République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Fares de Médéa

Faculté de technologie

Département Génie des procédés et environnement

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie des Procédés des Matériaux

Réalisation et étude d'un séparateur de masse électriquement polaire.

Présenté par : HAMADOU Djamila

Dirigé par : BENREKIA Ahmed Redha

Président : BELHAJ Abd-Elmouneïm

Examinateurs : KECHIDI Ziane

2017-2018

Remerciements

Ce sujet de mémoire a été proposé par Ahmed Redha BENREKIA MCBà la faculté de technologie de l'université Yahia FARES de Médéa etréaliséau Hall de technologie de l'université Yahia FARES.

Je tiens à témoigner ma gratitude et mes remerciements à mon encadreurmonsieur BENREKIA Ahmed Redha pour la qualité et le niveau du sujet etson suivi de près à la réalisation de ce travail et ses précieux conseils.

Je remercie les membres du jury, qui ont mis en valeurs ce travail. J'exprimeégalement mes remerciements à monsieur BENKIAR Djamel ingénieur auniveau de hall technologique pour son aide.

Je remercie tout particulièrement le directeur du hall technologique quim'a permis de travailler au niveau du hall. Enfin, je tiens à exprimer magratitude pour tous ceux que je n'ai pas cités et qui ont contribué de près oude loin à la réalisation de ce mémoire et à l'accomplissement de ce projet.

Atous mes amis et amies.

Je remercie mon mari et mes parents qui m'ont soutenue durant ce projet.
A tous, merci infiniment.

Dédicaces.

Je dédie ce travail à :

Ma famille : Mari, Père, Mère et Fils

Mes enseignants.

Table de matières

Table des figures V
Introduction générale 1
Chapitre 1 : Etude théorique 3
1.1 Introduction 3
1.2 Le dipôle électrique 3
1.3 Etude de la répartition du champ dans notre cas 4
1.4 Action du champ électrique sur le dipôle électrique. 6
1.5 Polarisation de la matière 8
1.5.1 Polarisation électronique 9
1.5.2 Polarisation atomique ou ionique 10
1.5.3 Polarisation dipolaire 10
1.6 La matière diélectrique polaire. 11
1.7 Réponse du milieu diélectrique au champ externe : la constante diélectrique 11
1.8Les phénomènes électro hydrodynamiques observés 12
1.8.1 La diélectrophorèse (DEP) 12
1.8.2 L'électrodéformation 12
1.8.3 L'électro-osmose. 13
1.8.4 L'électrorotation.. 14
1.9 Bilan des forces agissant sur le corps dipolaire. 15
Chapitre 2 : Résultats 16
2.1 Dispositif expérimental 16
2.1.1 Réalisation du montage. 16
Le papier millimétré. 16
Le vase 16
Les électrodes 17
Les câbles de connexions 18
Le générateur de haute tension. 18
Les huiles. 19
Les grains. 19
.2.2 Effets mis en évidence durant lesmanipulations. 21
2.2.1 Orientation des dipôles. 21
2.2.2 Déformation de la forme du dipôlesouple. 22
2.2.3 Effet d'électrostriction et l'électroosmose. 23
2.2.4 Instabilité dans le mouvement desdipôles. 23
2.2.5 Influence de la nature de l'huile. 23
2.2.6 Calcul de la viscosité.. 24
Conclusion.. 26
Bibliographie 27

Table des figures.

Figure 1.1 Schéma du dipôle électrique 4

Figure 1.2 Variation de C en fonction du rapport $\frac{R_c}{R_a}$ . . 6

Figure 1.3 Ecoulement de particule polaire et d'une particule polarisée par le champ électrique et soumises à la DEP [T0] 8

Figure 1.4 Polarisation d'un diélectrique sous un champ électrique.] 9

Figure 1.5 Polarisation ionique sous l'action d'un champ électrique.. 10

Figure 1.6 Orientation des dipôles sous un champ électrique crée par un fil chargé.. 11

Figure 1.7 Déformation de la goutte : la forme circulaire s'allonge jusqu'à instabilité.. 13

Figure 1.8 L'effet de l'électrorotation mis en évidence par les grains de cumin.. 14

Figure 1.9 Phénomène d'électrostriction, on observe un épaississement du liquide au voisinage du bord (électrode). 15

Figure 2.1 Photographie du vase avec électrodes coaxiales sur papier millimétré marqué avec des cercles. 17

Figure 2.2 Utilisation d'anodes de diamètres différents. . 18

Figure 2.3 Photographie du générateur de Van de Graaf en fonctionnement.. 19

Figure 2.4Photographie de la manipulation.. 20

Figure 2.5 Photographie montrant l'orientation des dipôles indépendamment de la forme du grain. 21

Figure 2.6 Photographie de la déformation de la goutte d'eau sous l'influence du champ électrique. 22

Figure 2.7 Photographie du dispositif de calcul de la viscosité.. 24

,

ملخص

خلال هذه المذكرة قمنابدراسة حركة الجزيء الثنائي القطبية في مجال كهربائي غير متجانس. المجال الكهربائي مولد بواسطة وعاء بأقطاب دائرية,الجزيء الثنائي القطبية ممثل بواسطة بذور الكمون والكزبرة واستعملنا زيوتا مختلفة لتقليل الاحتكاكات وقد أثبتت التجارب امكانية الحركة وتوصلنا الى نتائج اولية ومشاهد توجب التعمق اكثر, مما يوجب مواصلة الدراسة مستقبلا.

