

## INTRODUCTION

Depuis les dernières décennies, l'intérêt croissant vis-à-vis des phénomènes de contournement des isolateurs sous diverses conditions atmosphériques, a donné lieu à un nombre exhaustif d'études qui ont été publiées à travers le monde. Dans le but de donner plus de détails sur le phénomène étudié, une revue de littérature est présentée. Il s'agit de présenter les principaux travaux sur l'étude du phénomène de contournement et du courant de fuite sur des isolateurs réels sous différentes conditions de pollution.

Dans cette partie, nous présentons des travaux et des recherches récemment effectués dans le domaine de la pollution des isolateurs ainsi que l'étude des phénomènes liés au contournement.

### *1.1. Évaluation et prévision de la Tension de contournement sur les Isolateurs composites contaminés*

Les auteurs Kiruthika. Met Sivadasan. J [4] ont effectué des essais sur 4 types d'isolateurs en silicone de 11 KV dans leur laboratoire de HT figure.I.1 et figure.I.2



**Figure I.1 :**Échantillons de test



**Figure I.2 :**Montage expérimental

Les caractéristiques de chaque isolateur sont indiquées dans le tableau I.1

Isolateurs \ Paramètre	A	B	C	D
Diamètre (cm)	6.7	6.1	5.1	5.1
La taille total (cm)	31	40.5	38	35
Longueur de fuite(cm)	30	39	34	32
La distance d'arc(cm)	12.5	18.5	21	18
Facteur de fuite	2.4	2.1	1.6	1.7
Facteur de profil	3.9	4.2	6.2	6.2
Facteur de forme	1.4	2	2.1	1.9

**Table I .1 :** Paramètres des isolateurs

La valeur équivalente de la densité de dépôt de sel ESDD est utilisé pour déterminer la gravité de la pollution de la surface d'isolateur qui est normalisé en utilisant NaCl ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) et kaolin [5][6]

La préparation de la pollution artificielle est faite en se basant sur les recommandations de la CEI 60507



Figure I.3 : Isolateurs pollués

S.NO	ESDD mg/cm <sup>2</sup>	in	Kaolin in mg	NaCl in mg	L'eau distillé (ml)
1	0.01	1		20	20
2	0.03	2		20	20
3	0.05	3		20	20
4	0.05	4		20	20

Tableaux I.2.Pollutionartificielle mixte

Les isolateurs pollués sont représentés par la figure.I.3 et le niveau de pollution mixte d'isolateur est indiqué dans le tableau I.2

Les types des isolateurs sont testés sous les condition atmosphérique normal sans pollutions les résultats obtenus sont présentés par le tableau I.3

S.NO	Échantillon	Tension de contournement (KV)
1	TYPE A	75
2	TYPE B	90
3	TYPE C	92
4	TYPE D	85

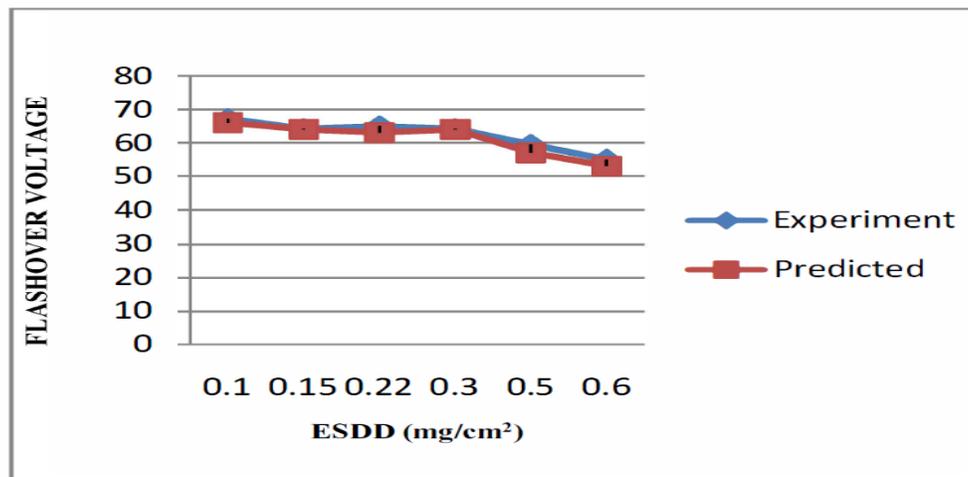
Tableau I.3 : Tension de contournement pour différent isolateurs

Après l'application de la pollution artificielle sur les types d'isolateurs, ils ont obtenu les résultats indiqués par le tableau I.4.

TYPE	A		B		C		D	
ESDD (mg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>av</sub>	σ						
0.1	67.5	1.0	85.7	1.1	88.2	1.4	76	2.5
0.3	64.2	1.1	77	2.2	86	0.6	71.7	1.4
0.5	59.5	2.4	73.5	1.2	80.2	1.6	67	2.5
0.6	55	1.0	67.2	1.0	78.7	2.0	63	3.0

**Tableau I.4 :** tension de contournement pour différent type de pollution

Les auteurs Kiruthika. Met Sivadasan. J [4] ont utilisé la méthode de LS\_SVM (least squares support vector machine) pour prédire la tension de contournement avec ensembles des données d'entrées qui sont formés au système. Figure. I.4.



**Figure. I. 4 :** LS-SVM prédiction et résultats expérimentaux

Les résultats obtenus à partir de cette investigation, ont permis aux auteurs de conclure que :

- Le troisième type des isolateurs est le plus rigide que les autres.
- Les résultats expérimentaux et ceux trouvés par la méthode LS\_SVM sont presque identiques.

