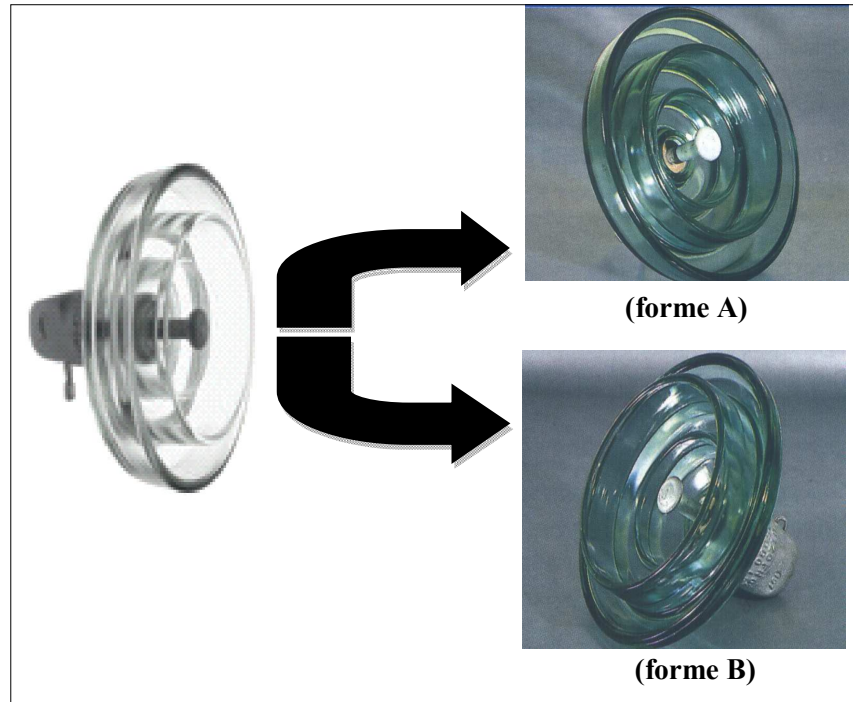


**Figure I.9 Isolateur capot et tige de profil standard**



**b. Profil anti-brouillard**

Nous présentons deux types, aux formes différentes A et B. Ils sont recommandés pour les zones de moyenne et forte pollution. Leur grande ligne de fuite, supérieure aux exigences de l'IEC 60305, est obtenue grâce à des nervures plus profondes, permettant ainsi de réduire les effets de la pollution, sans augmenter la longueur de chaîne, [12].



**Figure I.10 Isolateur capot et tige de profil anti-brouillard**

- **Forme A :** Il est de conception avec un diamètre plus grand que le type de profil standard muni de deux ou trois rainures à grande profondeur. Cette conception permet également un lavage manuel facile si c'est nécessaire et empêche le claquage entre rainures voisines quand il y a une pollution sévère et tout le profil intérieur simplifie la maintenance, [13].

Cette conception permet également un lavage manuel facile si c'est nécessaire (Figure I.10).

- **Forme B :** Dans cette conception, l'épaisseur de la rainure extérieure agit comme une barrière contre l'action du brouillard et le dépôt des sels minéraux sur la surface de l'isolateur, empêchant alors la formation d'un électrolyte conducteur sur la surface. Ce type d'isolateur est efficace dans les zones côtières. (Figure I.10), [13].

**c. Profil plat**

Ce type d'isolateur, de par le profil de son diélectrique totalement plat, est très recommandé pour les zones désertiques. En effet, l'absence de nervures rend difficile le dépôt de particules, en particulier sur la surface inférieure du diélectrique. De plus, sa forme facilite son « auto-nettoyage » par le vent, en permettant un flux d'air régulier et continu. Ils peuvent également être utilisés dans les zones de pollution industrielle sévère ou mixte (pollution désertique + industrielle). (Figure I.11), [12].



**Figure I.11 Isolateur capot et tige de profil plat.**

**d. Profil sphérique**

L'absence de nervures sur la pièce de verre rend difficile le dépôt de particules sur la surface du diélectrique, tout en facilitant le nettoyage par le vent et la pluie. De plus, sa forme sphérique le rend plus résistant au vandalisme et le nettoyage devient facile et efficace (Figure I.12), [12].