Résumé

Durant ce mémoire**,** nous avons cherché à montrer le mouvement d'un dipôle électrique dans un champ électrique inhomogène, le champ électrique inhomogène est généré dans une cuve rhéographique à électrodes circulaires, et les dipôles sont présentés par des grains de cumin et de coriandre. Nous avons testé plusieurs huiles. Les expériences ont montré la possibilité du mouvement des dipôles et certaines expériences exigent des études plus profondes dans le futur pour l'achever.

Abstract.

During this dissertation, I presented the application of the rheographic tank with circular electrodes to study the motion of polar mass. The dipole was presented by theseeds of cumin and coriander. To reduce the frictions, we use different oils, the results look promising for the action of this apparutus. It requires a profound stadies to achieve it.

Introduction générale

La nécessite de développer de nouveaux procèdes est l'essence de notre formation. En se basant sur des principes physiques de base et en cherchant à développer des systèmes qui nous sont propres, nous essayons d'arriver à des résultats fiables et originaux.

Dans ce projet expérimental nous avons cherché à réaliser un séparateur de masse basé sur des phénomènes étudiés dès la première année du tronc commun. Ceci a pour conséquences de mettre en valeurs la formation enseignée et la valeur de l'imagination et d'aller un peu plus vers l'avant.

Nous avons utilisé la cuve rhéographique à électrodes circulaire déja caractérisée dans un précédent projet avec l'étudiant BELBEY Mohamed [1] spécialité licence physique, de l'université Saad DAHLEB de Blida. Puis, nous sommes passés à de petites modifications de la dite cuve à électrodes circulaires afin d'avoir de meilleurs résultats.

La problématique du sujet est comment assurer une maitrise de tous les processus microscopiques qui se déroulent dans la cuve pour avoir un effet macroscopique observable. Le projet est important, cependant nos ressources entermes de temps et de finances sont limitées. Ainsi la mise en évidence duphénomène même qualitative est si importante vue son originalité. Dans defutures études, on aura à résoudre tous les problèmes

rencontrés dans ce projetet achever la maitrise du séparateur de masses polaires.

L’organisation de ce mémoire est la suivante : Dans le chapitre 1 nous présentons la base théorique de cette étude, suivie du chapitre 2 montrant le dispositif expérimental à étudier. Dans le chapitre 3, nous présentons les résultats et difficultés rencontrées.Enfin, nous conclurons ce manuscrit en mettant en valeur les principaux enseignements que l’on peut tirer de nos travaux et nous présenteronsquelques perspectives envisagées comme prolongement du travail réalisé ici.

Chapitre 1 : Etude théorique

1.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des bases théoriques de cetteétude. Ceci nous permet d'établir la répartition du champ et potentielélectriques dans la cuve et de ce fait déduire la force électrique appliquéesur le dipôle et remonter à son mouvement. En premier lieu, on néglige lesforces autresqu'électriques.

1.2 Le dipôle électrique.

On considère un système formé d'une paire de charges électriques égales et opposées (+q; -q)aux points N et P et distantes de a. Si la distance a est quasiment constante, on parle de dipôleélectrique noté $\vec{d}$ et défini par :

$$\overrightarrow{d} = q\vec{a} \qquad (1.1)$$

Le dipôle est orienté de la charge –q vers la charge +q voir la figure 1.1.

Le champ électrique généré par ce système en un point r tés grand devant a est donné en coordonnées polaires par les expressions suivantes :

$$E_r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{cos\theta}{r^3}$$

$$E_\theta = \frac{2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{sin\theta}{r^3}$$

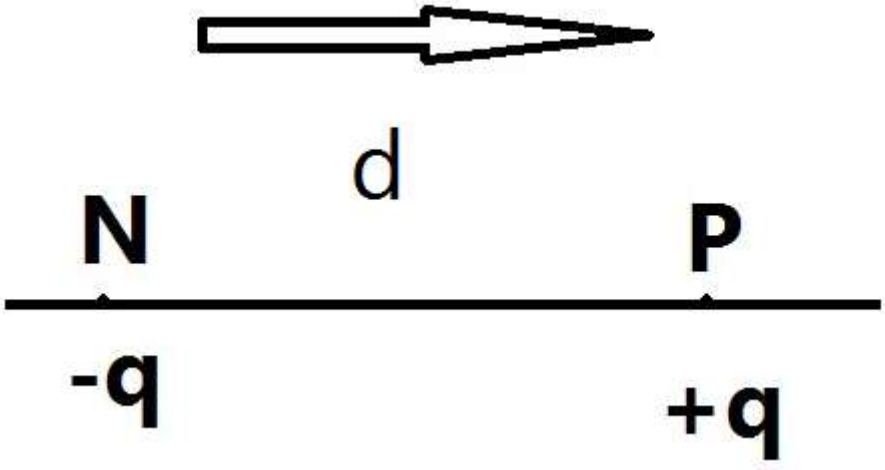


Figure 1.1 Schéma du dipôle électrique

1.3 Etude de la répartition du champ électrique dans le cas du système à électrodes coaxiales.

Enabsence de charges électriques libres, le théorème de Gauss permet d'écrire :