## ***1.2. Dégradation des divers isolateurs en polymères sous brouillard propre et salin : Mesure de la tension de contournement et l'évaluation de dégradation des surfaces.***

Cette étude est destinée à l'évaluation de la résistance au cheminement des isolateurs en plusieurs polymères, largement utilisé dans l'industrie électrique (câble de moyenne tension accessoire telle que les terminaisons et les isolateurs et les pinces d'ancrage et les fusibles à vis mécaniques), dans des environnements pollués. Cette nouvelle méthode réalisée sur un modèle d'isolant est basée sur les caractéristiques électro-géométriques. Les matériaux testés couvrent thermoplastiques, (à savoir le polyamide 6 (PA6 / 50), le polyamide ignifugé 66 (PA66 / 50), le polycarbonate (PC / 40) et polyacrylamide (PARA / 50)) thermodurcissable (à savoir deux résines époxy cyclo aliphatiques (EP1 et EP2)) et les élastomères (à savoir deux matériaux EPDM noté EPDM et EPDM V0 (ignifugé)).

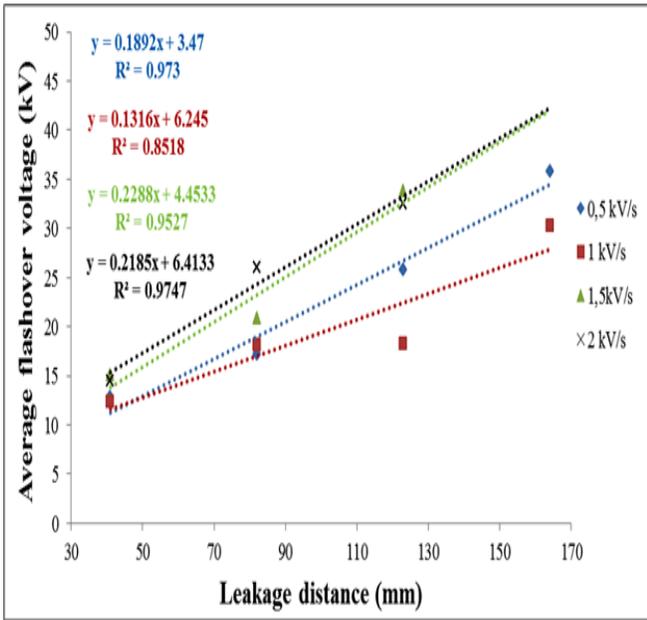
Les auteurs M.A.Douar , A.Beroual et X.Souche [7] ont réalisé des expériences dans deux environnements

1. Condition de brouillard propres créé dans une chambre de brouillard salin spécial ou la température et l'humidité relative et la conductivité volumique sont respectivement de  $T=(19 \pm 1)^{\circ} \text{C}$   $\text{HR}=98\%$  et  $\sigma=0.06\text{ms/cm}$ . l'eau pulvérisé est caractérisé par un faible conductivité
2. Conditions de sel de brouillard obtenus dans la chambre de brouillard où la température, l'humidité relative et de la conductivité sont respectivement  $T = (19 \pm 1)^{\circ} \text{C}$ ,  $\text{RH} = 98\%$  et  $\sigma = (16 \pm 2) \text{mS} / \text{cm}$ . Cet environnement est noté comme étant conducteur lourd [8].

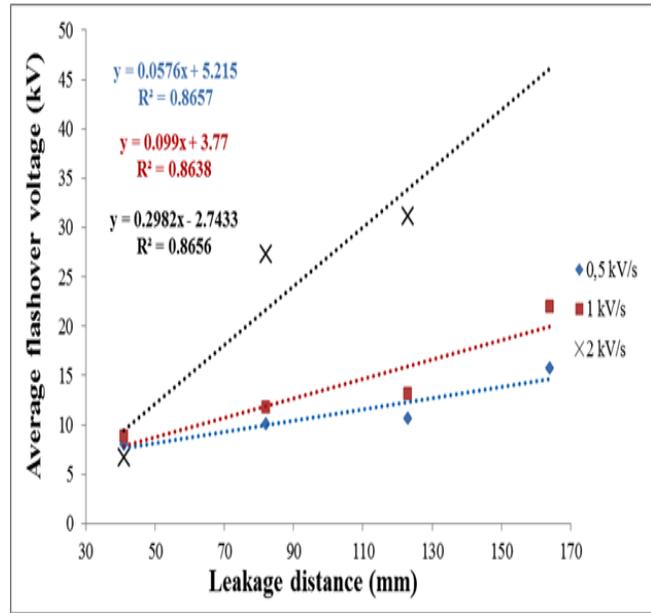
### ***1.2.1. Tension de contournement des polymères sous brouillard propre***

Les figures I.4 et I.5 montrent la tension de contournement des différents polymères étudiés en fonction de la distance de fuite et la vitesse d'évaluation de tension.

