

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued
FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT
DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electromécanique

Spécialité : électromécanique

Pour obtentions de diplôme de
master en électromécanique

Thème

**Analyse Expérimentale d'un Dispositif de Tribocharge a Cyclone
pour la Séparation Triboélectrique Libre de Particules de
Plastique**

Devant le jury composé de:

Dr. Zenina Mohamed Laid Encadreur

Dr. Mahmoudi Abdelkader Président

Dr. Zoubeidi Massoud Examineur

Dr. Largot Asma Examineur

Présenté par

Allal Elmotez billah

Bennaceur Mohammed Laid

Largot Sadok

Année : 2021/2022

Dédicaces

Grâce à dieu et à sa bonté, pour la patience, la compétence et le courage

À notre chers parents...

Aucune dédicace ne saurait exprimer notre respect, notre amour éternel et notre considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour les instructions et tous

À notre chers frères

À notre adorables sœurs

À notre grande familles

Succès et que Dieu, le tout-puissant, vous protège et vous garde.

À tous notre cher amis

Remerciements

Notre remerciement à tous

Sommaire

Introduction Générale	A-B
Chapitre 1: Etat de l'art	4-21
Introduction	4
1. Définition du recyclage	5
2. Les enjeux du recyclage sont multiples	5
3. Le recyclage des déchets plastiques	6
3.1 Les différents types de déchets	6
3.2 Définition d'un polymère	7
4. Différents types de polymères	7
5. Catégories de matières plastiques	8
5.1 Les thermoplastiques	8
5.2 Les thermodurcissables	12
5.3 Les élastomères	13
6. Les bio-polymères	13
7. Notions d'électrostatique	14
8. Phénomène de charge	14
9. L'effet triboélectrique	14
10. Etat de charge des matériaux isolants	15
11. Chargement par effet couronne	15
11.1 Décharge couronne positive	16
11.2 Décharge couronne négative	17
12. Chargement par effet triboélectrique	18
13. Procédés de séparation électrostatique d'un mélange de granules plastiques	19
14. Séparation électrostatique	20
15. Installations de séparation électrostatique	20
Conclusion	21

Chapitre 2: Théorème du mouvement d'un séparateur	23-40
Introduction	23
1. Flux du champ électrostatique	24
2. Théorème de gauss	24
3. Choix du système coordonnées	25
4. Plans de symétrie ou antisymétrie le plom symétrie	25
5. Forces aérodynamiques et électrostatiques	28
6. Analyse forces aérodynamiques	31
7. Etude du mouvement rectiligne régulier et mouvement coquille	31
8. L'étude du mouvement circulaire uniforme	34
Conclusion	40
Chapitre 3: Trajection particulaire d'un séparateur	42-48
Introduction	42
1. Analyse des trajectoires des particule dans le séparateur électrostatique convoyé à bord tournante	43
1.1 Equateur de mouvement	43
1.2 Analyses des trajectoires des particule conductrice	44
2. Analyse des trajectoires de particule isolante	45
3. Séparation triboélectrostatique des mélanges granulaires isolants	46
4. Séparateur triboélectrique à tapis roulant	46
5. Séparateur triboélectrique à chute libre	47
6. Séparateurs industriels	47
Conclusion	48
Chapitre 4: Simulation de trajection d'un séparation électrostatique	50-55
Introduction	50
1. Étape de charge	51
2. Étape de séparation	51
3. Influence de la vitesse du tapis	52
Conclusion	55
Conclusion générale	57

List des figures

Figure1: constitués de polymères	8
Figure2: type de charge électrique	15
Figure3: Décharge couronne dans une configuration pointe plan	16
Figure4: Description de la décharge couronne positive	17
Figure5 : Description de la décharge couronne négative	18
Figure6 : L'échange de la charge électrique entre deux surfaces par effet triboélectrique	19
Figure7: effet du champ par M	24
Figure8: pratique théorème de gauss au coordonnées cylindriques	25
Figure9: le champ électrique sortie E	26
Figure10: force d'interaction entre moments dipolaires	28
Figure11: la force d'interaction entre deux sphères d'un atome	29
Figure12: Force électrique entre deux charges ponctuelles	30
Figure13: L'expression de la vitesse à la position C	33
Figure14: mouvement circulaire uniforme	35
Figure15: pratique mouvement circulaire uniforme	35
Figure16: l'énergie décroissante entre deux positions	36
Figure17: sphère chargée en sur force Théorèmes du gauss	37
Figure18: la direction du mouvement L'intensité est constante à chaque instant accélération	38
Figure19: force électrique qui agissent sur une particule chargée contact avec l'électrode fil plan	44
Figure20: Forces électrique est mécanique agissant sur une particule isolante posée sur l'échappe clinique par fil tournante	45
Figure21: Organigramme de la séparation triboélectrostatique pour les déchets plastiques	46
Figure22: Séparateur triboélectrique à tapis roulant	47
Figure23 : Influence de la vitesse du tapis sur les particules chargées négativement	52
Figure24: Influence de la vitesse du tapis sur les particules chargées positivement	53
Figure25: Influence de la valeur de la haute tension appliquée à l'électrode statique	54
Figure26: Influence de la valeur de la haute tension appliquée à l'électrode statique	54

ملخص

اعتمدت دراستنا على التعامل مع النفايات كونها المسبب الرئيسي للتلوث في البيئة وعليه اقترحت عدة طرق لرسكلتها. تعتبر عملية الفصل الكهربائي للمواد واحد من أفضل الطرق الفعالة والغير مكلفة في عملية فصل المواد خاصة المواد العازلة والبلاستيكية. اعتمدت دراستنا على توصيف حركة الشحنات الكهربائية في الفاصل الكهربائي بالاستعمال القطب الكهربائي والخيط كالمراجع للحقل الكهربائي، ومن ثم دراسة الحركة الحبيبات والجزيئات في مراحل الشحن وتعريضها للشحنات خلال المسافة المقطوعة وكذلك درسنا العناصر المؤثرة في عملية الفصل. واستخلاص الآليات التي تتم من خلالها عملية الفصل

الكلمات المفتاحية: التلوث، النفايات، الرسكلة، الفصل، الشحن، القطب الكهربائي

Résumé

Notre étude s'est appuyée sur le traitement des déchets en tant que principale cause de pollution dans l'environnement et a donc suggéré plusieurs façons de s'y attaquer. La séparation électrique des matériaux est l'un des moyens les plus efficaces et les moins coûteux dans le processus de séparation des matériaux, en particulier l'isolation et les plastiques. Notre étude s'est appuyée sur la description du mouvement des charges électriques dans l'intervalle électrique en utilisant l'électrode et le filetage comme référence au champ électrique, puis sur l'étude du mouvement des granules et des molécules dans les étapes de charge et leur exposition aux expéditions pendant la distance parcourue, ainsi que sur l'étude des éléments affectant le processus de séparation. Et de faire ressortir les mécanismes par lesquels le processus de séparation est effectué

Mots-clés: pollution, déchets, redimensionnement, séparation, charge, électrode

Abstract

Our study relied on dealing with waste as the main cause of pollution in the environment and therefore suggested several ways to kick it. The electrical separation of materials is one of the best effective and inexpensive ways in the process of separating materials, especially insulation and plastics. Our study relied on describing the movement of electrical charges in the electrical interval using the electrode and thread as reference to the electrical field, and then studying the movement of granules and molecules in the charging stages and exposing them to shipments during the distance travelled as well as studying the elements affecting the separation process. And to draw out the mechanisms through which the separation process is carried out

Keywords: pollution, waste, rescale, separation, charging, electrode

Introduction Générale

Introduction générale

Le grand développement dans les sociétés humaines et le domaine industriel a conduit à une grande accumulation de déchets, ce qui a fait prospérer le domaine de la séparation des déchets plastiques. Important depuis plusieurs années. Cette évolution est directement liée, d'une part, à sensibilisation aux graves réoccupations environnementales (dues aux développements) pour cultiver différents déchets. Qui ne peut pas trouver d'autre issue qu'une décharge. Beaucoup de complexité à résoudre dans le contexte d'un problème de séparation plastique, ce qui a entraîné le développement de procédés de tri basés sur de nombreuses propriétés de ces matériaux. Bon nombre des techniques qui seront décrites dans ce document a ses origines dans le domaine de la séparation électrostatique, par Transfert d'un certain nombre de phénomènes, des lois physiques, chimiques et électriques, à Transformation des matières plastiques.

