

Solution électrique de lutte contre les insectes

Benmimoune YOUCEF, Samir FLAZI, B.ZAHAFI

Résumé : Un appareil attrape- insecte à décharge électrique est réalisé par l'auteur principal de cet article, baptisé KAHRATRAP. Le but de cet article est de décrire le mode électrique d'opération de l'appareil et en particulier de l'alimentation à haute tension et la décharge électrique que produit cette source haute tension pour l'élimination des insectes. Nous donnons une description globale du principe de fonctionnement de ce procédé électrique propre. En outre, nous avons analysé l'influence des paramètres climatiques (température et vitesse du vent) sur l'efficacité de l'appareil. Ce dispositif a été utilisé pour une étude expérimentale étalée sur une durée de 4 mois dans un champ de légumes, durant la nuit de 18h à 06h du matin.

Mots-clé : haute tension, décharge électrique, montage Schenkel, lutte insectes.

Abstract: A device for catching insects, called KAHRATRAP, using high voltage electrical discharge, is designed and build up by the first author of this paper. The aim of this paper is to describe the operation electrical mode of this process and particularly the high voltage supply and the electric discharge which it produces for the elimination of insects. Moreover, we analyze the influence of climatic parameters (temperature and the speed of wind) on the efficiency of the apparatus. The experimental device was used during 4 months in a vegetable field, operating during the night from 18h to 6h to capture the harmful insects.

Keywords: high voltage, electric discharge, Schenkel circuit, fight insects.

Introduction :

L'augmentation de la productivité agricole à l'hectare n'aurait pas été possible sans la généralisation de l'emploi des pesticides déferlant depuis la fin de la deuxième guerre mondiale dans notre environnement [1]. Même s'ils ont contribué à augmenter les rendements des cultures en luttant notamment contre les ravageurs, leur impact environnemental est l'un des plus dramatiques et l'un des plus insidieux qu'ait connu l'humanité jusqu'à nos jours [2]. Les solutions propres de lutte contre les insectes ravageurs sont de plus en plus recommandées pour la préservation de l'environnement [3].

Description de l'appareil :

KAHRATRAP est un appareil qui représente une solution électrique de lutte

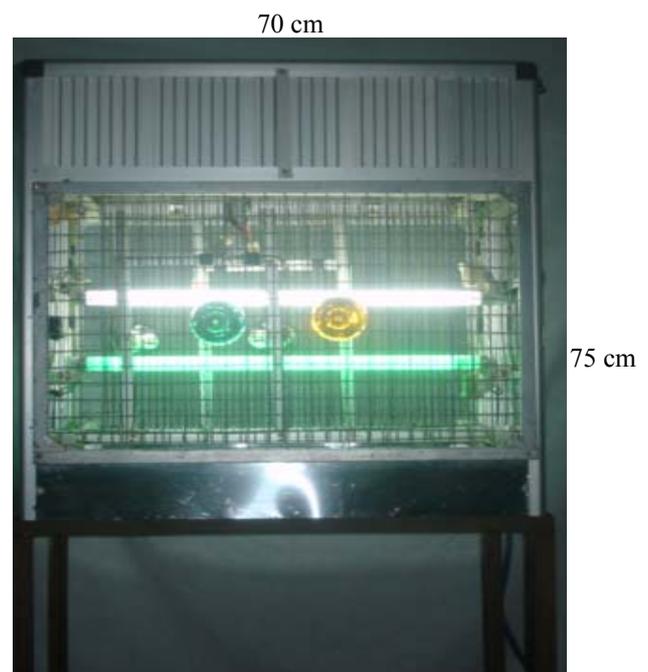


Figure 1 : Photographie de l'appareil réalisé et ses dimensions.