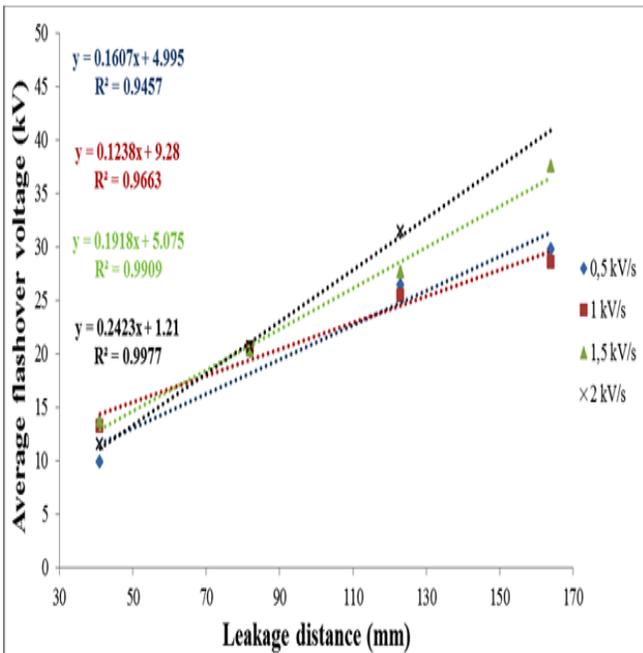
La figure I.6 représente la dégradation des surfaces des polymères après des 10 tests de tension de contournement



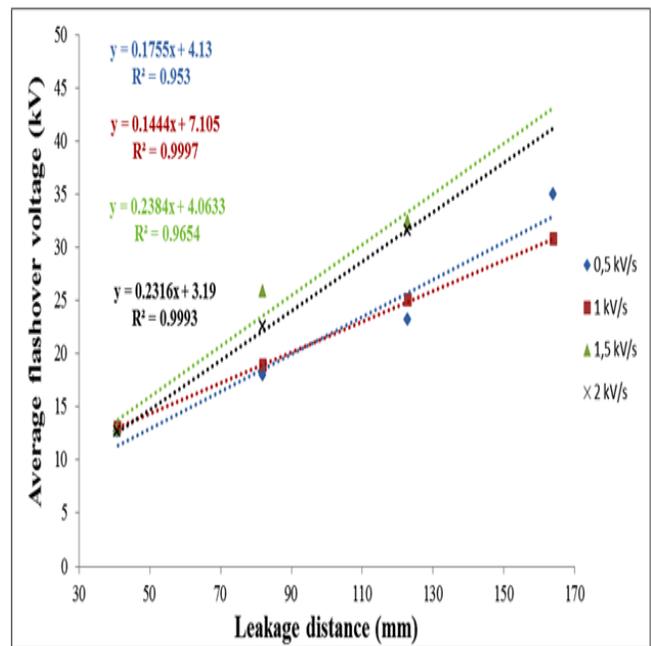
(a)



(b)

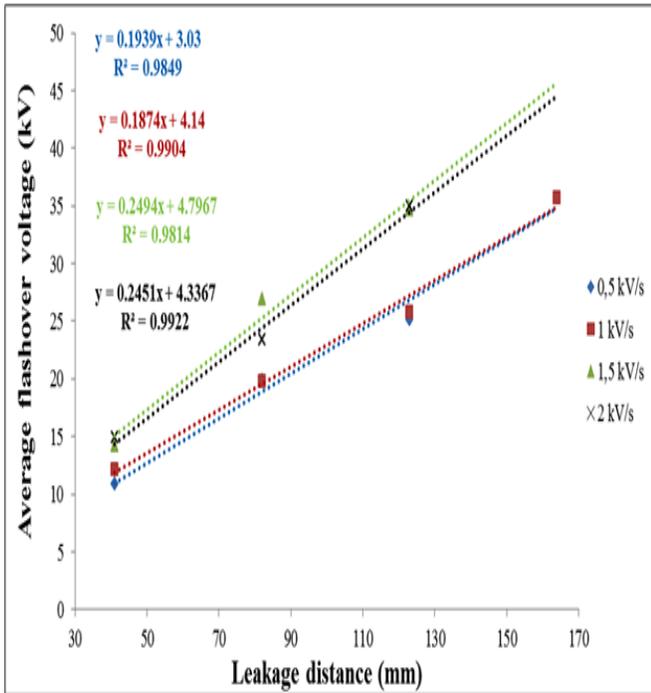


(c)

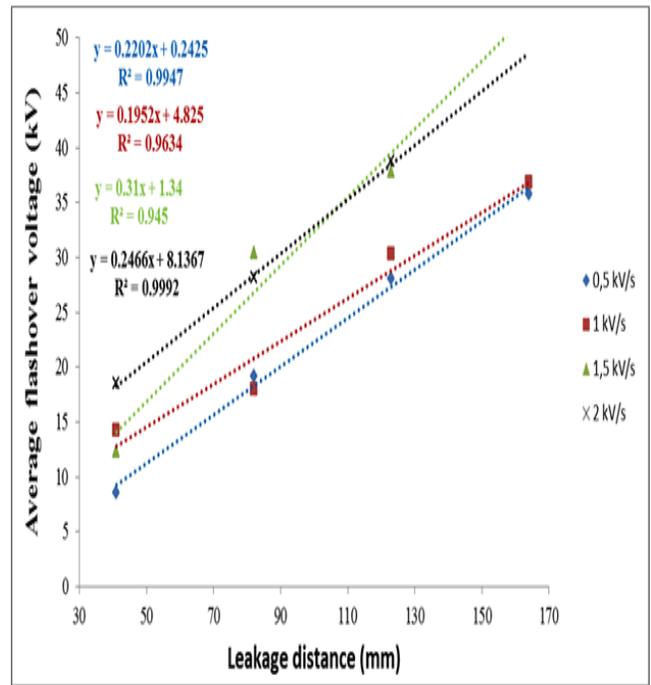


(d)