Plusieurs techniques modernes sont utilisées dans l'électro-séparation statique pour traiter ces les déchets ouvrent des opportunités intéressantes pour ces études. Beaucoup de techniques sont déjà appliqués dans l'industrie du recyclage ou font l'objet de recherches et développement très durable. Ainsi, les ruptures électrostatiques de la couronne du rouleau sont utilisé pour extraire les minéraux, et les matériaux d'isolation de divers déchets industriels et ménagers. Cassures tribo-électrostatiques avec chute libre et lit diluer Les déchets plastiques granulaires peuvent être traités.

Les chercheurs ont besoin d'un outil de simulation plus facile à utiliser études de faisabilité avant le développement d'un nouveau projet application. Réduisez leur coût. Une analyse des problèmes présentés dans les paragraphes permettra d'identifier: Le but de cette thèse pour les séparations tri-air électrostatique pour améliorer la séparation électrostatique actuelle et fournir des solutions fiables pour les nouvelles applications industrielles.

Dans le premier chapitre, nous avons discuté du concept de recyclage et des types d'isolants les plus importants , expliqué les phénomènes de l'électricité statique , et des matériaux d'expédition.

Et dans le deuxième chapitre, nous avons parlé des forces les plus importantes affectant les corps et les granules chargés comment ils se déplacent.

Dans le troisième chapitre, le chemin des particules se produit à partir du séparateur d'analyse de la voie des particules ,et du séparateur électrostatique du convoyeur triboélectrostatique porteur triboélectrique de la séparation électrostatique des mélanges isolants granulaires triboélectriques du séparateur convoyeur band.

Dans le quatrième chapitre, nous avons discuté de l'étape de chargement et l'étape de séparation. Aussi, nous avons étudié l'effet de la vitesse de la courroie, la simulation de séparation électrostatique.

Chapitre 1

Etat de l'art

Introduction

Le grand énorme développement dans différentes industries et l'expansion de la civilisation dans les villes , et la forte augmentation de la population ont conduit à d'énormes quantités de déchets différents pour montrer le terme recyclage comme un sujet important pour l'étude et la recherche et a contribué à la sensibilisation humaine à son attention. Il existe plusieurs façons de restaurer les matériaux, y compris les techniques électrostatiques comme solution préférée pour le recyclage des matériaux plastiques trouvés dans les déchets.

1. Définition du recyclage

Est le processus de recyclage et d'utilisation des déchets, qu'ils soient domestiques, industriels ou agricoles, afin de réduire l'impact de ces déchets et leur accumulation sur l'environnement, ce processus est effectué en classant et en séparant le cornichon... Il est allé sur la base des matières premières qu'il contient, puis le recyclage de chaque matériau individuellement Si nous prenons l'exemple des déchets des ménages. Chaque année, les ménages produisent environ 14 millions de tonnes d'ordures ménagères (plus de 250 kg par an et par habitant), auxquels il faut ajouter un million de tonnes d'encombrants (vieux attelas, appareils ménagers hors d'usage, etc.). Actuellement, en Algérie, le service de collecte des résidus ménagers est encore insuffisant. Plus 80 % est répandue dans des décharges contrôlées, ou incinéré.

La valorisation des déchets s'effectue par la collecte des déchets de différentes sources (Familles et entreprises) afin de les trier, de les mobiliser et de les diviser, puis de les envoyer au recyclage ou à l'élimination. Les déchets sont triés à travers les étapes les plus importantes du tri manuel des étapes de tri mécanique (aérobie, magnétique, sismique, optique, examen, etc.). Le dépistage précède parfois une phase de présélection afin d'éliminer les déchets indésirables. [1]

2. Les enjeux du recyclage sont multiples :

Il existe plusieurs **Les enjeux** en matière de recyclage, surtout:

a) Enjeux économiques :

Garder une indépendance enterre de fourniture de matière première, en utilisant des matériaux recyclés. Maîtriser ses coûts de fourniture de matériaux développer de nouvelles activités industrielles et commerciales, souvent appelées économie verte.

b) Enjeux environnementaux :

Consommer moins de ressources et d'espaces naturels 'surface, milieux protégés, gisement, mines et carrières), afin d'en transmettre aux générations futures ;

Limiter le nombre ou l'extension des installations de stockage (ISDND) ;

Limiter les déchets entrants dans les incinérateurs afin de produire moins de déchets ultimes ;

Baisse de l'empreinte carbone avec l'économie d'opération d'extractions du milieu naturel ou de transformations industrielles.

En effet, le traitement seul des matières premières ne suffit plus. L'enjeu écologique est désormais tourné vers le monde industriel.

Les sociétés de recyclage mettent aujourd'hui tout en œuvre pour assurer l'ensemble de la gestion et de la valorisation des déchets.

- Par du nouveau matériel pour l'environnement
- Par une information accrue auprès des entreprises
- Par des participations à des événements locaux sur l'environnement et le recyclage

Importance de l'écoconception : L'écoconception est le premier maillon de la chaîne qui permettra de poursuivre ces enjeux puisque qu'il faut un maximum de matières premières recyclables dans un produit pour aller jusqu'au bout du système.

Mieux fabriquer, mieux trier, mieux recycler sont les objectifs environnementaux de demain.

c) Enjeux sociaux :

Permettre à des publics en difficulté vis-à-vis de l'emploi, de reprendre le chemin de l'emploi effectif, l'industrie de recyclage est souvent liée à des emplois de réinsertion ; Permettre à des personnes de profiter de biens remis en service, comme de l'électroménager, des ordinateurs, des matelas se sont ainsi de nombreux types de matériaux que l'on peut recycler ; plastiques, verre, papier, bois, métaux .

Avec une vision globale, en partant soit d'un produit de consommation, soit d'un produit usagé ou même un déchet, le Service de l'observation et des statistiques appartenant au Commissariat général au développement durable, propose un cycle « vertueux » présenté dans le schéma ci-dessous. Produits import ombriens conduisent à un micro plasma de jonction. [1]

3. Le recyclage des déchets plastiques

3.1. Les différents types de déchets

Il existe de nombreuses sources différentes de déchets plastiques qu'il faut distinguer d'eux, selon leur source : les déchets ménagers et les déchets industriels. Ces derniers sont souvent des vestiges du processus de fabrication. Soyez connu du fabricant et restaurez-les facilement. Ces déchets sont généralement recyclés directement par leur producteur, pour des raisons économiques. Il peut s'agir :

- Broyés mélangés au polymère vierge et mis en œuvre à nouveau
- Revendus à pour être réutilisés sous une autre forme

Le recyclage des déchets plastiques ménagers est plus difficile que les déchets industriels recyclés par l'usine. Les plastiques ne représentent que 7% du poids total des déchets ménagers dans le monde, mais cela correspond à 20% en taille.

Pour la plupart des déchets ménagers, des canaux de récupération et de valorisation sélectifs ont été mis en place dans de nombreux pays développés. L'une des principales difficultés avec le plastique est qu'il représente une grande taille pour un faible poids, donc des défauts de récupération et de stockage.