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = 0 \quad (1.5)$$

En coordonnées polaires (ρ, θ) et avec une symétrie axiale l'équation (1.5) donne :

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}\left(\rho E_\rho\right) = 0 \quad (1.6)$$

(1.6) implique :

$$\frac{\partial}{\partial\rho}\left(\rho E_\rho\right) = 0 \quad (1.7)$$

Ceci donne :

$$E_\rho = \frac{C}{\rho} \quad (1.8)$$

La constante d'intégration C se laisse déduire de la différence de potentielle entre l'anode et la cathode $V_a - V_c = V$ où V est la tension appliquée entre les électrodes. On aura :

$$V_a - V_c = V = CLn\ \frac{R_c}{R_a} \qquad (1.9)$$

On en déduit la constante C et on la trouve :

$$C = \frac{V}{Ln\frac{r_c}{r_a}} \qquad (1.10)$$

R_c et R_a sont les rayons de la cathode et de l'anode respectivement.

Ainsi le champ électrique est radial et est défini par l'expression suivante :

$$\vec{E} = \frac{V}{Ln\frac{R_c}{R_a}}\frac{1}{\rho}\vec{U}_\rho \qquad (1.11)$$

$\vec{U}_\rho$ est le vecteur unitaire selon la direction radiale en coordonnées polaires.

Nous voyons que la valeur de E dépend de la valeur imposée par le générateur de tension V et de la construction géométrique à savoir R_c et R_a. Nous varions le rapport $\frac{R_c}{R_a}$ dans l'intervalle [1.1 - 10] pour voir l'influence des dimensions des électrodes sur la constante C et implicitement sur le champ électrique E.

On obtient la figure suivante noté Figure 1.2 qui est très parlante d'elle-même.

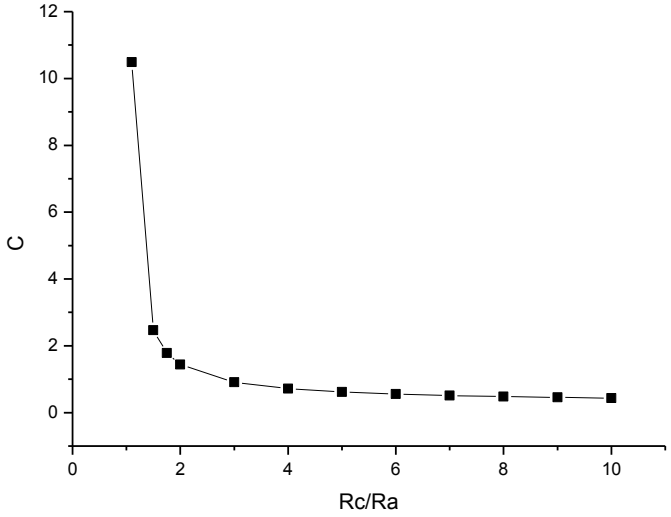


Figure 1.2 Variation de C en fonction du rapport $\frac{R_c}{R_a}$

On voit que si on réduit le rapport $\frac{R_c}{R_a}$la valeur de constante d'intégration augmentede façon importante, mais il ne faut pas pose le rapport $\frac{R_c}{R_a} = 1$ autrement on sera dans le cas des électrodes plane et parallèles.

1.4 **Action du champ électrique sur le dipôle électrique**.

L'énergie potentielle et le moment de force d'un dipôle électrique soumis à un champ électrique sont [2] :

$$E_p = -\vec{d}.\vec{E} \qquad (1.12)$$

$$\vec{M} = \vec{d} \wedge \vec{E} \qquad (1.13)$$

Le dipôle est libre il s'oriente parallèlement au champ électrique $\vec{E}$, on aura :

$$E_p = d.\frac{V}{Ln\frac{R_c}{R_a}}\frac{1}{\rho} \qquad (1.14)$$

La force est définie par rapport à l'énergie potentielle par [3] :

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}E_p \qquad (1.15)$$

Nous trouvons que si le champ électrique est uniforme, l'énergie potentielle du dipôle est constante et la force qui lui est appliquée est nulle ; Dans le cas où le champ est non uniforme dit aussi inhomogène, le dipôle est soumis à une force [4] et se déplace vers la région où le champ est le plus intense [5] dans le cas de DEP positive ou vers la région où le champ est plus faible et c'est la DEP négative. Ainsi nous avons choisi une configuration où le champ varie lentement en $\frac{1}{\rho}$, une variation plus rapide induit une force très petite pour les grandes distances. Dans le cas présent la appliquée en coordonnées cylindriques est :

$$\vec{F} = (d.\frac{V}{Ln\frac{R_c}{R_a}}\frac{1}{\rho}; 0; 0) \qquad (1.6)$$

Il s'agit d'une force centrale.

Ce phénomène de déplacement des dipôles sous champ électrique inhomogène s'appelle la diélectrophorèse abréviée par PEP [6].Le phénomène de mise en mouvement de particules plongées dans un liquide par DEP est une partie d'une vaste

classe de phénomènes, où le fluide entre en interaction avec le champ électrique, appelée électrohydrodynamique (EHD)[6].

Nous utilisons une huile comme liquide qui facilite le déplacement des grains polarisés en réduisant le frottement.

On a la configuration suivante des déplacements avec ou sans déformation due à la polarisation qui dépend de l'importance du champ électrique et de son gradient.