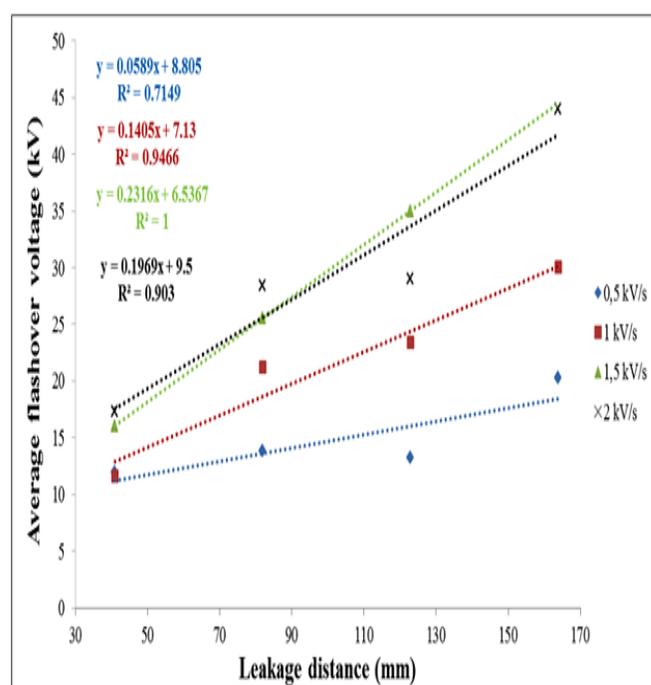
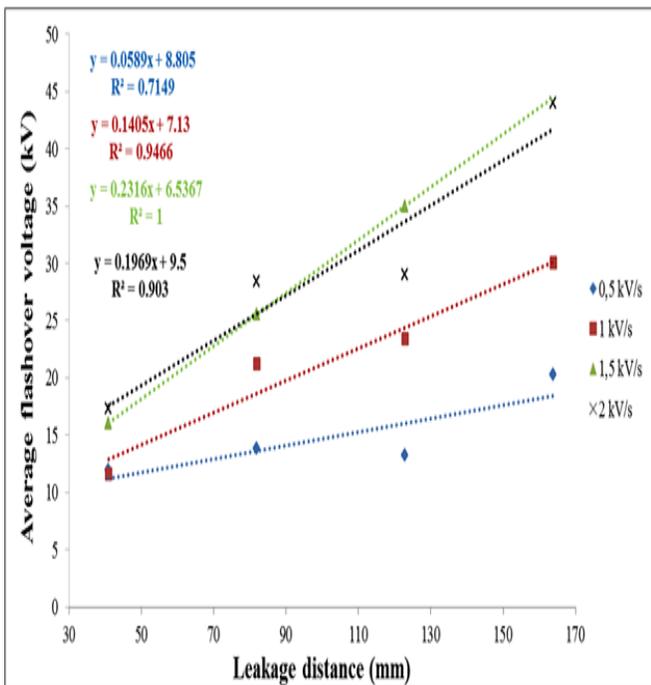
**Figure I.4 :** Influence du taux de vitesse d'élévation de tension et de la distance de fuite sur la tension de claquage des matériaux polymères en présence de brouillard propre ( $\sigma = 0,06 \text{ mS / cm}$ ), (a) PA6 / 50, (b) PA66 / 50, (c) PC / 40 et (d) PARA / 50 [7]



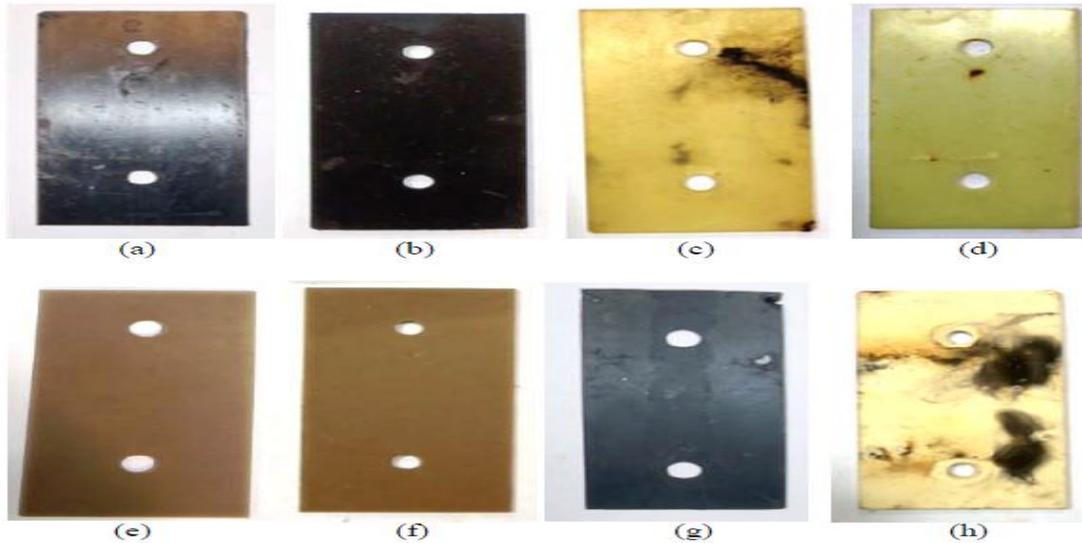
(a)



(b)



**Figure I.5:** Influence de la vitesse d'élévation de tension et le trajet de fuite à la tension de claquage des matériaux polymères à la présence de brouillard propre ( $\sigma = 0,06 \text{ mS / cm}$ ), (a) EP1, (b), EP2, (c) de l'EPDM et ( d) EPDM V0