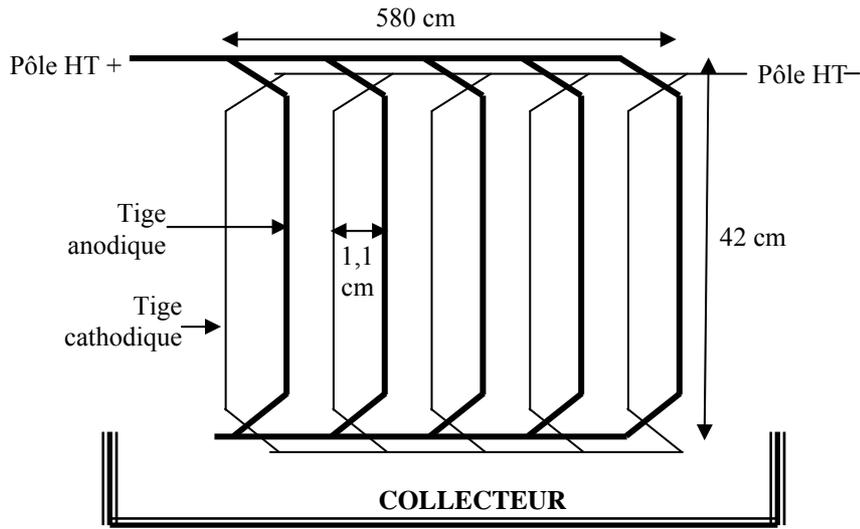


Schéma descriptif du « grillage électrique ».

contre les insectes, alimenté par une source de tension alternative de 220 Volts (figure 1). Le principe consiste à piéger les insectes ravageurs par attraction de la lumière émise par les lampes et les électrifier par une décharge électrique de quelques kilovolts produite par un générateur de haute tension. L'appareil est utilisé la nuit et comporte deux tubes fluorescents et quatre lampes « réflecteurs ». Les dimensions de l'appareil sont les suivantes:

Longueur = 70 cm, Largeur = 38 cm,
Hauteur = 75 cm.

L'appareil réalisé est versatile et permet de faire varier plusieurs paramètres (lampes, couleurs des lumières, hauteur de suspension et champ d'attraction). KAHRATRAP

consomme peu d'énergie puisque le courant débité par le générateur haute tension (durant le fonctionnement) ne dépasse pas quelques mA ; la plus grande partie de la puissance est due à l'utilisation des quatre lampes « réflecteur » de couleurs de 60W chacune, et de deux tubes fluorescents de puissance 36 Watts chacun. Le poids « Tare » de ce dispositif est de 24 kg. La hauteur de suspension par rapport au sol a été maintenue constante et égale à 85 cm durant l'étude présentée dans ce papier.

L'enceinte de capture des insectes est constituée par des tiges parallèles en bronze formant un grillage métallique (figure 2). Les tiges de numéro pair sont reliées au pôle positif de la source de haute tension (tiges

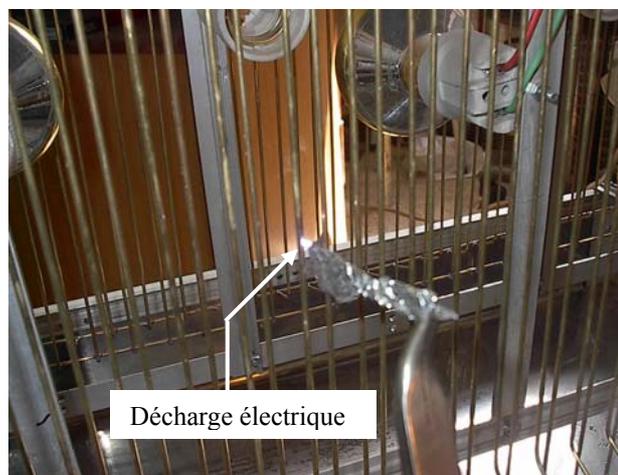


Figure 3 : Simulation d'une décharge électrique à l'aide d'un bout d'aluminium

anodiques) et les tiges de numéro impair sont reliées au pôle négatif (tiges cathodiques). L'insecte attiré par la lumière de la lampe pénètre dans l'appareil et passe dans l'espace situé entre une tige anodique et une tige cathodique. A ce moment une décharge électrique amorce entre l'une des deux tiges et l'insecte, celui-ci est alors « électrocuté » par la décharge elle-même.

Principe de fonctionnement de l'appareil :

Le principe consiste à appliquer une haute tension entre les tiges du grillage et dès qu'un insecte pénètre entre ces tiges il est immédiatement « électrocuté » grâce à une décharge électrique « s'abattant » sur l'insecte. La figure 3 ci-dessous montre une simulation avec un bout d'aluminium où l'on peut voir la décharge qui se produit entre celui-ci et le grillage.

La répartition du champ électrique entre deux électrodes sous tension change en présence d'un corps extérieur [4-5]. La figure 4 montre le changement des lignes de champ en présence d'une particule sphérique conductrice. La présence d'une particule conductrice, comme c'est le cas d'un insecte entre les tiges anodiques et cathodiques par exemple, change la répartition du champ et le fait augmenter sur les surfaces des électrodes [6].