**Figure I.12 Isolateur capot et tige de profil sphérique.**

### I.3.2.2. Isolateur 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.13.a), soit en forme de tige scellée dans une cavité prévue à cet effet (figure I.13.b), [4].

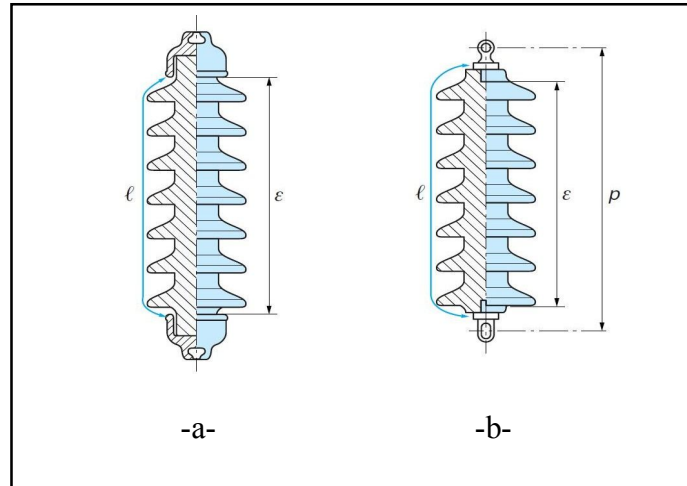


Figure I.13 Isolateur à long fût en porcelaine céramique

## I.4. Choix des isolateurs

Les isolateurs entrent pour un pourcentage très modeste de l'ordre de 7%, dans le prix d'une ligne aérienne moyenne tension. Cependant, ils sont un élément essentiel dont dépendent la sécurité d'exploitation, la qualité et la continuité de service.

Les isolateurs les mieux adaptés à un environnement donné sont ceux qui retiennent le taux de dépôts polluant le moins élevé, c'est-à-dire les isolateurs qui possèdent les meilleures propriétés d'auto nettoyage. Même bien choisie, une isolation n'est jamais à l'abri d'un incident:

- La sévérité de la pollution d'un site peut changer.
- L'apparition d'une nouvelle usine à proximité d'un poste ,
- La construction d'un ouvrage routier voisin ou plus simplement, un événement météorologique exceptionnel peuvent augmenter, durablement ou temporairement, la pollution d'un site, alors qu'un poste ou une ligne y sont déjà en exploitation.

Le dimensionnement initialement correct des isolateurs peut alors devenir insuffisant et il faut pouvoir protéger les installations existantes contre les nouvelles sources de pollution éventuelles ,[7].

## **I.5. Phénomènes de Pollution**

### **I.5.1. Définition**

La pollution est un phénomène qui constitue un sérieux problème sur l'isolement des ouvrages de haute tension, dont il faut tenir compte lors du dimensionnement de l'isolement des lignes de haute tension.

La pollution provoque la formation d'une couche sur la surface des isolateurs. Ces couches de pollution, quand elles sont humidifiées, réduisent considérablement la résistivité des isolateurs ce qui conduit à la diminution de leur tension de tenue.

Notons que cette couche de pollution n'est pas homogène et sa distribution n'est pas uniforme. La non-homogénéité est due à la présence de différents agents polluants dans une même région, et la non-uniformité de la répartition sur les surfaces des isolateurs est due aux profils des isolateurs, le sens et la direction des vents dans cette région, la pluie, la position de la chaîne d'isolateurs par rapport au sol (verticale, horizontale, inclinée), la position de l'isolateur dans la chaîne, le degré de pollution du site où se trouve les isolateurs ainsi que la surface inférieure ou supérieure de l'isolateur,[14].

### **I.5.2. Formation des couches polluantes sur les isolateurs**

La disposition des isolateurs dans les lignes forme un obstacle à l'écoulement d'un air transportant de la poussière. Une couche de pollution se développe progressivement sur la surface de l'isolateur.

Ces couches peuvent engendrer une diminution considérable de la résistivité superficielle des surfaces isolantes, et par suite, la diminution de la tension de tenue des isolateurs, [1].