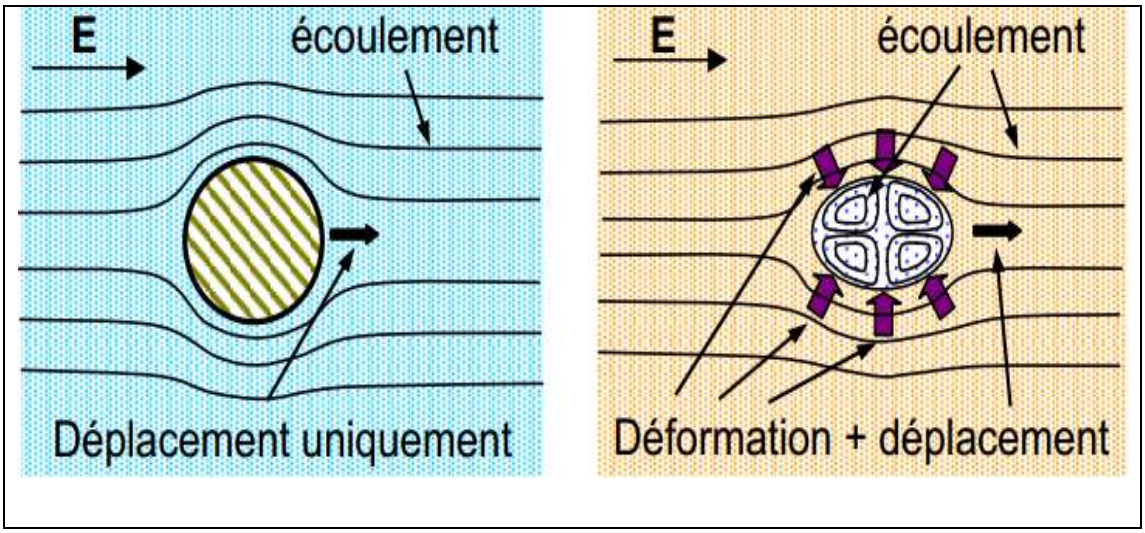


Figure 1.3 Ecoulement de particule polaire et d'une particule polarisée par le champ électrique et soumises à la DEP [6].

1.5 Polarisation de la matière.

La matière isolante dite diélectrique peut posséder un moment dipolaire permanent et est dite polaire ou sans moment dipolaire permanent et est dite non polaire ou apolaire, sous l'action d'un champ électrique la matière diélectrique se polarise, plusieurs polarisations existent, nous nous limitons aux polarisations qui nous seront utiles à notre étude.

1.5.1 Polarisation électronique.

On considère un diélectrique peu rigide (liquide) dans un champ électrique $\vec{E}$, ses molécules se déforment. Le centre de masse électronique ne se confond plus avec celui des protons. Ainsi, i apparait un dipôle électrique induit en premier lieu proportionnel à $\vec{E}$.

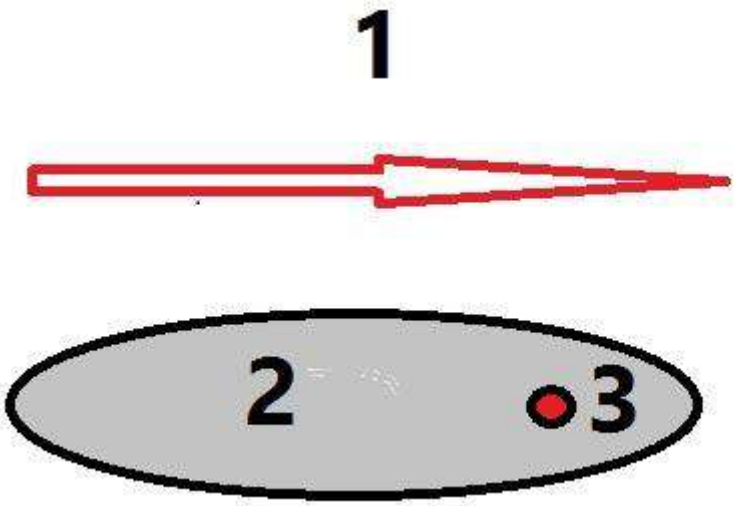


Figure 1.4 Polarisation d'un diélectrique sous un champ électrique.

- 1 : Le champ électrique

- 2 : Nuage électronique déformé

- 3 : Noyau.

1.5.2 Polarisation atomique ou ionique.

Sous l’action d’un champ électrique, les ions d’une molécule ionique exemple le fluorure de sodium NaF se voient éloignés de leurs distances initiales et la distance entre les centres de masses des ions augmentent, un moment dipolaire apparait.

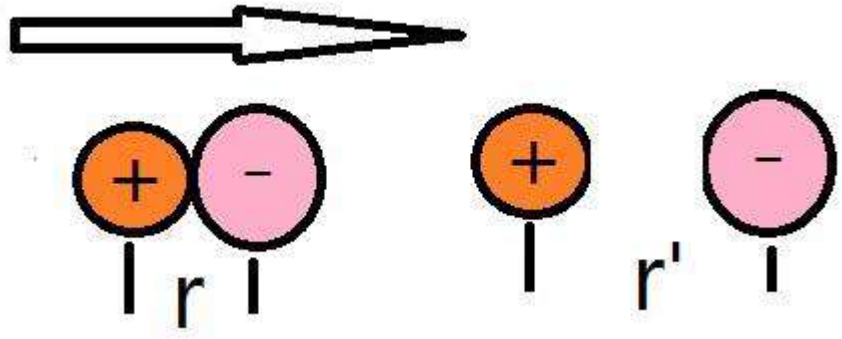


Figure 1.5 Polarisation ionique sous l’action d’un champ électrique.