Une fois que l'insecte se trouve entre une électrode anodique et une électrode cathodique, la répartition du champ électrique change et augmente brusquement dans l'intervalle « insecte-électrode » le plus court (entre l'anode et l'insecte dans le cas de la figure 5). Il en résulte dans cet intervalle une 1^{ère} décharge électrique suivie tout de suite après par une deuxième décharge entre l'insecte et l'autre électrode. Notons que cette deuxième décharge ne se produit pas à chaque fois, elle dépend de la taille, de la position et de la vitesse d'entrée de l'insecte dans l'appareil. De cette façon, un insecte passant entre les deux tiges anodique et cathodique subit l'amorçage d'une décharge, de la même façon que peut subir un homme circulant à l'intérieur d'un corridor de lignes électriques haute tension.

Description du générateur haute tension :

L'élément principal de cet appareil est la source de haute tension continue qui doit très bien supporter les milliers d'étincelles qui se produisent lors du fonctionnement du dispositif. A cet effet, nous avons opté pour un générateur de haute tension basé sur le principe de la charge et décharge de condensateurs. Le nombre de diodes utilisées dans chaque branche est de trois, vu qu'il s'agit de diodes qui supportent 1000 V seulement.

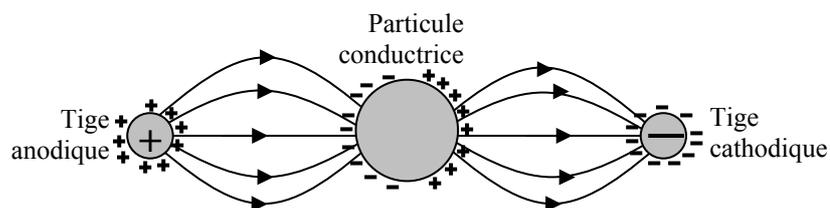


Figure 4: charges induites sur une particule conductrice.

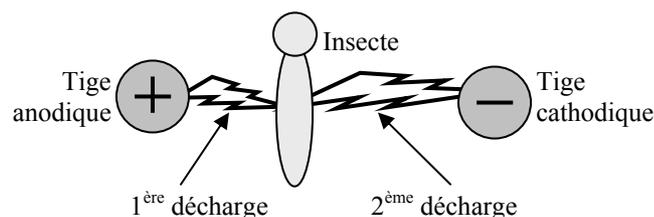


Figure 5: décharges entre l'insecte et les deux électrodes.

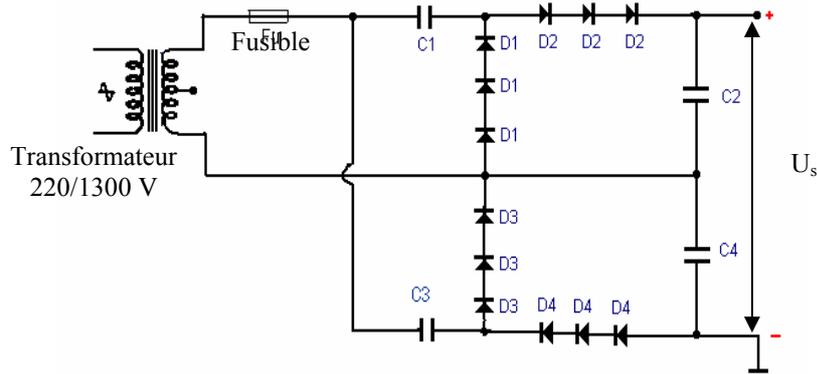


Figure 6: Circuit électrique du générateur haute tension.

Le générateur HT est réalisé selon le circuit appelé « Doubleur de Schenkel » (figure 6) [7-9]. Les condensateurs C_1 et C_3 se chargent tous les deux à la tension crête $U_c = U_{\max}$ du transformateur pendant l'alternance négative. A l'alternance positive suivante, c'est au tour des condensateurs C_2 et C_4 qui se chargent et dont la tension s'ajoute à la tension des deux condensateurs précédents. Notre source haute tension est donc un quadrupler de tension monté selon le circuit « Doubleur de Schenkel », la tension de sortie U_s devient alors égale à $4 U_{\max}$. La figure 7 montre les courbes de tension redressées.