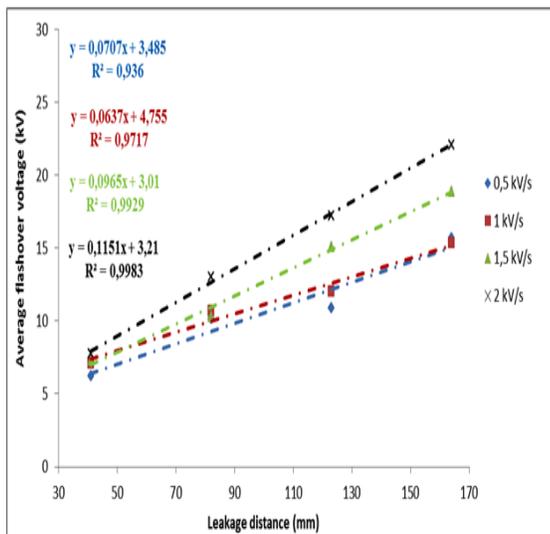


**Figure I.6 :** Dégradations de surface après avoir effectué une série de 10 tests de tension de contournement en présence de brouillard propre ( $\sigma = 0,06 \text{ mS / cm}$ ) pour une vitesse de montée de tension égale à  $1 \text{ kV / s}$  (distance de fuite est égal à  $41 \text{ mm}$ , tension de contournement moyenne =  $13 \text{ kV}$ ) (a) PA6 / 50, (b) PA66 / 50, (c) PC / 40, (d) PARA / 50, (e) EP1, (f), EP2, (g), l'EPDM et (h) EPDM V0.

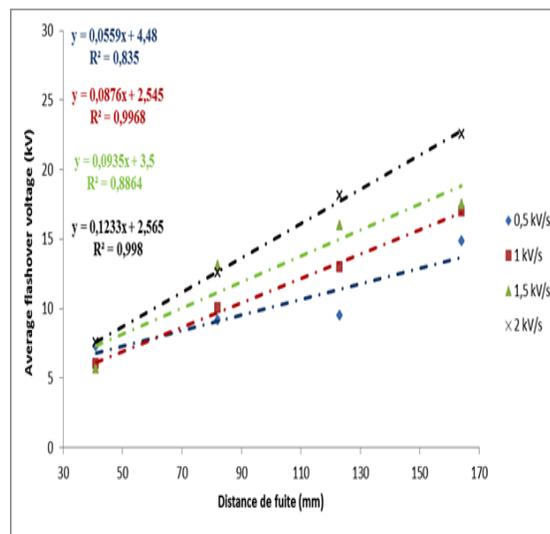
### I.2.2 Tension de contournement des polymères sous brouillard salin

Les figure I.7 et I.8 illustrent la tension de contournement des différents polymères étudiés en fonction de la distance de fuite et de la vitesse d'élévation de tension sous brouillard salin.

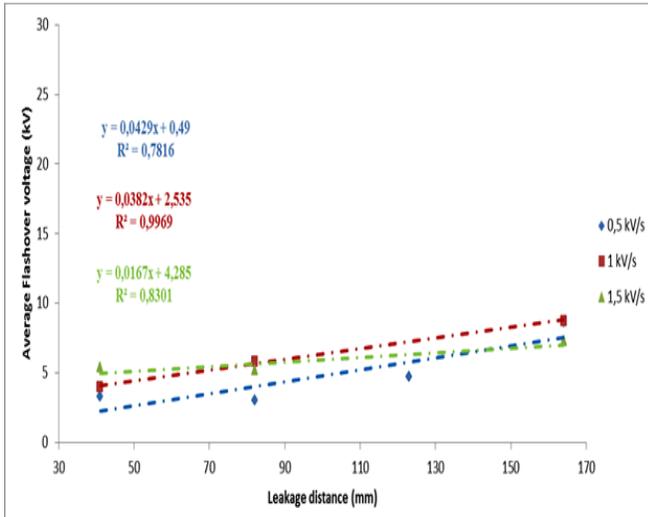
La figure I.9 montre la dégradation des surfaces des polymères après 10 testes de tension de contournement.



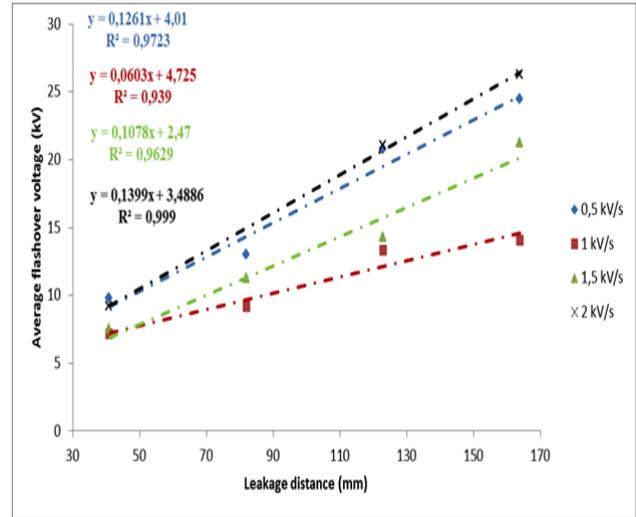
(a)



(b)