Il existe plusieurs types importants de plastique que nous obtenons après le recyclage, et chaque type a des propriétés électrostatiques, et des caractéristiques dans sa composition en termes de taille, de forme et ces types. [2]

3.2 Définition d'un polymère

La molécule polymère est une grosse molécule où elle est constituée de la chaîne covalente d'un très grand nombre d'unités répétitives dérivées d'un ou plusieurs monomères (aussi appelés unités) et préparées à partir de molécules appelées monomères représentant le nombre moyen de ces unités de base (monomères) dans le degré de polymérisation des molécules finales (polymères). Si ce score est élevé, on parle de polymères élevés en revanche s'ils sont faibles, le composé est oligomère. Le nom des polymères est généralement dérivé du nom de monomère en ajoutant un préfixe poly tel que l'olé éthylène. [2]

Nous constatons qu'il existe une relation qui distingue la grande molécule avec sa masse m , qui est liée au degré de polymérisation (x) qui représente le nombre d'unités répétition dans la grande molécule par la relation simple suivante :

$$m = x \cdot m_0$$

Où m est la masse molaire de l'unité de la répétition.

4. Différents types de polymères

Il existe deux types de polymères:

a. Les monomères

Les monomères sont les unités chimiques de base, ou molécules des matières plastiques. Ils sont centrés autour des atomes de carbone (C), et contiennent des atomes d'hydrogène (H), d'oxygène (O), d'azote (N), chlore (Cl), soufre (S), fluor (F).

b. Les polymères

Les plastiques désignent une famille de produits constitués de polymères (ou macromolécules) caractérisés par la répétition d'un très grand nombre de fois (3), de monomères. Cet assemblage crée un « motif » appelé motif constitutif.

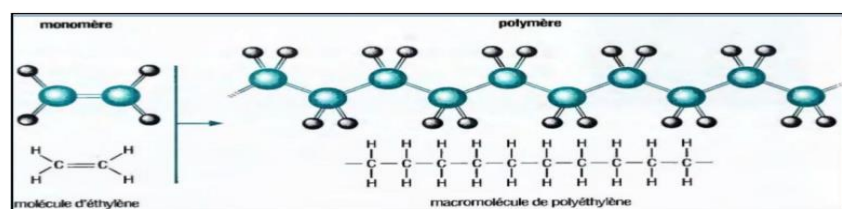


Fig1: constitués de polymères

5. Catégories de matières plastiques

Il existe trois grandes catégories de matières plastiques synthétiques :

Les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères.

5.1. Les thermoplastiques

Les thermoplastiques ramollissent sous l'effet de la chaleur. Ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidit. Comme cette transformation est réversible, ces matériaux conservent leurs propriétés et ils sont facilement recyclables. Leurs polymères de base sont constitués par des macromolécules linéaires, reliées par des liaisons faibles qui peuvent être rompues sous l'effet de la chaleur ou de fortes contraintes. Elles peuvent alors glisser les unes par rapport aux autres pour prendre une forme différente et quand la matière refroidit, les liaisons se reforment et les thermoplastiques gardent leur nouvelle forme. Ils représentent 80% des matières plastiques consommées à travers le monde soit plus de 180 millions de tonnes. Avant transformation, ils sont sous forme de granulés ou de poudres dans un état chimique stable et définitif car il n'y a pas de modification chimique lors de la mise en forme. Les granulés sont chauffés puis moulés par injection et le matériau broyé est réutilisable.

Le plastique est fabriqué à base de résines, issues principalement de la transformation de pétrole. Les autres composants comprennent notamment des plastifiants et des additifs, choisis en fonction des propriétés recherchées (légèreté, absence d'oxydation, solidité, transparence ou opacité, souplesse ou rigidité, isolation, résistance au chaud ou au froid, etc.). Du point de vue chimique, les plastiques sont tous des molécules en chaîne, qu'on obtient par polymérisation (enchaînement) d'une molécule simple (monomère). Le monomère est obtenu soit directement par raffinage du pétrole brut, soit après traitement avec des additifs (exemple : remplacement de certaines parties des molécules issues du raffinage par des atomes de chlore). Dans les tableaux suivants, les symboles permettant de reconnaître les familles de plastiques ont été indiqués. Ils se retrouvent sur chaque élément fait de matière synthétique pour en faciliter le tri.

Parmi les 5000 types de plastiques connus, seule une cinquantaine présente un intérêt économique. Plus de 90% de la production mondiale se compose des six familles de thermoplastique suivantes Polyéthylène (PE) qui comprend le polyéthylène à basse densité (LDPE) et polyéthylène à haute densité (HDPE). [3]

- a) Polypropylène (PP)
- b) Chlorure de polyvinyle (PVC)
- c) Polystyrène solide (PS) et polystyrène expansé (PSE)
- d) Polyéthylène téréphtalate (PET)
- e) Polyamide (PA)

a) Polyéthylène (PE)

Le PE possède une excellente résistance aux agents chimiques et aux chocs. On distingue principalement deux types de polyéthylènes :

✓ polyéthylènes à «basse densité» (LDPE), appelés également PE «ramifiés». Ils offrent une bonne résistance aux chocs, sont de bons isolants même en milieu humide et peuvent être utilisés dans l'alimentaire.

✓ polyéthylènes à «haute densité» ou «linéaires» (HDPE). Ils ont les mêmes propriétés que les LDPE, tout en étant plus rigides, plus résistants (notamment aux températures) et plus transparents.

Le polyéthylène est le plastique le plus populaire du monde. C'est le polymère dont sont faits les sacs des supermarchés, les bouteilles de shampoing, les jouets des enfants, et même les gilets pare-balle. Et ce matériau qui a des usages aussi variés a une structure très simple, la plus simple de tous les polymères du commerce. Une molécule de polyéthylène n'est rien de plus qu'une longue chaîne d'atomes de carbone, avec deux atomes d'hydrogène attachés à chaque atome de carbone.

b) Polypropylène (PP)

Le polypropylène (PP) est à peu près similaire au polyéthylène dans sa structure. Le polymère très polyvalent, le PP est utilisé à la fois comme thermoplastique et comme fibres :

Sous la forme de thermoplastique, il permet des applications où il est résistant à des températures élevées, car il ne fond qu'à 160 °C.

Il est également rigide et résistant aux chocs. Sous forme de fibres, il est utilisé pour fabriquer des revêtements de sol intérieurs et extérieurs, tels ceux que l'on trouve autour des piscines. Il se colore très facilement.

Le PP est présent sous forme de fibres dans les tapis et les textiles, de film dans les emballages à sous forme moulée, dans le secteur automobile (tableaux de bord, pare-chocs, etc.), l'électroménager, les ustensiles ménagers (vaisselle pour four à micro-ondes, boîtes pouvant aller dans le lave-vaisselle, etc.), les jouets, les bagages, le mobilier de jardin, etc. [3]

c) Chlorure de polyvinyle (PVC)

Le chlorure de polyvinyle (PVC) est constitué de 43% d'éthylène et 57% de chlore, issu du sel ou de l'acide chlorhydrique. C'est le troisième plastique le plus utilisé au monde, après le PE et le PP. Le PVC offre une excellente résistance au vieillissement, aux agressions chimiques, aux rayons ultraviolets, à la corrosion, aux chocs et à l'usure. Il est léger et a de bonnes propriétés d'isolation électrique, thermique et phonique. Grâce à cette résistance, 65% des articles fabriqués en PVC ont des durées de vie supérieures à 15 ans, 24% entre 2 et 15 ans, 12% de moins de 2 ans.

La vaste gamme de propriétés du PVC permet de fabriquer les produits les plus divers. Mais en raison de sa résistance aux intempéries, plus de la moitié de la production est destinée au secteur de la construction : châssis de fenêtres, canalisations d'eau et autres tuyaux, toiles et membranes de revêtement des toits et des sols mobiliers urbain, etc.