1.5.3 Polarisation dipolaire.

On considère un fluide polaire, pour que ses molécules soient souples. A une température T donnée, les molécules sont orientées au hasard. Sous un champ extérieur, les molécules (moments dipolaires) s’orientent grossièrement dans la direction du champ.

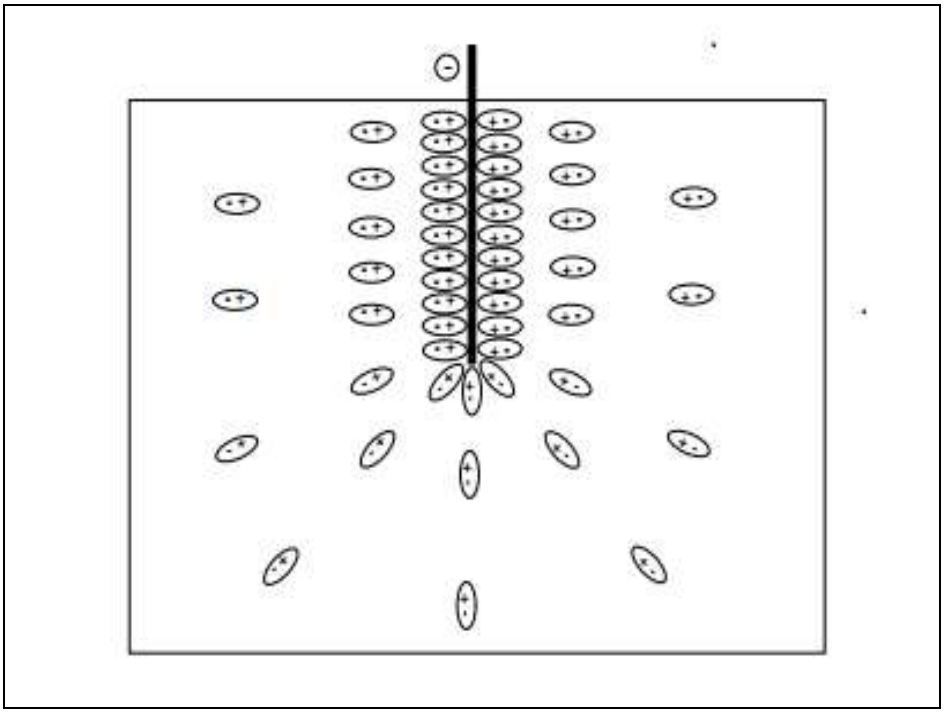


Figure 1.6 Orientation des dipôles sous un champ électrique crée par un fil chargé.

1.6 La matière polaire.

La matière polaire est celle dont les molécules ont un moment dipolaire permanent sans intervention externe. On cite par exemple la molécule du gaz HCl, de l'eau H_2O et des protéines.

1.7 Réponse du milieu diélectrique au champ externe : la constante diélectrique.

L'application du champ au matériau diélectrique induit un champ électrique interne qui lui est proportionnel et opposé. On définit la polarisation pour un milieu homogène et linéaire par :

$$\vec{P} = \varepsilon_0 \chi \vec{E} \qquad (1.17)$$

Ou χ est la susceptibilité diélectrique du matériau. Elle peut être fonction du champ électrique de la température … etc. La polarisation est reliée au champ électrique et au déplacement électrique $\vec{D}$par :

$$\vec{D} = \vec{P} + \varepsilon_0 \vec{E} = \varepsilon_0 \chi \vec{E} + \varepsilon_0 \vec{E}$$

$$= \varepsilon_0 (1 + \chi) \vec{E} = \varepsilon_r \vec{E} \quad (1.18)$$

Le champ dans le matériau se voit réduit de ε_r

1.8 Les phénomènes électro hydrodynamiques observés.

Une série de phénomène est observés dans nos manipulations, les une s'observent directement, d'autres déduiteslogiquement et d'autres dans des cas d'instabilités. On peut citer les principaux phénomènes.

1.8.1 La diélectrophorèse (DEP).

C'est le déplacement des dipôles dans une région où règne un gradient de champ électrique.

1.8.2 L'électrodéformation

C'est la déformation des molécules dans le champ électrique et leurs déplacements par DEP.Une goutte d'eau colorée à l'aide de phénolphtaléine rose (pH voisin de 9) se voit allongée jusqu'à atteindre un régime d'instabilité et se coupe en plusieurs taches.



Figure 1.7 Déformation de la goutte : la forme circulaire s’allonge jusqu’à instabilité.

1.8.3 L’électro-osmose.

Sous l’effet d’un champ important le liquide (l’huile) se déplace dans sa totalité vers un bord (électrode).

1.8.4 L’électrorotation.

Un corps de forme allongée tel qu’un grain de cumin plongé dans un champ électrique se voit tourner et prenant la direction parallèle au champ électrique.