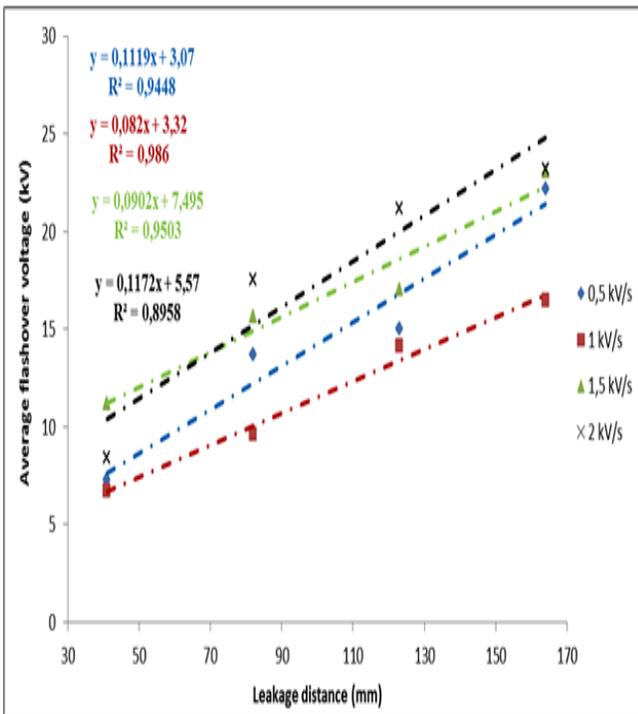


(c)

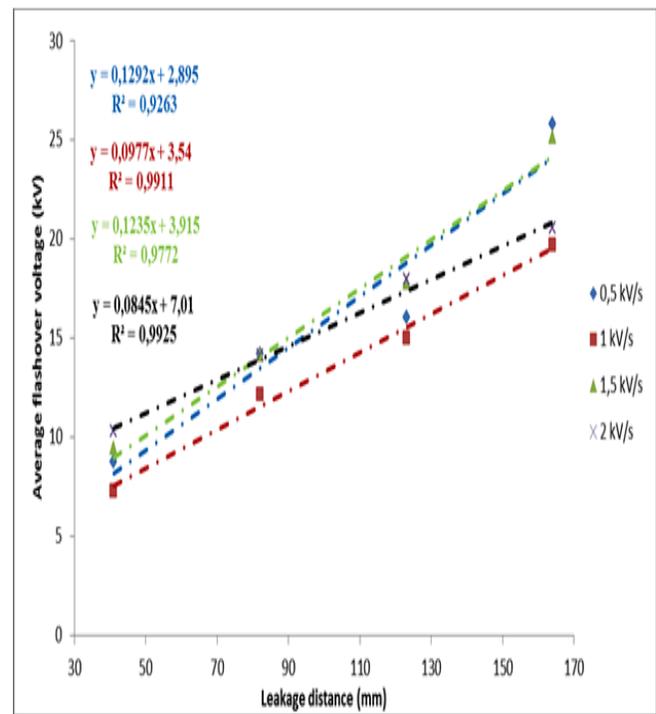


(d)

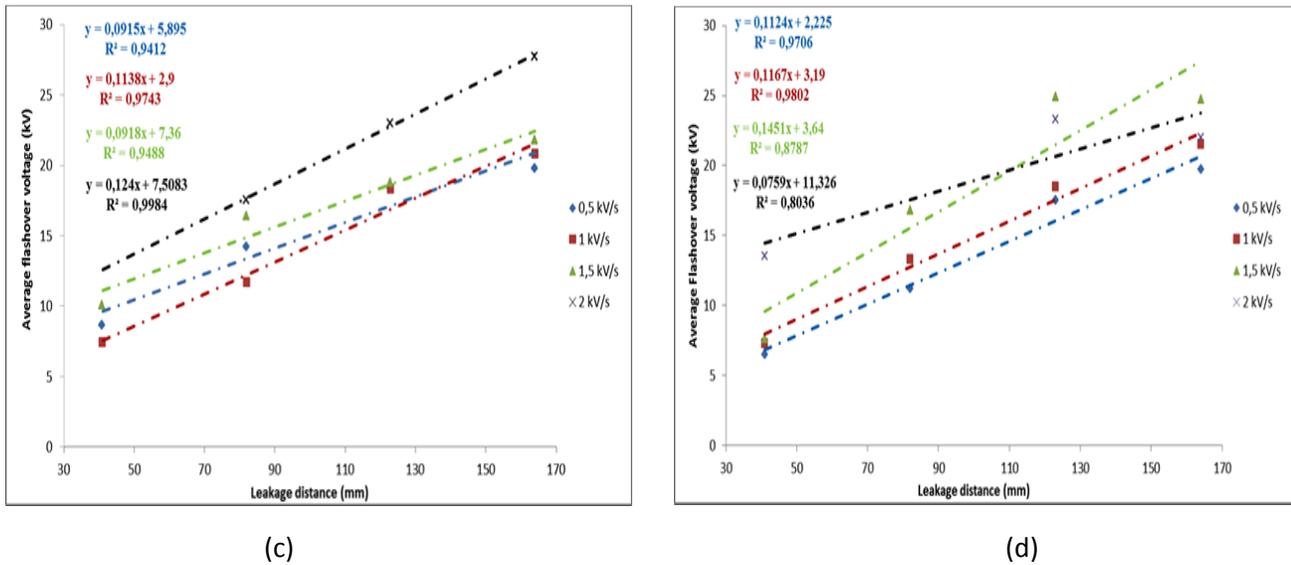
**Figure I.7 :** Influence du taux de montée de tension et le trajet de fuite à la tension de claquage des matériaux polymères à la présence de brouillard salin ( $\sigma = (16 \pm 2)$  mS / cm), (a) PA6 / 50, (b) PA66 / 50, (c) PC / 40 et (d) PARA / 50