Le transformateur élévateur délivre une tension de 1300V efficace. Si l'on néglige les chutes de tension et l'ondulation (marche à vide), la tension de sortie U_s vaut:

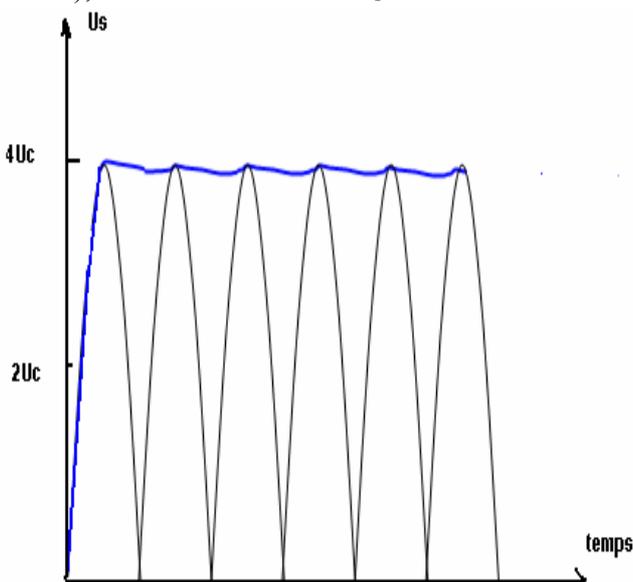


Figure 7 : Courbes des tensions redressées
 $U_c = U_{\max}$: tension crête du transformateur.

$$U_s = 4 U_{\max}$$

Avec U_{\max} : amplitude de la tension secondaire du transformateur.

Soit,

$$U_s = 4 \cdot \sqrt{2} \cdot u_t = 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1300 \approx 7500V$$

Les condensateurs de sortie C_2 et C_4 doivent supporter la pleine tension de sortie U_s . Si l'on introduit aux bornes du générateur une charge R (pour notre cas, la résistance de l'insecte), on soutirera au multiplicateur de tension un courant continu moyen : $I_R = U_s / R$. Le courant I_R soutiré aux condensateurs C_2 et C_4 fait apparaître une chute de tension correspondant à la profondeur d'ondulation ΔU_s .

La figure 8.a montre la forme de la tension délivrée par le générateur de haute tension, où l'on voit que le taux d'ondulation est très faible. On peut également voir sur cette figure la décharge des condensateurs après l'extinction de l'appareil. La figure 8.b est un zoom agrandissant montrant la fluctuation de la tension durant le fonctionnement de l'appareil, autour de la valeur moyenne délivrée par le générateur qui est égale à 7,5 kV. Chaque pic de tension a lieu au moment où se produit l'étincelle entre l'insecte et les électrodes. Cette variation de la tension correspond à la chute de tension suite à la décharge des condensateurs au moment de l'étincelle, suivie tout de suite après par la charge des condensateurs qui s'effectue presque instantanément.

Ces courbes ont été tracées à l'aide d'une table traçante de marque LINSEIS, type L 250 E, et un diviseur de tension (sonde

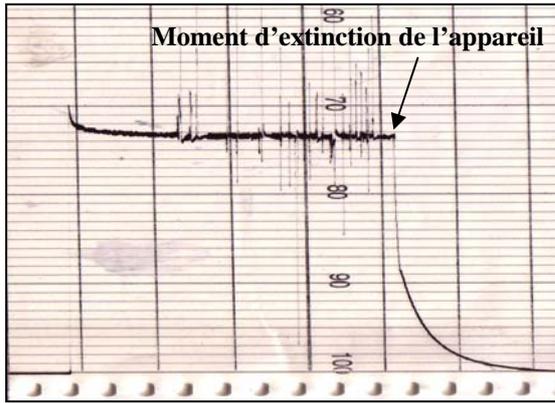


Figure 8.a : Fluctuation de la tension durant le fonctionnement de l'appareil.

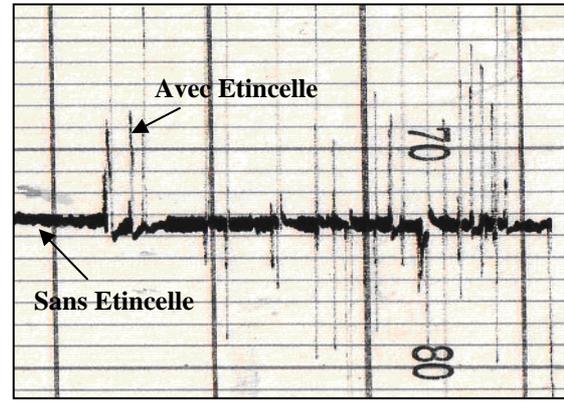


Figure 8.b : Zoom montrant la fluctuation de la tension autour de la valeur moyenne 7,5 kV

haute tension) de 1200 MΩ, de marque Metrix HT216.