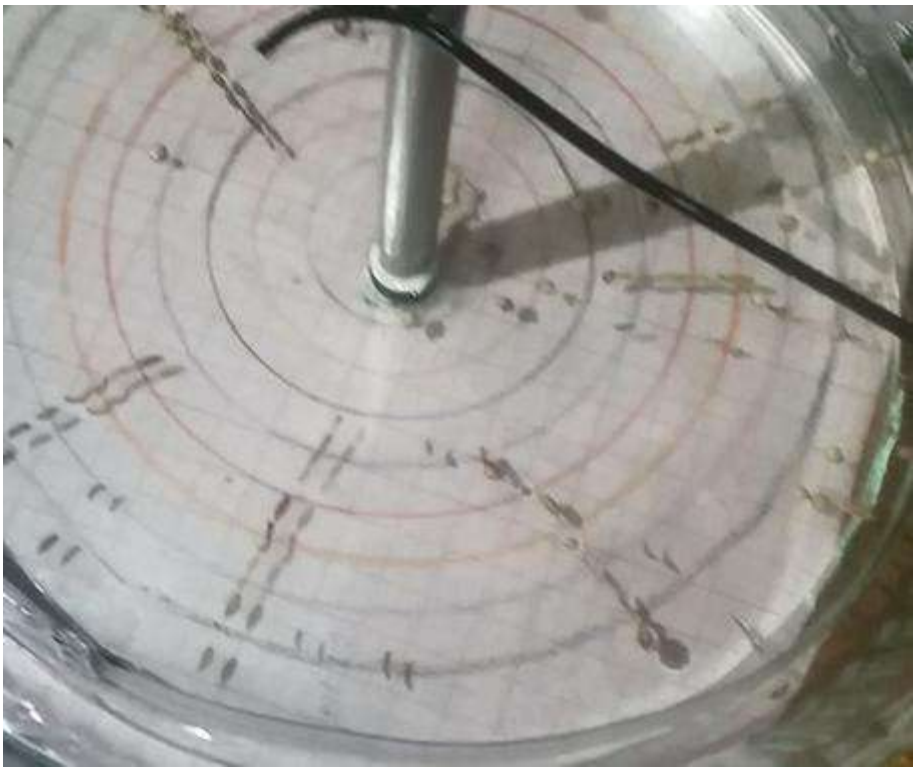


Figure 1.8 L’effet de l’électrorotation mis en évidence par les grains de cumin.

1.8.5 L’électrostriction

L’attraction des pôles opposés de ces dipôles provoque la contraction du milieu parallèlement au champ électrique appliqué. Ce phénomène est proportionnel au moment dipolaire et au carré du champ électrique.



Figure 1.9 Phénomène d'électrostriction, on observe un épaississement du liquide au voisinage du bord (électrode).

1.9 Bilan des forces agissant sur le corps dipolaire.

Nous avons mis en évidence 3 forces à savoir la force d'électrostriction proportionnelle au carré du champ électrique E^2, la force de diélectrophorèse proportionnelle au gradient de E et la force de frottement que l'on suppose constante en premier lieu vue la petitesse de la vitesse ou proportionnelle à la vitesse V et la viscosité du milieu (huile)

.

Chapitre 2 Résultats

2.1 Dispositif expérimental.

Cette partie est consacrée à la présentation des différentes parties du montage réalisé au niveau du hall de technologie, ayant servi à la réalisation des expériences durant notre travail.

2.1.1 Réalisation du montage.

Nous présentons les différents éléments de la manipulation à savoir :

- **Le papier millimétré :** on considère une feuille de papier millimétré et on trace plusieurs cercles de couleurs différentes et centrés sur un même point origine O. Ceci pour bien visualiser le déplacement des particules (grains et liquide) et on le mit dans une pochette pour le protéger du mouillage.
- **Le vase** : ils'agit d'un plat de cuisine en pyrex de diamètre interne 22 cm et d'épaisseur 3 mm que l'on perce au centre afin de fixer l'électrode centrale. Le perçage est réalisé par une perceuse manuelle portant un foret de perçage de verre. Le vase doit être posé sur une surface antidérapante, le perçage se fait à petite vitesse de rotation afin d'éviter la surchauffe du verre avec le risque de cassure ou déformation du trou percé, en pressant sur la base de la perceuse pour que le perçage soit efficace.



Figure 2.1 Photographie du vase avec électrodes coaxiales sur papier millimétré marqué avec des cercles.

- **Les électrodes** :Elles sont en inox. L'électrode centrale est une tige de diamètre 10 mm et de hauteur 100 mm et que nous recouvrons les 80 mm de haut, elle est filetée en sa base et fixée à l'aide d'un écrou le tout est recouvert de la colle silicone formant un joint antifuites.

  Afin d'augmenter la valeur du champ électrique E, nous sommes amenés à modifier le rapport $\frac{R_c}{R_a}$, voir figure 1. 2, ainsi nous avons utilisé pour anode la tige de diamètre 10 mm et un cercle d'épaisseur 20 mm et de diamètre 50 mm ; La cathode qui est l'électrode externe est un cercle d'épaisseur 20 mm et de diamètre 210 mm.