Autres utilisations : câbles électriques bouteilles (notamment dans le domaine médical et pharmaceutique) enduits chaussures, etc.

d) Polystyrène (PS)

Le polystyrène (PS) est relativement proche du polyéthylène dans sa structure. Selon les différents modes de polymérisation et les adjuvants utilisés, on trouve le PS sous de multiples formes, avec des propriétés qui varient. Le produit de base «PS cristal » est très cassant, n'offre pas une bonne résistance sur le plan chimique et se fissure facilement. On le reconnaît à son bruit métallique lorsqu'il tombe sur une surface dure. Le «PS choc » est plus résistant aux chocs grâce à un additif. Le PS expansé (EPS) est un matériau-mousse utilisé dans les emballages pour protéger des chocs ou pour isoler des bâtiments.

Les utilisations principales sont les suivantes: boîtiers de CD («PS cristal», transparent, cassant), vaisselle en plastique (couverts en «PS choc», gobelets, flûtes transparentes et verres), articles de décoration ou de bureau (règles, rapporteurs, etc.),emballages alimentaires (gobelets de yoghourts en «PS choc»), matériel de calage pour objets fragiles (électronique) à l'intérieur des boîtes en carton, isolants pour glacières, flotteurs, caisses à poissons et EPS isolation thermique des bâtiments (EPS).

e) Polyéthylène téréphtalate (PET)

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est fabriqué à base d'éthylène glycol (un alcool dérivé de l'éthylène) et d'acide téréphtalique. Au niveau mondial, la demande ne cesse d'augmenter depuis 1993, et la production a doublé depuis cette date. [3]

Le PET se distingue par les propriétés suivantes : transparence, brillance, bonne résistance aux chocs, à la pression et aux produits chimiques, étanchéité aux gaz]. Il a également l'avantage d'être recyclable à 100% sans perdre ses propriétés et entre ainsi dans la composition de divers produits, notamment les emballages pour boissons.

Les deux principales sources de consommation du PET sont les emballages ainsi que les fibres non tissées fabriquées à partir du recyclage du PET, également appelées polyester pour les vêtements. Les applications du PET sont nombreuses : bouteilles, flacons, toiles (tentes, parapentes, canapés), textiles (polyester, vestes polaires) électronique (écrans), cartes de crédit pièces pour véhicules, chaussures.

f) Polyamide (PA)

Appelée aussi (Nylon) est un polymère contenant des fonctions amide pouvant résulter de la polycondensation entre les fonctions acide carboxylique et amine. Les nylons sont généralement résistants, solides (bien que facilement susceptibles d'être entaillés), des polymères assez élastiques ayant de bonnes propriétés de protection, ainsi qu'une haute résistance à l'abrasion et à la fatigue.

Ils sont capables toutefois d'absorber une grande quantité d'eau (lents dans les sections épaisses) augmentant alors leurs dimensions jusqu'à 3% dans des conditions extrêmes.

Si les nylons sont très résistants aux huiles, graisses, solvants et alcalis, il en est autrement par rapport aux acides qui ont tendance à les hydrolyser.

Ce polymère peut être utilisé pour la fabrication des composants industriels essentiellement, comme (engrenages, coussinets, écrous, boulons, rivets, roues, coffres à outils électriques, caches-culbuteurs). Beaucoup utilisé comme mono filament (pour les brosses), pour l'habillement et les tapis .

5.2. Les thermodurcissables

Les thermodurcissables sont des plastiques qui prennent une forme définitive au premier refroidissement. La réversibilité de forme est impossible car ils ne se ramollissent plus une fois moulés. Sous de trop fortes températures, ils se dégradent et brûlent (carbonisation).

Les molécules de ces polymères sont organisées en de longues chaînes dans lesquelles un grand nombre de liaisons chimiques solides et tridimensionnelles ne peuvent pas être rompues et se renforcent quand le plastique est chauffé [6]. La matière thermodurcissable garde toujours sa forme en raison de ces liaisons croisées et des pontages très résistants qui empêchent tout glissement entre les chaînes.

Les thermodurcissables les plus connus sont les polyuréthanes, les polyesters, les phénoplastes, les aminoplastes, les résines époxydes et phénoliques. Au départ, ils se présentaient sous forme de poudres ou de résines qui subissent une transformation chimique au cours de leur chauffage, de leur refroidissement ou par l'action de durcisseurs.

5.3. Les élastomères

Ces polymères présentent les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc.

Un élastomère au repos est constitué de longues chaînes moléculaires repliées sur elles-mêmes. Sous l'action d'une contrainte, les molécules peuvent glisser les unes par rapport aux autres et se déforment. Pour que le matériau de base présente une bonne élasticité il subit une vulcanisation. C'est un procédé de cuisson et de durcissement qui permet de créer un réseau tridimensionnel plus ou moins rigide sans supprimer la flexibilité des chaînes moléculaires. On introduit dans l'élastomère au cours de la vulcanisation du soufre, du carbone et différents agents chimiques. Différentes formulations permettent de produire des caoutchoucs de synthèse en vue d'utilisations spécifiques. Les élastomères sont employés dans la fabrication des coussins, de certains isolants, des semelles de chaussures ou des pneus.

6. Les bio-polymères

Les bio-polymères (ou bioplastiques) sont des produits à base de ressources végétales au lieu de pétrole : cellulose de plantes, protéines, lignine ou amidon. Ils ne sont pas encore d'un usage très fréquent. On s'en sert avant tout pour les emballages, mais leurs possibilités d'applications sont bien plus vastes. Les plastiques d'origine végétale nécessitent moins d'énergie fossile pour la fabrication ; ils utilisent généralement moins d'ingrédients toxiques et ne relâchent pas de gaz ou d'autres substances toxiques dans l'environnement pendant la phase d'utilisation. On peut observer, en revanche, d'autres impacts durant la phase de production, notamment ceux liés des matières premières, avec des problèmes très similaires à ceux des biocarburants : pollution des eaux et des sols par les pesticides et engrais, concurrence avec les besoins agricoles destinés à l'alimentation, consommation d'énergie liée aux machines et au transport sur de longues distances, utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM). [6]

Les impacts dépendent donc fortement des pratiques agricoles du lieu de production. De plus, le fait que ces matériaux soient décrits comme biodégradables ne signifie pas forcément qu'ils seront « biodégradés ». Il faudrait s'assurer que les utilisateurs les collectent effectivement de manière séparée et que les filières de compostage non seulement existent, mais en plus acceptent de traiter ces matières, ce qui n'est de loin pas encore la règle. Ces contradictions montrent que l'utilisation de biopolymères s'avère ambiguë sur le plan écologique. [2]

7. Notions d'électrostatique

L'électricité statique est un phénomène naturel qui existe et se produit sur diverses surfaces et provoque des inconvénients causés par l'électricité statique d'une importance primordiale dans un très grand nombre de domaines, de parties et d'aspects divers. Ces inconvénients peuvent entraîner des inconvénients mineurs qui peuvent être coûteux, voire destructeurs (en particulier dans le domaine de la micro électricité) ou des des dommages plus graves à la sécurité des personnes. [8]

8. Phénomène de charge

Les objets sont soumis à la charge et la charge électrique est une manifestation de l'accumulation ou de la perte de charges électriques. En fait ou dans la nature pour plusieurs facteurs, à partir desquels lorsque le corps est dans un état d'équilibre, il est électriquement neutre. Ce corps sera électrifié lorsque certains de ses atomes auront acquis ou perdu un ou plusieurs électrons, perturbant l'équilibre et la neutralité. On dit alors que ce corps a une charge électrique. C'est donc un objet chargé électriquement. [9]

Il existe plusieurs facteurs et méthodes de charge électrique et il y a de nombreux modes d'électrisation possibles :

- par frottement(triboélectricité)
- par contact (transfert direct de charges)
- par ionisation (émissions d'ions sous haute tension)
- par influence (à l'aide d'un champ électrique)
- par clivage(fragmentation)
- par effet photoélectrique
- par émission thermoélectronique
- par ballo-électricité(agitation des particules dans un flux de gaz).