La disposition de la pollution dépend de la position de la chaîne (verticale, horizontale ou inclinée), et le profil de l'isolateur. Généralement, la pollution se concentre sur les éléments de la chaîne situés près de la borne haute tension, et dans les parties protégées contre les facteurs d'auto-nettoyage, [1].

### **I.5.3. Sources de la pollution**

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

#### **I.5.3.1. Pollution naturelle**

Elle dépend du climat et des facteurs météorologiques des régions. Elle est constituée de dépôts de poussières véhiculées par les vents tels que: sable, embruns marins, [15]. Ces dépôts, et selon leur nature, se présentent comme suit:

##### **I.5.3.1.1. Pollution marine**

Les installations situées en bord de 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, [7].

##### **I.5.3.1.2. Pollution désertique**

Parmi les phénomènes qui caractérisent la nature désertique, figure le vent de sable. Celui-ci induit des dépôts de sable sur les surfaces des isolateurs. De la même façon que précédemment, lorsque ces dépôts sont humidifiés, les couches de sable deviennent plus au moins conductrices à cause de l'existence de sels dans le sable. Après, nous assistons aux mêmes phénomènes constatés dans le cas précédent, [16].

##### **I.5.3.2. Pollution industrielle**

Ce type de pollution est fréquent dans les zones industrielles surtout à proximité des usines, entreprises de production éjectant des fumées (raffinerie, cimenterie, ...). Par ailleurs les gaz d'échappements (centrale thermiques) et les engrais utilisés en agriculture contribuent aussi aux dépôts observés à la surface des isolateurs.

En présence d'une humidité intense, le sel contenu dans ces polluants abaisse considérablement la résistivité superficielle des isolateurs, [17].

Cette pollution peut aussi être d'origine domestique, quant il s'agit des facteurs tels que: fumées et gaz résultant des moyens de réchauffement des habitations ou de moyens de transport.

### I.5.3.3. Pollution mixte

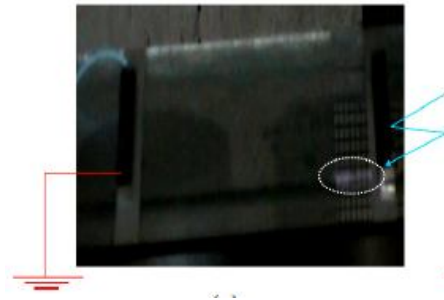
Ce type de pollution est en fait le plus fréquent et le plus sévère pour l'exploitation des ouvrages électriques. La pollution mixte résulte de la combinaison entre les différents types de pollution, comme par exemple les pollutions marine et industrielle lorsque des installations industrielles sont situées en bord de mer, [7].

## I.6. Conséquences de la pollution

Les couches polluantes qui s'accumulent à la surface des isolateurs provoquent une conductivité électrique superficielle. Celle-ci modifie la répartition du potentiel le long de la ligne de fuite. Suivant les conditions atmosphériques (pluie fine, brouillard...), la tension de 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 [8]:

- **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, [18].



**Figure I.14 Initialisation des arcs électriques**

- **Arc permanent (fixe)**

Contrairement au cas précédent, l'arc électrique se fixe à la surface, soit en s'y maintenant (courant continu), soit en s'y réamorçant au même endroit (courant alternatif). Cet arc peut entraîner, par effet thermique, une dégradation de support isolant nécessitant le remplacement de l'élément défaillant, [19].



**Figure I.15 Evolution des arcs électriques**

- **Contournement des isolateurs**

Le comportement des isolateurs sous pollution peut être décomposé en quatre étapes distinctes. Chacune de ces étapes a une importance sur la tenue ou le contournement de la chaîne isolante sous tension de service du réseau, [17].