Application dans un champ :

Le relevé des nombres d'insectes est effectué chaque jour selon une procédure utilisant une loupe binoculaire, un outillage de l'entomologiste et des boites pour la collecte. Les résultats présentés dans ce papier concernent une certaine classe d'insectes dont la taille varie d'un millimètre à cinq centimètres environ.

Les piégeages ont été effectués dans une ferme pilote située à DOUAR EL'MCHAREF dans la région de MASCARA « ALGERIE » à 478 m d'altitude, pendant une période de 04 mois (01 juillet 2004 au 30 Octobre 2004). Le

milieu prospecté est une parcelle de terre cultivée de deux hectares de poivrons, de trois hectares de tomates et de quatre hectares de pastèques et melons limitrophe à un champ d'olivier.

Nous avons établi au bout de 4 mois d'expérimentation un ensemble de résultats de collecte d'insectes. Notons que les valeurs des données météorologiques (température, humidité, vitesse du vent et précipitations) ont été relevées quotidiennement grâce à l'aimable collaboration des services de la station météorologique située à 5 km du site expérimental.

Nous avons employé sept couleurs différentes de la lumière émise par les lampes qui sont: bleu, orange, vert, jaune, rouge, bleu/jaune et blanc. Chaque couleur a été utilisée pendant une semaine complète (7

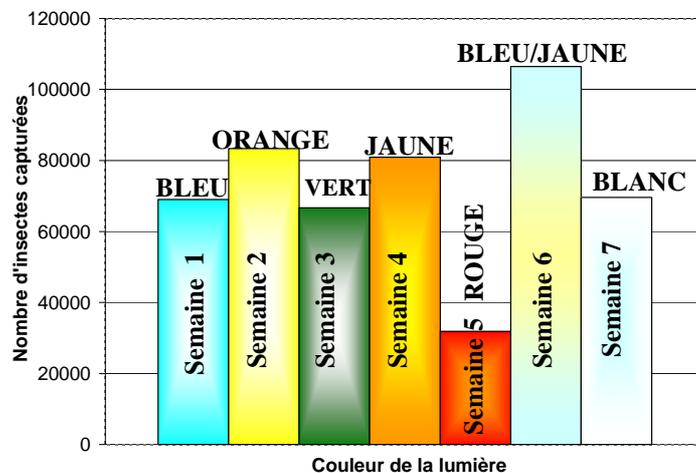


Figure 9 : Histogramme des résultats obtenus en fonction de la couleur de lumière émise par les lampes.

nuits consécutives) pendant laquelle est collectée une certaine quantité d'insectes. Les résultats obtenus sont illustrés par l'histogramme de la figure 9.

L'efficacité de ce procédé électrique est également influencée par les conditions climatiques. Afin de vérifier cela, nous représentons à la figure 10 les résultats détaillés obtenus pendant une semaine, concernant la couleur bleu/jaune.

Discussion:

Les expériences ont été effectuées durant la nuit de 18h à 6h du matin, pour piéger les insectes nuisibles nocturnes. La couleur de la lumière possède une influence considérable sur l'efficacité de ce procédé électrique de lutte contre les insectes. Les résultats obtenus nous ont permis d'opter pour une couleur de lampes mixte bleu/jaune qui a donné les meilleurs résultats de capture. Il est tout à fait clair qu'il faut surtout éviter d'utiliser la couleur rouge.

Par ailleurs, comme le montre la figure 10, l'augmentation de la vitesse du vent fait chuter le nombre d'insectes attrapés et fait diminuer par conséquent l'efficacité de ce procédé (nuits 1 et 8). Cela est dû au mouvement des insectes qui devient aléatoire et empêche ceux-ci de suivre la trajectoire de

vol qu'ils désirent. L'étude de l'influence de la température sur l'efficacité de piégeage montre que la quantité d'insectes attrapée augmente légèrement avec l'élévation de la température. Le rendement de l'appareil reste pratiquement insensible aux variations de température, ce qui montre que ce procédé peut être utilisé quelle que soit la saison.