9. L'effet triboélectrique

Les charges électriques se déplacent entre différents matériaux : lorsqu'il y a contact entre deux substances électriquement neutres, nous obtenons deux substances chargées lorsque les charges sont transportées conduisant à deux substances chargées, l'une positive et l'autre négative. Si un matériau a une faible conductivité, les expéditions générées après la séparation resteront.

En cas de friction, de nouvelles communications entraîneront de nouveaux transferts d'expédition. L'effet électromagnétique est généralement associé à l'apparition de charges électriques après frottement entre deux substances, mais sa définition s'étend souvent à la transmission de charges par communication, où le frottement, qui est considéré comme se produisant par des contacts suivis d'intervalles, mais s'accompagne souvent de la production de chaleur et parfois du transport ou du changement de masse. [7]

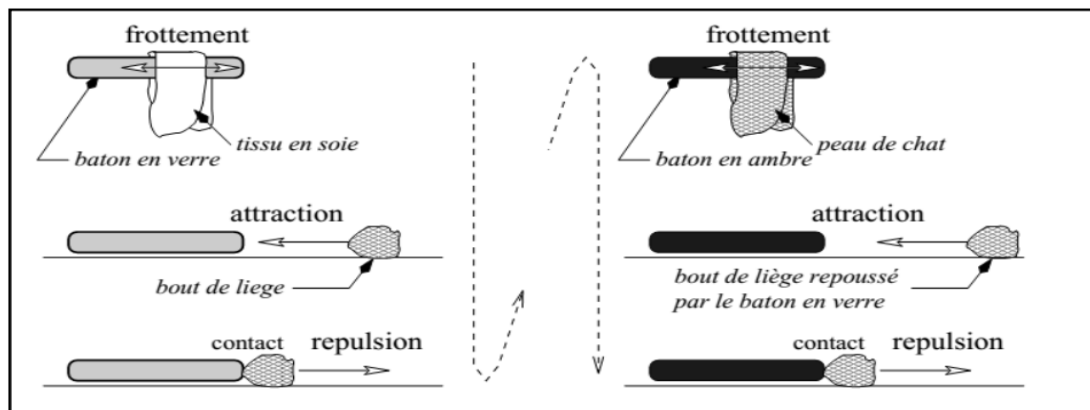


Fig2: type de charge électrique

10. Etat de charge des matériaux isolants

Les matériaux isolants sont devenus les plus utilisés à l'heure actuelle dans divers secteurs industriels en raison de leurs excellentes propriétés électriques, thermiques et mécaniques. Dans un état équilibré, ces matériaux sont électriquement neutres. Dans le cadre des applications, les matériaux sont chargés à la surface grâce à de nombreuses techniques de télécharge. En général, deux de ces techniques sont souvent utilisées : la décharge de couronne et le triple effet électrique. L'effet de la couronne est un phénomène qui assure la charge par bombardement ionique sous forme d'ions positifs ou négatifs, et la triple décharge électrique est définie comme l'échange de charges électriques de surface entre deux substances, qu'elles soient initialement neutres ou non lorsqu'elles sont contactées (frottement). [7]

11. Chargement par effet couronne

L'effet du courant électrique est important pour charger les matériaux, ce qui conduit au processus d'ionisation. L'effet couronne est une auto-décharge auto-entretenu non destructive qui apparaît à proximité de l'électrode par le phénomène d'ionisation de l'air. La différence de potentiel appliquée entre les électrodes, comme le niveau du fil ou le point de niveau, produit un

champ électrique inhomogène dans l'espace inter-électrodes en raison de l'asymétrie des électrodes, de sorte qu'il provoque l'ionisation de l'air et que les charges résultantes sont poussées vers l'électrode à champ faible où se trouve la surface à charger. [14]

La différence de potentiel appliquée entre des électrodes, tels que fil – plan ou pointe plan produit un champ électrique inhomogène dans l'espace inter-électrodes dû à la dissymétrie des électrodes, de sorte qu'il provoque l'ionisation de l'air et les charges qui en résultent sont entraînées vers l'électrode à faible champ où se situe la surface à charger. L'intervalle d'air entre électrodes comporte deux zones : une zone ionisée et une zone de dérive.[7]

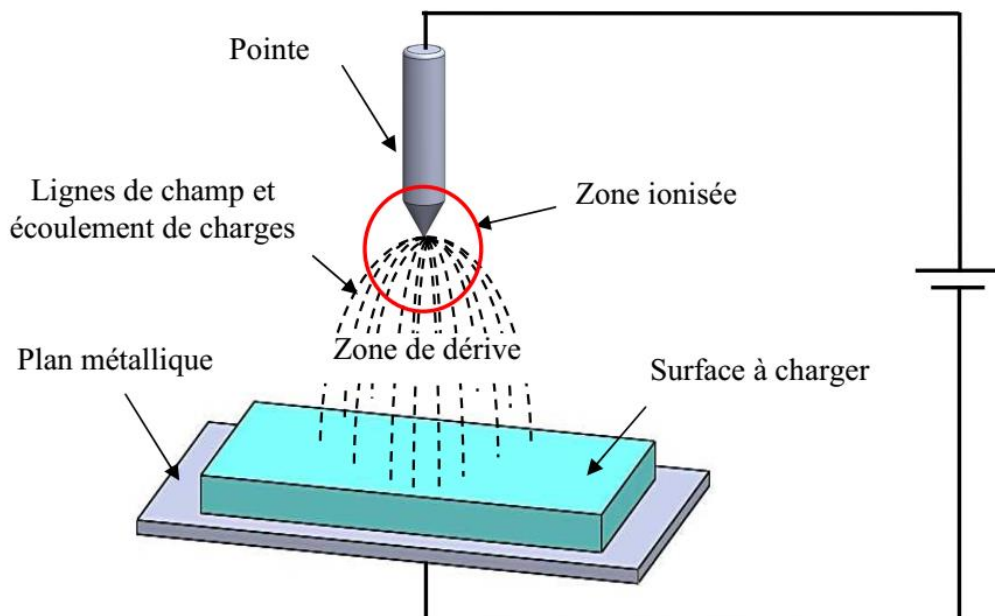


Fig 3: Décharge couronne dans une configuration pointe plan.

11.1. Décharge couronne positive

La décharge corona positive est un processus électrique et se produit lorsque l'électrode conique est portée à une tension positive et que la plaque est connectée à la terre. Dans ce cas, les électrons sont produits par photoionisations autour de la pointe où le champ est intense et ils sont accélérés vers l'électrode positive (l'électrode à petit rayon de courbure). Autour de celle-ci, une région de forte ionisation se développe. Les ions positifs ainsi formés sont repoussés par l'anode, sous l'influence des forces de Coulomb, jusqu'à une distance de la pointe (moins d'un millimètre) au-delà. Le champ électrique faible ne permet plus la formation d'ions positifs. Les ions positifs migrent donc vers la cathode (plaque). Il existe différents systèmes de drainage

corona. En augmentant la tension, la décharge couronne positive devient une décharge incandescente continue, cette décharge se transforme en claquage si la tension est trop élevée. Lorsque le champ électrique augmente.