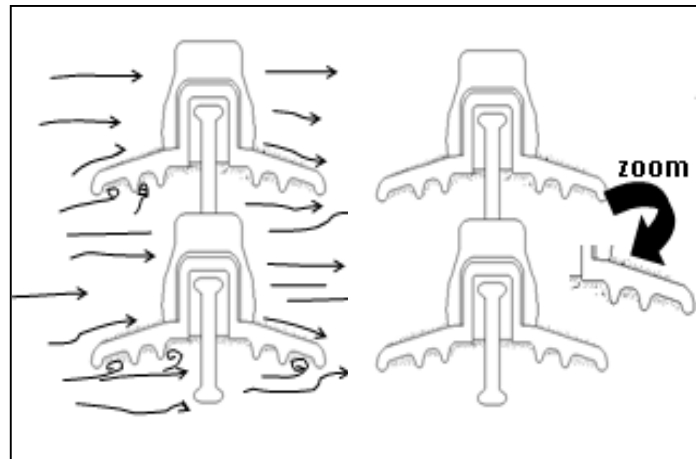
**Figure I.16 Countournement total.**

**Etape 1 : Dépôt de la pollution**

Les particules du dépôt sont apportées par le vent et se concentrent entre les nervures ou autour du capot (figure I.17).

Les facteurs d'accumulation sont les suivants :

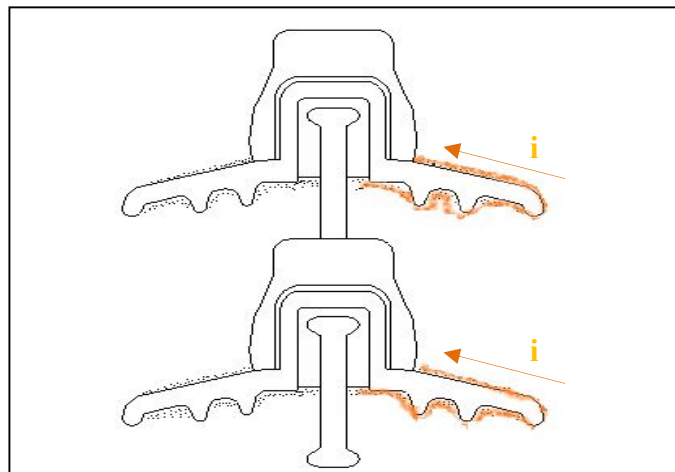
- La nature, le poids et la taille des particules polluantes,
- La distance de l'isolateur par rapport à la source de pollution et par rapport au sol d'où peut provenir des poussières,
- La vitesse du vent,
- L'orientation de la chaîne, et surtout la forme de l'isolateur et son aptitude à l'auto-nettoyage par les fortes pluies et vents, [20].



**Figure I.17 Dépôt et évolution de l'agent polluant.**

### **Etape 2 : Humidification de la pollution**

Le brouillard et la condensation de la petite pluie modifient graduellement et pratiquement sans délavage la surface de l'isolateur pollué. Ces conditions sont dites critiques. Les sels contenus dans le dépôt se dissolvent et créent un électrolyte conducteur sur la surface de l'isolateur. Un courant de fuite prend alors naissance, [17].



**Figure I.18 Humidification du dépôt polluant et création d'un courant de fuite.**

Pendant le cycle d'humidification, le courant de fuite augmente jusqu'à une valeur maximale, mais diminue s'il y a séchage. Le niveau du courant de fuite dépend du temps, de la nature et de la

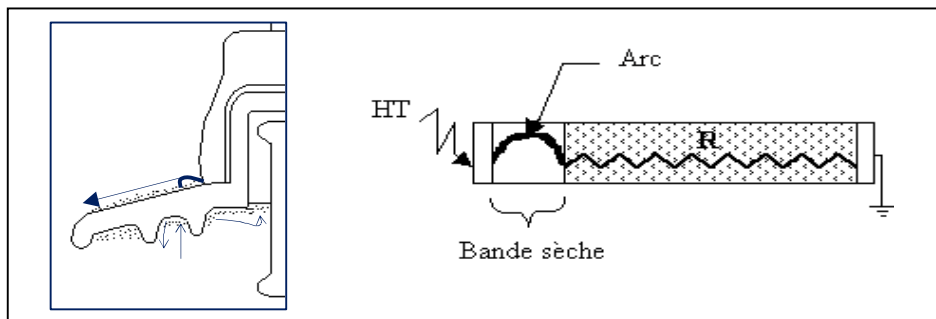


quantité des sels solubles et insolubles. Ces derniers maintiennent par absorption une certaine quantité d'eau à la surface de l'isolateur, entretenant ainsi l'humidification du dépôt, [17], [19].