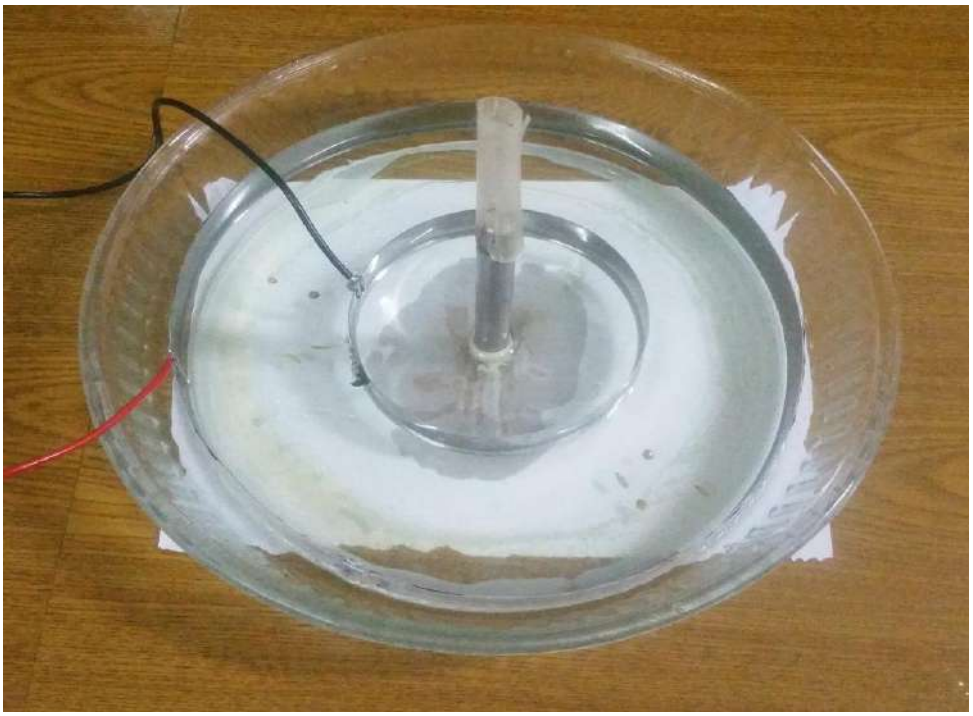


Figure 2.2 Utilisation d'anodes de diamètres différents.

- **Les câbles de connexion :** Par mesure de sécurité, lescâbles de connexions devaient être propres à la haute tension, genre faisceau des bougies d'allumage de la voiture. Cependant, en absence de moyens, nous avons utilisé les câbles ordinaires utilisés en manipulation de TP d'électricité.
- **Le générateur de haute tension :** Comme source de haute tension, nous avons utilisé le générateur de haute tension de Van de Graaf disponible au hall de technologie, de marque Frederiksen et de référence 3700.00, sasphère présente un diamètre de 22 cm. Ceci permet d'avoir une tension élevéede 330 KV en atmosphère sèche.



Figure 2.3 Photographie du générateur de Van de Graaf en fonctionnement.

- **Les huiles :** Nous avons utilisé des huiles qui sont à notre porté à savoir les huiles decuisines (élio et Afia), de moteurs (Naftal 20/40) et de pharmacie (huile de vaseline).
- **Les grains :** pour matérialiser les dipôles électriques, nous avons utilisé des grains de cumin de fenouil de coriandre … etc.



Figure 2.4Photographie de la manipulation.

- 1 Générateur THT.
- 2 Assiette.
- 3 Electrode interne.
- 4 Electrode externe
- 5 Câbles de connexion.
- 6 Papier millimétré.

2.2 Effets mis en évidence durant les manipulations.

Dans cette partie, nous présentons les différents résultats mis en évidence lors de nos manipulations. On note que l'introduction de l'huile facilite le mouvement des grains par réduction des frottements grains – verre. Cependant de nouvelles forces entrent en action. Ci-dessous les différents phénomènes observés.

2.2.1 Orientation des dipôles.

Les grains représentant les dipôles s'orientent comme l'a prévu la théorie est indépendamment de la forme du grain. Ceci confirmé par la figure 2.5 ci-dessous.