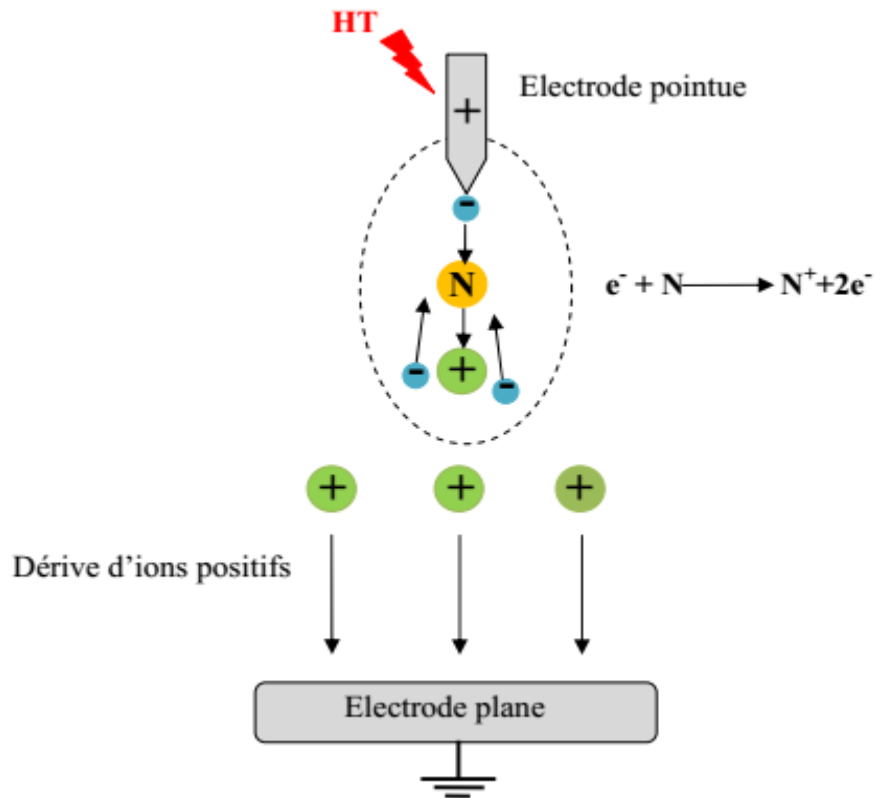


Fig 4: Description de la décharge couronne positive.

11.2. Décharge couronne négative

La décharge coronarienne négative est un processus électrique lorsque l'électrode conique est portée à une tension négative. Quelle que soit la polarité, il y a toujours création d'électrons. Dans ce cas, les ions positifs formés (dans la zone d'ionisation autour de la pointe) retournent rapidement vers l'électrode négative). Tandis que les ions négatifs sont repoussés par l'électrode sous tension vers la région où le champ est le plus faible (la région de dérive) et peuvent migrer vers la plaque reliée à la masse. En augmentant la tension, la décharge corona négative atteint le système d'impulsion Triche I avec une fréquence qui dépend du courant moyen. Ces impulsions sont régulières et sont dues au champ électrique qui s'atténue près de l'électrode négative. [7]

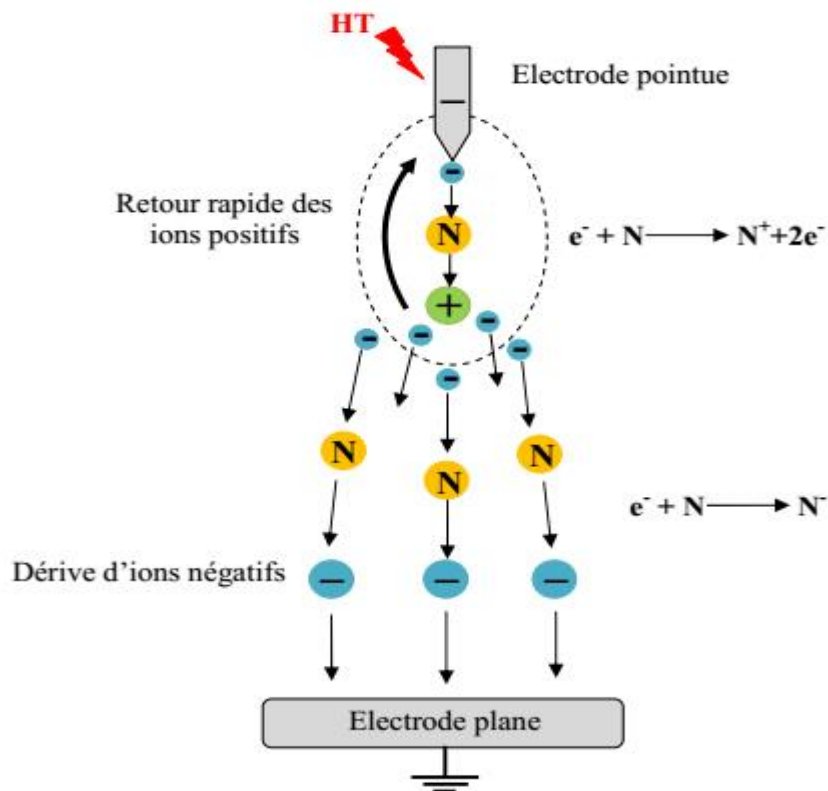


Fig 5 : Description de la décharge couronne négative.

12. Chargement par effet triboélectrique

Il existe de nombreuses manières et apparentes de réaliser le processus de charge des matériaux. La charge par l'effet du frottement électrostatique, ou frottement, est un phénomène apparent qui charge électriquement et se caractérise par le transfert de charges entre deux objets électriquement neutres après leur séparation après contact intime. C'est ce transfert de charge qui charge une substance positivement et l'autre négativement. Si un matériau a une faible conductivité, les charges générées le resteront après séparation et les nouveaux contacts auront pour effet de produire de nouveaux transferts de charges. Ce phénomène est affecté par de nombreux facteurs internes et externes qui auront un effet en cascade Directement sur l'efficacité du transfert de l'expédition, ce qui entraîne une différence dans son expédition. [7]

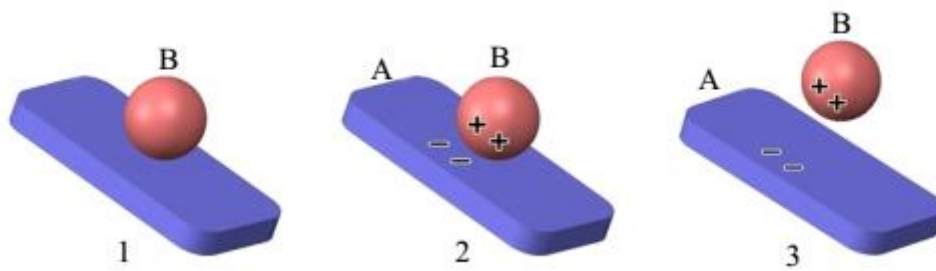


Fig 6 : L'échange de la charge électrique entre deux surfaces par effet triboélectrique : 1. Surface "A" et la particule "B" sont neutres ; 2. La surface A et la particule "B" sont en contact ; 3. Après la séparation, la surface "A" a la tendance de se charger négativement, et la particule "B" positivement

13. Procédés de séparation électrostatique d'un mélange de granules plastiques

Le processus de séparation des particules et des granulés est un processus délicat et sophistiqué. Par conséquent, les processus de séparation électrostatique sont déjà utilisés pour trier les matériaux granulaires mixtes émergents, et à partir de là, nous présentons cet exemple après la collecte et le tri des déchets, nous les broyons et il est mieux que ce soit un matériau isolant. Ainsi, le recyclage des déchets industriels ou ménagers nécessite la séparation des différents composants avant la valorisation du matériau obtenu. Cette séparation doit être la plus efficace possible pour obtenir une qualité significativement constante à partir du matériau obtenu. Il est donc possible d'établir et de pérenniser une filière aval pour valoriser ces matériaux. Par exemple, les matières plastiques récupérées des déchets domestiques ou industriels peuvent être réutilisées, avec une grande qualité. Nous devons également être en mesure de séparer et de récupérer des plastiques de différentes natures de manière efficace et automatisée, ce qui nous permet de préserver leurs propriétés et avantages et sans compromettre leur composition. [2]

14. Séparation électrostatique

Le processus de séparation de charge implique généralement l'introduction de particules de mélange tribo-chargées dans un séparateur de champ électrique, et déviées vers des électrodes à haute tension en fonction des forces de Coulomb agissant sur elles. La formation de l'électrode du champ électrique joue un rôle important dans le processus de séparation qui permet la séparation des granulés d'une manière technique avancée.