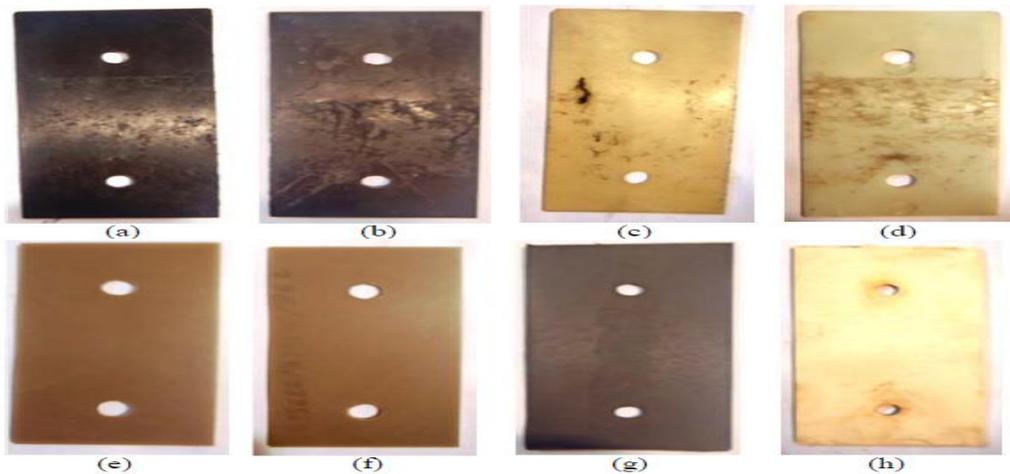
(a)



(b)



**Figure I.8 :** Influence de la vitesse d'élévation de tension et le trajet de fuite à la tension de claquage des matériaux polymères à la présence de brouillard salin ( $\sigma = (16 \pm 2)$  mS / cm), (a) EP1, (b) EP2 (c), l'EPDM et (d) EPDM V0.



**Figure I.9 :** Dégradations de surface après avoir effectué une série de 10 contournements brouillard salin ( $\sigma = (16 \pm 2)$  mS / cm) pour une vitesse de montée de tension égale à 1 kV / s (Distance de fuite 41mm, tension de contournement moyen = 7 kV), (a) PA6 / 50, (b) PA66 / 50, (c) PC / 40, (d) PARA / 50, EP1, (f), EP2, (g), l'EPDM et (h) EPDM V0. [7]

D'après les résultats expérimentaux et ceux trouvés par LS\_SVM les auteurs ont conclu que :

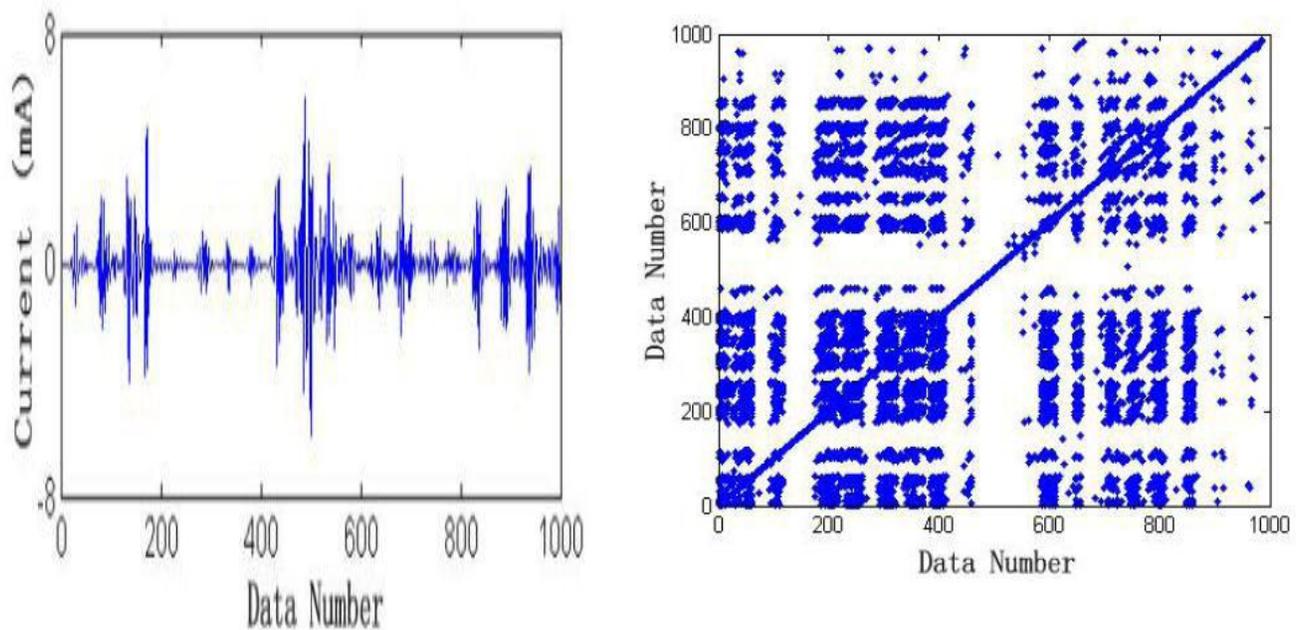
- La technique de contournement est basée sur le classement des polymères selon leurs résistances.
- La distance de fuite et la vitesse d'élévation de tension sont utilisées comme des indicateurs de la résistance de polymères sous brouillard propre et salin.
- La tension de contournement des polymères sous brouillard propre diminue 50% et sous brouillard salin diminue 80%.

- La dégradation de surface indique que les résines époxy et EPDM élastomèresont soumis à moins de dégâts dans le brouillard salin lorsqu'ils sont comparés aux thermoplastiques.
- Les résines époxy se comportent mieux quel'EPDM élastomères contre les décharges.
- Polyamides peut être utilisé dans des environnements à haute température.