### **Etape 3: Développement des zones sèches et apparition d'arcs**

La densité du courant de fuite est beaucoup plus importante près des ferrures de l'isolateur. Par effet Joule, la température s'élève, l'eau s'évapore et le dépôt devient moins conducteur. Le courant est alors très réduit en amplitude par la présence d'une «bande sèche».

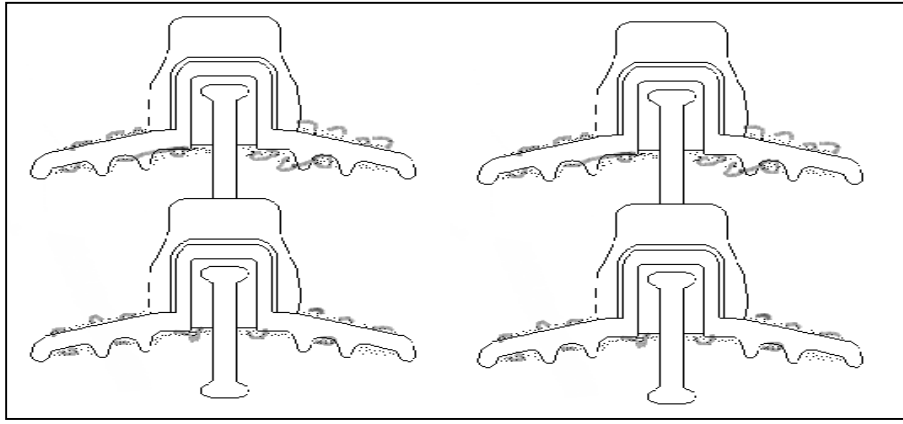
La répartition du potentiel sur l'isolateur est modifiée par cette bande sèche, car la plus grande portion du potentiel électrique se trouve reportée aux bornes de cette bande sèche. Si la largeur de cette dernière est insuffisante pour supporter le potentiel correspondant, un arc se crée (Figure I.19), [17].



**Figure I.19 Arc et bande sèche.**

### **Etape 4: Comportement des arcs**

La résistance du dépôt humidifié  $R$ , en série avec l'arc, limite le courant et la longueur de l'arc (Figure II.19). Si le courant est trop faible, l'arc s'éteindra, la bande sèche s'humidifiera à nouveau et le mécanisme se répétera encore. Tant que le courant de fuite n'excède pas ce que l'on appelle «courant critique» correspondant à une «longueur critique» de l'arc, cette situation reste stable (Figure II.20). Dans le cas contraire, le contournement de l'isolateur peut survenir, [17, 19, 20].



**Figure I.20 Régime d'arcs sous pollution.**

### **I.7. Technique de lutter contre la pollution**

Pour un niveau de pollution donné, une bonne conception des lignes basée sur des mesures de sévérité de pollution permet de prévenir, autant que possible, les incidents lorsque la ligne est en service. Mais un changement dans les données d'un site est toujours possible, c'est-à-dire même un dimensionnement initialement correct peut s'avérer insuffisant dans certaines conditions, [21].

Dans ces circonstances, on utilise des techniques comme l'allongement de la ligne de fuite, l'adaptation d'un autre type des isolateurs capable de résister aux contraintes de la pollution, [22].

Par contre, certaines zones très localisées sont soumises à un niveau de pollution exceptionnel. Dans ce cas, la simulation de laboratoire n'est pas recherchée, car aucun isolateur de dimensionnement raisonnable n'est en mesure de résister à ces contraintes, [21].

On préfère, généralement, utiliser d'autres types des techniques de lutter contre la pollution. Plusieurs moyens sont utilisés afin de prévenir, autant que possible, les incidents lorsque une ligne est en service. Ces moyens de lutter doivent tenir compte des données propres au site considéré et au changement possible de la sévérité de pollution dû à de nouveaux facteurs (apparition d'une nouvelle usine à proximité d'un poste, ....). Les différentes méthodes utilisées consistent à, [23] :

### **I.7.1. Allongement de la ligne de fuite**

Il permet d'adapter le dimensionnement aux nouvelles conditions de pollution. Deux techniques sont employées :

Le changement de type d'isolateurs (pour allonger la ligne de fuite) : c'est une opération très coûteuse et souvent impossible à réaliser en poste.