15. Installations de séparation électrostatique

Pour faciliter le processus de séparation, de nombreuses installations de séparation électrostatique ont été créées pour trier les matières plastiques et isolantes après les avoir triées et broyées pour obtenir des granulés. Son principe de fonctionnement est de charger des matériaux puis de les soumettre à un champ intense afin d'exploiter la force électrique pour les séparer. Par conséquent, ce processus nécessite souvent deux étapes : charge par frottement et séparation dans un champ électrique fort. Aide à la réussite du processus de séparation électrostatique. [10]

Conclusion

Ce chapitre est consacré à aborder le processus de recyclage des déchets, qui a pris une grande importance, puis nous avons fourni des informations générales sur les matériaux isolants solides largement présents dans les déchets domestiques et industriels. Ensuite, nous avons étudié le phénomène de charge lié aux matériaux et sa relation avec le phénomène de tribo électrique, qui est très complexe et mal expliqué, et l'approche expérimentale est nécessaire pour étudier les applications possibles dans le domaine de la séparation des matériaux granulaires en utilisant les forces de l'électricité. Des champs Nous avons tenté de consacrer une partie de ce chapitre à la description et à l'explication de nombreux processus et processus de charge électrique par friction.

Chapitre 2

Théorème du mouvement d'un séparateur

Introduction

Les forces qui affectent les molécules, et les granules sont exprimées par différentes électricités statiques qui conduisent à des phénomènes électriques au niveau de ces granules. Il existe plusieurs relations et lois qui peuvent être appliquées et bénéficier d'elles et de leurs résultats qui nous aident à séparer ces granulés et à les exploiter dans le processus de déchets. Les facteurs externes susceptibles d'influer sur l'issue de ce processus restent à prendre en compte.

1. Flux du champ électrostatique

On appelle flux élémentaire du vecteur champ électrique à travers la surface dS , la quantité scalaire positive ou négative définie par $d\Phi = \vec{E} d\vec{S}$: Le flux total à travers la surface S est :

$$\Phi = \iint_S \vec{E} d\vec{S}. \quad (2.1)$$

Calcul du champ $\vec{E}$ produit un fil infini

2. Théorème de gauss

Il permet de lier le flux du champ électrique à travers une surface fermée à la charge intérieure à cette surface. Pour déterminer le champ électrostatique $\vec{E}$ (M) créé par un fil rectiligne infini chargé (de densité linéique de charge) en tout point de l'espace (en dehors du fil) en appliquant le théorème de gauss, en déduire le potentiel électrostatique $V(M)$.

1^{ère} étape du calcul de champ électrostatique:

Détermination de la direction du champ électrostatique.

Se base essentiellement sur la détermination de

Plans de symétrie (π) de la distribution de charge.

Plans d'antisymétrie (π^*) de la distribution de charge

Principe de curie : lorsque certaines causes produisent certains effets, les éléments de symétrie des causes doivent se retrouver dans les effets produits.

C'est dire que d'après ce principe là les plans de symétrie et les plans antisymétriques rayonnent de la charge sont aussi des plans de symétrie, et de plans dans des cimenteries du champ électrostatique.

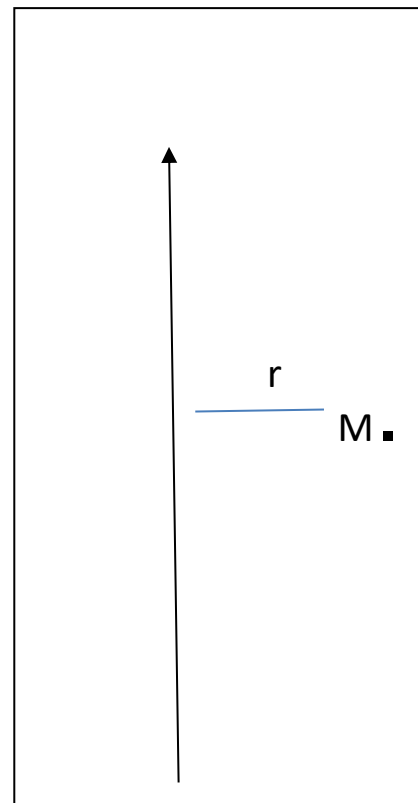


fig 7: effet du champ par M

Rapport

On dit que le plan (π) est un plan de symétrie du système étudié si toute charge q correspond à une charge identique symétrique par rapport à (π).

On dit que le plan (π^*) est un plan de antisymétrie du système étudié si toute charge q correspond lorsque la charge, et les convertit en charge opposée. Donc, si une distribution de charge admet un plan d'antisymétrie (π^*), alors le champ électrostatique (π^*) est perpendiculaire à ce plan si une distribution de charge admet plan de symétrie, alors le champ électrostatique ($\vec{E}$) est contenu dans ce plan.

3. Choix du système coordonnées

Le système de coordonnées choisi doit être adapté avec la distribution de charge qui est linéique mais invariante par translation le long de l'axe Z .

Ce sont, donc, les coordonnées cylindriques sont les plus adaptées.

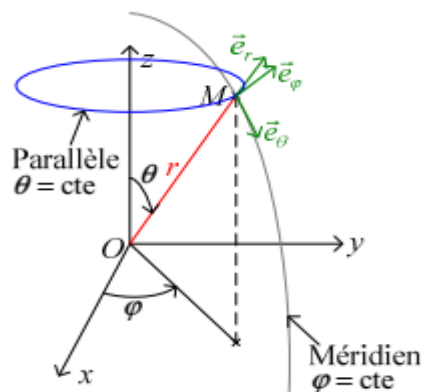


Fig 8: pratique théorème de Gauss au coordonnées cylindriques

4. Plans de symétrie ou antisymétrie le plan symétrie

Il y a un premier plan la 1 chose c'est qu'il faut que ce plan la passez par le point m , donc si je veux construire un plan de symétrie, la première chose à faire il faut que ce point la passez par le point m et qu'ils soient repères par deux vecteurs.

C'est comme cas que je vais de finir mes plans de symétrie dans le cas du fil infini le premier plan de symétrie c'est le plan binaire c'est un plan que passe par le point m et qui est repère par deux vecteurs.

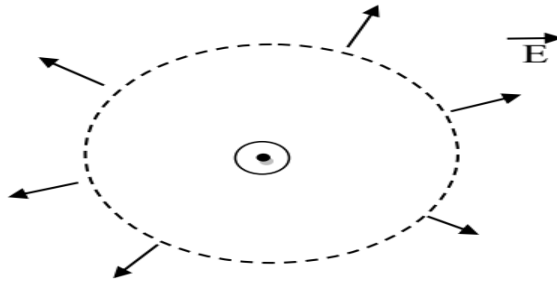


Fig 9: le champ électrique sortant E

C'est comme ça que je vais de finir mes plans de symétrie vecteur.

C'est comme ça que je vais de finir mes plans de symétrie ou bien mon plan de symétrie. Donc, dans le cas du fil infini le premier plan de symétrie, c'est le plan bien c'est un plan qui passe par le point m et qui est repéré pour le vecteur U et U c'est à dire c'est un plan qui forme l'un autre plan de symétrie maneton, il y a un autre plan de symétrie sur le plan (s) celui-ci passe par le point m mais il est repère pour le vecteur U et U. Le champ E appartient simultanément aux deux plans (S) et (s), il appartient à leur intersection, il est clair que le vecteur commun aux deux plans est le vecteur e, Donc le champ E est porté par U.

2^{ème} étape est la détermination de la dépendance de la norme de E Vis-à-vis des coordonnées (invariance); le champ E ne dépend pas de Z car la distribution de charge reste invariante par translation le long l'axe Z, le champ E ne dépend pas de θ car la distribution de charge reste invariante par rotation autour du fil, Finalement le champ E ne sera fonction que d'une seule coordonnée r (distance par rapport à l'axe) symétrie cylindrique : $E(M) = E(r)$.