Conclusion :

La lutte électrique mérite d'être reconnue comme un secteur d'expertise bien identifié comme l'est par exemple, la lutte biologique. Cette reconnaissance devrait s'imposer à mesure que la recherche d'alternatives aux pesticides s'intensifie. En effet, les difficultés liées à la mise en application de la lutte biologique, créent un espace propice au développement des méthodes de lutte électrique. La mise en œuvre de méthodes de lutte électrique suppose une collaboration entre des professionnels formés dans des disciplines souvent éloignées l'une de l'autre. Le spécialiste du génie électrique doit travailler avec un physiologiste des plantes, un entomologiste... Ces personnes maîtrisent des sciences différentes, utilisent un langage et des outils de travail différents. De plus, l'organisation de la recherche fait souvent en

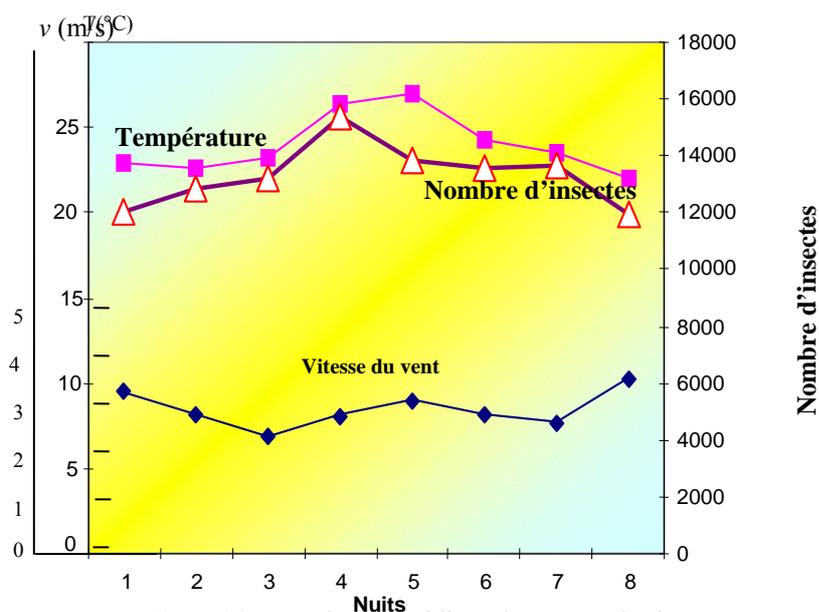


Figure 10 : Résultats quotidiens de capture des insectes obtenus pendant une semaine (Couleur bleu/jaune)

sorte que ces personnes travaillent pour des laboratoires différents en poursuivant des objectifs souvent incompatibles.

Les résultats présentés dans ce papier ont permis d'une part de recommander une couleur optimale de la lumière des lampes, en l'occurrence la couleur bleu/jaune ; d'autre part, cette étude a permis de comprendre et de quantifier l'influence des paramètres aléatoires importants que sont la température et la vitesse du vent.

REMERCIEMENT

Nous adressons nos remerciements à l'agence nationale de développement de la recherche universitaire ANDRU.

Références :

1. **Cloutier C., Cloutier C., 1992.** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. *In* : C. Vincent et D. Coderre (eds.) *La lutte biologique*, Gaëtan Morin (Boucherville, Québec) et Lavoisier Tech Doc (Paris), p. 19-88.
2. **Metcalf R.L., 1980.** Changing role of insecticides in crop protection. *Annu. Rev. Entomol.* 25, 219-256.
3. **Marnotte P., 1995.** Utilisation des herbicides : contraintes et perspectives. *Agriculture et Développement*, 7, 12-21.
4. **A.D.Moore, Editor** "Electrostatics and its applications" *Electrical and Computer Engineering Department, University of Michigan, Ann Arbor. John Wiley & Sons.*
5. **N.J.Felici.** "Forces et charges de petits objets en contact avec une électrode affectée d'un champ électrique". *Revue Générale d'Electricité.*, vol.75, 1966, p.1145-1160.
6. **L.Dascalescu** "Mouvements des particules conductrices dans un séparateur à haute tension pour matériaux granulaires. *Journal of electrostatics, Elsevier*, 32 (1994) 305-316.
7. **E. Kuffel, W.S. Zaengl, J. Kuffel** "High voltage engineering", Fundamentals. First published 1984 by Pergamon Press, Reprinted 1986. Second edition 2000, published by Butterworth-Heinemann.
8. **M.S. Naidu, V Kamaraju** "High voltage engineering", Second edition. First published © 1995, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
9. **Affolter Jean François** « Haute tension », Ecole d'ingénieurs du canton de Vau, Octobre 2000.

Benmimoune YUCEF

B. ZAHAFI

Laboratoire L.S.T.E

Centre universitaire de Mascara

Samir FLAZI

Université des sciences et technologie d'Oran

ybenmimoun2000@yahoo.com