### I.3. Analyse du signal de courant de fuite des isolateurs pollués par la technique RP

B.X Du et al [9] ont mis en œuvre une nouvelle méthode d'analyse du signal de courant de fuite pour caractériser l'évolution des décharges partielles avant le phénomène de contournement des isolateurs.

Contrairement aux autres techniques classiques du traitement de signal comme la DWT et la FFT, utilisées pour le diagnostic des isolateurs sous pollution [10-11], la RP étudie les caractéristiques non-linéaires du courant de fuite (répartition non-uniforme des points, apparition de bandes blanches de différentes surfaces) et donne une meilleure perception visuelle pour la surveillance des isolateurs figure I.10.



**Figure I.10 :**Représentation visuelle d'une composante du signal de décharge avec la DWT (à gauche) et la technique RP (à droite).

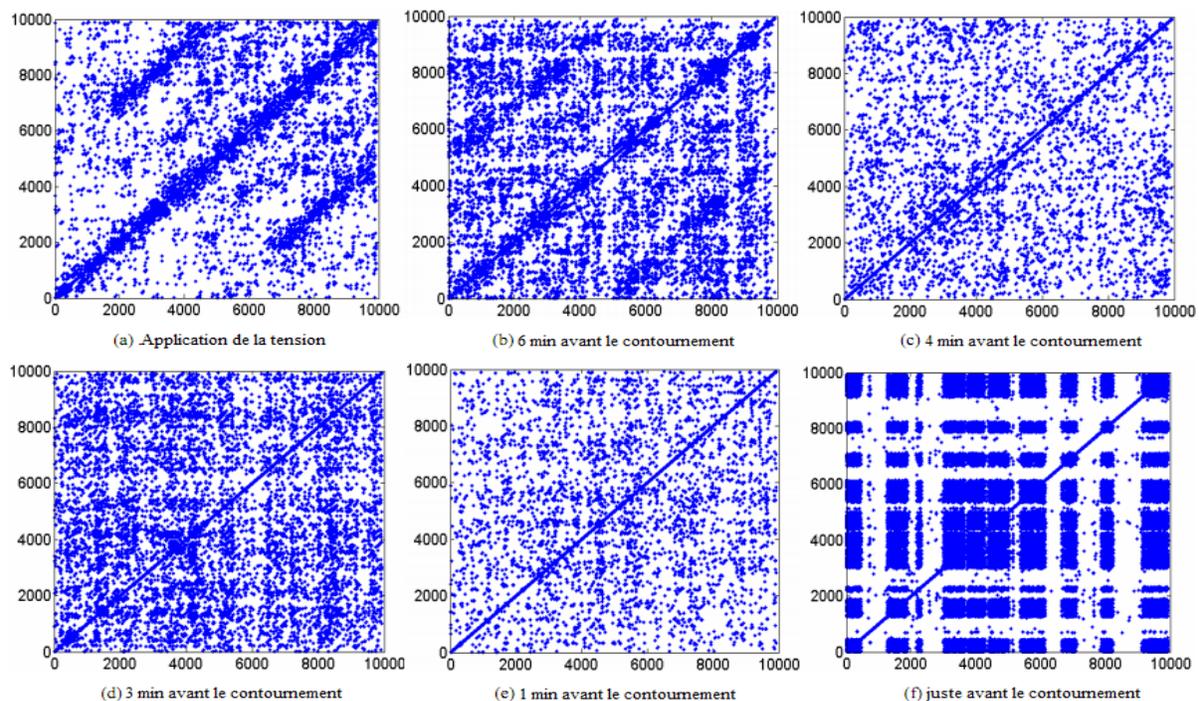
La représentation visuelle de la RP est caractérisée par :

- La présence de points regroupés ayant des densités différentes qui indiquent que l'isolateur pollué a un comportement résistif ou capacitif déduit du fait de l'existence d'arcs locaux dans des bandes sèches :
- Des cases blanches de dimensions variables qui indiquent un changement rapide de l'amplitude du courant de fuite (signe de décharges électriques intenses) ;
- Des points formant une diagonale qui est présente quelle que soit l'évolution des décharges et indique une symétrie de la représentation selon celle-ci.

L'application de cette technique a porté sur des isolateurs en céramique XWP2-70 pollués artificiellement avec une couche de diatomite de 1mg/cm<sup>2</sup> selon les mesures de la NSDD.

Un brouillard est créé dans une chambre où sont introduits ces isolateurs avec une concentration mesurée à l'aide de l'ESDD de 0.4 mg/cm<sup>2</sup> d'agent conducteur. Une tension alternative de 66 kV<sub>effet</sub> de fréquence 60 Hz est appliquée pour un taux d'humidité de 100% et le courant de fuite est enregistré avec un convertisseur analogique.

Après la décomposition du courant de fuite par la DWT, la technique RP fut appliquée et les résultats obtenus sont montrés à la figure I.11.



**Figure I.11** :RP des composantes hautes fréquences durant le processus de contournement.

L'application de la RP sur les composantes de basses fréquences (de 50 jusqu'à 250 Hz) et de moyennes fréquences (350 jusqu'à 1250 Hz) du signal de courant de fuite ne présente aucun avantage car elle ne reflète pas l'évolution des décharges partielles puisqu'elle garde un caractère visuel stationnaire. En revanche, les hautes fréquences (1250 jusqu'à 2500 Hz) permettent de suivre instantanément les états transitoires du signal de courant de fuite (composante sinusoïdale, composante d'arc local et composante transitoire) et rendent possible la prédiction du contournement.