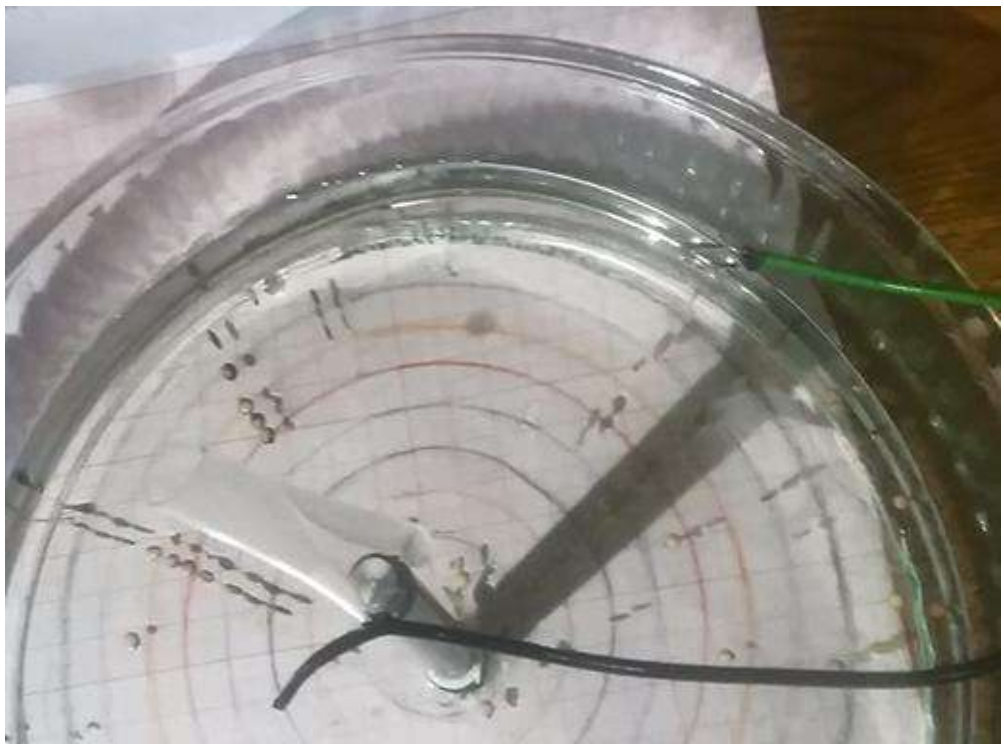


Figure 2.5 Photographie montrant l'orientation des dipôles indépendamment de la forme du grain.

2.2.2 Déformation de la forme du dipôle souple.

Afin de montrer cet effet, nous avons utilisé un l'eau (qui est un composé polaire) colorée avec la phénolphtaléine rose. La goutte initialement de forme circulaire change de forme et s'allonge. La figure suivante Figure 2.6 montre cet effet



Figure 2.6 Photographie de la déformation de la goutte d'eau sous l'influence du champ électrique.

- 2.2.3 Effet d’électrostriction et l’électroosmose

Cet effet si impressionnant est observé dans la vidéo nommée électroosmose et attachée à la version électronique. Nous voyons comment l’huile se déplace vers la cathode en laissant un vide au centre à la façon d’une bague magique. Une fois l’alimentation coupé, on voit l’étalement de l’huile sous l’effet de sa viscosité avec une frontière libre.

- 2.2.4 Instabilité dans le mouvement des dipôles.

Les deuxvidéos nommés instabilité et instabilté2 montrent comment le mouvement du dipôle est instable, il fait des va et vient dans la direction radiale. Ceci est dû à un équilibre instable entre la force de diélectrophorèseet les forces dues à viscosité qui font office de force de rappel.

-2.2.5 Influence de la nature de l’huile.

Pour s’assurer de l’importance de la nature de l’huile sur l’influence des phénomènes observés, nous avons utilisé les huiles à notre portée à savoir les huiles alimentaires et de cuisines (Elio et Afia), de pharmacie (l’huile de vaseline) et de minérale de moteur (Naftal 20/40).

Pour l’huile minérale Naftal 20/40, aucun des phénomènes cités ci-dessus n’a été observé. Alors que ce qui qualifie une huile diélectrique est sa viscosité et sa constante diélectrique. Nous sommes amenés à caractériser nos huiles par leurs viscosités et le calcul des constantes diélectriques est laissé à côté du fait de l’absence de matériel adéquat.

- 2.2.6 Calcul de la viscosité.

A l'aide d'un dispositif à interface numérique, nous avons calculé les valeurs de la viscosité des différentes huiles. Le principe est basé sur le fait qu'un cylindre mis en rotation dans un liquide subit une force de contrainte qui est proportionnelle à la viscosité du liquide. La lecture se fait directement sur l'afficheur comme le montre la photographie ci-dessous.



Figure 2.7 Photographie du dispositif de calcul de la viscosité.

Nous donnons les valeurs de la viscosité calculés des huiles utilisées dans le tableau suivant.

L'huile	Elio	Afia	vaseline	Naftal	rinçage
Viscosité (Pa S)	0.322	0.738	0.423	0.593	0.619

Tableau 2.1 valeur de la viscosité des huiles utilisées.

Conclusion.

Durant ce projet, nous avons cherché à réaliser un prototype de séparateur de masses polaires avec un champ électrique non uniforme c'est-à-dire présentant un gradient. Nous avons observé que des grains de masses et de formes différentes se distribuent de façons différentes. De même, nous avons mis la main sur les difficultés associées. On peut conclure qu'il y a deux forces dominantes dans ce type de phénomènes et qui s'opposent, l'une est la force de diélectrophorèse et l'autre est due à la viscosité. L'application d'un générateur de plus haute tension est souhaitée afin de vaincre les forces qui s'opposent au déplacement des dipôles. Nous estimons que dans un proche futur ce procédé sera opérationnel pour un large éventail d'applications.

Bibliographie.

[1] BELBEY Mohamed, Réalisation et caractérisation d'une cuve à électrodes circulaire.Projet licence Université Saad DAHLEB Blida. 2015.

[2] Electricité et Ondes J. L. CAUBARRERE, J. FOURNY et H. LADJOUZE édition OPU (2010).

[3] Cours de physique de Berkeley volume 1 : mécanique. Edition Armand Colin 1972.

[4] ELECTROMECHANICS OF PARTICLES. THOMAS B. JONES. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 1995.

[5] Le cours de physique de FEYNMANN, électromagnétisme 1 InterEdition. 1983

[6] BENSELAMA Adel Mustapha Thèse doctorat. Université Joseph Fourier 2005.

[7] Physique du solide, P. PAVLOV, A KHOKHLOV. EDTION MIR 1989.