L'utilisation de prolongateurs de ligne de fuite en matériaux polymères, qui sont collés sur la surface des isolateurs existants, [16].

### **I.7.2. Isolateurs plats (auto-nettoyables)**

L'utilisation d'isolateurs plats conduit à la diminution de la ligne de fuite des isolateurs. En effet, ces derniers sans nervures ont la propriété d'accumuler moins de pollution que les isolateurs traditionnels et s'auto-nettoient très bien sous l'effet du vent. Ils sont principalement utilisés dans les régions désertiques, [16].

### **I.7.3. Graissage périodique (couche hydrophobes)**

Grâce à ses propriétés hydrophobes, le graissage protège temporairement les isolateurs. La longévité du graissage dépend à la fois de l'environnement (pollution, conditions climatiques) et de la qualité intrinsèque du produit. Elle est généralement comprise entre 1 et 4 ans. Le graissage est largement utilisé dans le monde, mais l'opération de nettoyage puis de graissage est pénible, longue et coûteuse. Elle nécessite, par ailleurs, une interruption de service, [16].

### **I.7.4. Revêtement à base des silicones**

Cette méthode consiste à appliquer, par pulvérisation ou au pinceau, un caoutchouc silicone qui se vulcanise à température ambiante à la surface des isolateurs. Comme pour le graissage grâce à ses propriétés hydrophobes, ce revêtement protège et améliore leur tenue sous pollution. Par contre sa longévité est, en général, nettement supérieure à celle du graissage, [16].

### **I.7.5. Les isolateurs composites**

Ces isolateurs présentent l'avantage d'une grande légèreté, une haute résistance mécanique et de bonnes propriétés hydrophobes et peuvent être utilisés dans des conditions de pollutions très

sévères. Cependant, ces isolateurs, revêtus d'un polymère, voient leurs caractéristiques changer au cours du temps. Ils peuvent vieillir sous l'effet des différentes contraintes (électriques et climatiques) auxquelles ils sont soumis en service, [1].

### **I.7.6. Nettoyages sous ou hors tension**

- Le nettoyage manuel (essuyage à sec de l'isolateur) ou le lavage hors tension, peuvent être utilisés de façon périodique, en particulier dans les postes. Comme ces méthodes sont utilisées hors tension, elles entraînent nécessairement des interruptions de service parfois assez longues. Aussi, il faut limiter, autant que possible, leur utilisation.

- Le lavage sous tension permet d'éviter ces coupures. Dans son principe, ce type de lavage permet de garder propre l'isolateur. Ce dernier est réalisé à l'aide d'installations fixes ou mobiles. Dans ces cas, il est effectué selon des règles strictes concernant la qualité de l'eau de lavage, le processus de lavage et les distances de sécurité à respecter afin d'éliminer tout risque de contournement pendant le lavage.

- Le nettoyage des isolateurs à l'aide d'un abrasif pulvérisé sous pression est une technique utilisée dans certain pays (Amérique du Nord en particulier).

Cette technique permet le nettoyage d'isolateurs recouverts de pollution très adhérente (ciment, par exemple) et peut être utilisée pour dégraisser les isolateurs, [16].

## **I.8. Conclusion**

Les isolateurs sont des éléments essentiels dont dépendent la sécurité d'exploitation, la qualité et la continuité de service.

La pollution des isolateurs est un facteur essentiel dont il faut tenir compte dans la conception des lignes électriques de haute tension.

Les isolateurs les mieux adaptés à un environnement donné sont ceux qui retiennent le taux de dépôts polluants le moins élevé, c'est-à-dire les isolateurs qui possèdent les meilleures propriétés d'auto – nettoyage.

Dans le deuxième chapitre nous allons présenter les principaux modèles statiques sur l'étude du phénomène de contournement sur des isolateurs sous différentes conditions de pollution ainsi les travaux liés à la détermination du potentiel et du champ électrique par des méthodes numériques.