3^{ème} étape : application du théorème de gauss. Le flux du champ électrostatique à travers toute surface fermée est égal à la charge contenue dans le volume délimité par la surface fermée, divisée par la primitive du vide D: est un vecteur surface dirige vers l'extérieur de la surface, la 1^{ère} choisit la.

Choix de la surface de gauss :

Les surfaces géométriques de symétrie de charge sont toujours les mêmes, quels sont critères pour choisir les surfaces de gauss !

1^{ère} Critère : il faut que la surface de gauss passe par le point M sur lequel, nous allons calculer le champ E,

2^{ème} critère : il faut que E et ds soient parallèles c'est-à-dire : $E \cdot ds = E ds$.

Ou bien on choisit une surface ou les vecteur E et des soient perpendiculaire.

3^{eme} Critère :il faut que la norme de E soit constante par rapport à cette surface de gauss pour la faire sortir d'intégrale double.

Nous avons donc 3sur face :

Surface planes (S1 et S2) et une surface la terra le (S1) représentées sur la figure perce d entre par les vecteur élémentaires sur de surface .

On applique le théorème de gauss:

$$\Phi(\vec{E}) = \oint \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{\varphi_{int}}{\epsilon_0} \quad (2.2)$$

Elles sont localisées sur le fil (non de hauteur infini e mais de hauteur h) a l'intérieur de la surface de gauss:

$$\lambda = \frac{dq}{dl} \quad \text{donc} \quad \lambda dl = dq \quad (2.3)$$

$$\varphi_{int} = \varphi = \int \lambda dl \quad \text{si} \quad \frac{\lambda h}{\epsilon_0} = E(r) 2\pi r h$$

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi r} \quad (2.4)$$

- ✓ Si λ est positive champ centrifuge
- ✓ Si λ est négative le champ centripète

Calcul du potentiel V :

$$\vec{E} = - \overrightarrow{grad} (V) = \begin{bmatrix} -\frac{\partial v}{\partial r} \\ -\frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \theta} \\ -\frac{\partial v}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_r \\ E_\theta \\ E_z \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Identification Avec :

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi r} ; \quad -\frac{\partial v}{\partial r} = \frac{\lambda}{2\pi r} \Rightarrow V(r) = \frac{h}{2\pi\epsilon_0} \ln(r) + \text{cte} \quad (2.6)$$

5. Forces aérodynamiques et électrostatiques

Le transport, le stockage, les mélanges, l'écoulement, la densification des matériaux pulvérulents sont influencés par les forces inter particulaires qui prennent naissance lors de la friction ou du simple contact. Trois types de forces s'exercent sur les matériaux granulaires :

- A. Les forces de la pesanteur
- B. Les forces de London-Van der Waals
- C. Les forces électrostatiques.

a. FORCES DE LA PESANTEUR

Le poids d'un corps de masse m s'exprime par :

$$P = mg \quad (2.7)$$

Avec $g=9.81 \text{ m/s}^2$

Aux forces de la pesanteur s'opposent des forces inter particulaires. Elles sont différentes pour des particules chargées d'électricité statique ou électriquement neutres.

b. FORCES DE LONDON –VAN DER WAALS

Il s'agit de forces attractives. Si on considère deux atomes distants de r , la force d'interaction F [N] entre moments dipolaires instantanés s'écrit. [2]

$$F = - \frac{\alpha^2}{r^7} \frac{4}{3} \frac{hc}{\lambda_t} \quad (2.8)$$

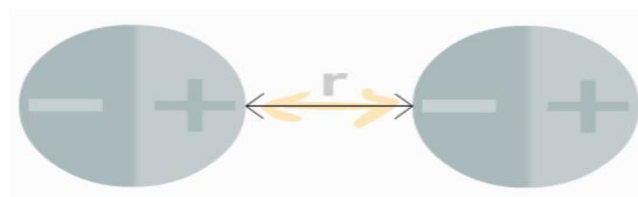


Fig 10: force d'interaction entre moments dipolaires

Montre la force d'interaction entre deux sphères matérielles : c'est la somme de toutes les forces d'interaction de London-Van der Waals relatives aux paires constituées d'un atome dans chaque sphère. [4]

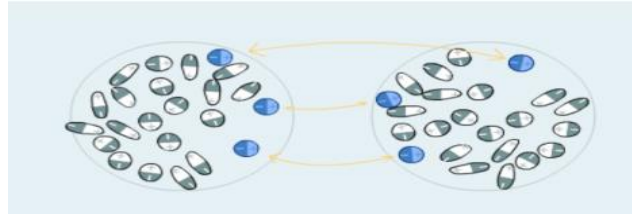


Fig 11: la force d'interaction entre deux sphères d'un atome

Le calcul réalisé par pour 2 sphères identiques de rayon R séparés de r (distance centre à centre) et baignant dans le vide conduit à :

$$F_A = -\frac{A}{6(r-2R)} \left(\frac{2R^2}{r^2-4R^2} + \frac{2R^2}{r^2} + \ln \frac{r^2-4R^2}{r^2} \right) \quad (2.9)$$

Où A est la constante de *Hamaker*.

Les forces de Van der Waals ne sont significatives (pour le processus d'agrégation) que si la distance inter-particule ($r-2R$) est inférieure à 100 nm ; l'équation donnée par Hamaker est donc suffisante.

c. FORCES DE COULOMB

Charles-Augustin Coulomb découvre expérimentalement l'expression de la force électrique que s'exercent deux charges électriques immobiles disposées sur des sphères. Coulomb réalise que le module de la force électrique dépend des paramètres suivants :

- La force électrique est proportionnelle au produit des deux charges q_1 et q_2 en attraction ou en répulsion.
- La force électrique est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux charges $1/r^2$.
- La force électrique est proportionnelle à une constante k afin d'évaluer la force électrique en newton.

Voici l'expression scalaire de la loi de Coulomb en électrostatique:

$$F_e = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \quad (2.10)$$

Où :

F_e : Force électrique en newton (N) ;

q_1 : première charge qui applique la force électrique sur la deuxième charge en coulomb

q_2 : deuxième Charge qui applique la force électrique sur la première charge en coulomb

r : distance entre les deux charges ponctuelles en mètre (m) :

k : Constante de la loi de Coulomb

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \quad (2.11)$$

ϵ_0 : permittivité du vide.

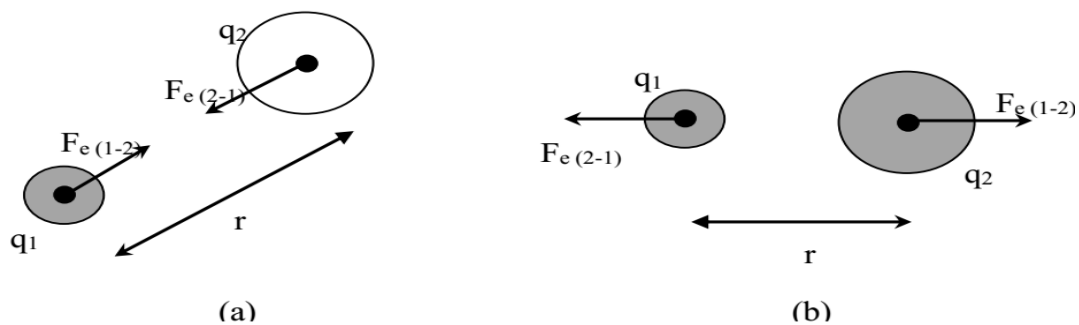


Fig 12: Force électrique entre deux charges ponctuelles

6. Analyse forces aerodynamiques

Afin de bien étudier les mouvements des particules dans les procédés de chargement triboélectrique, une bonne connaissance des forces aérodynamiques agissant sur ces particules s'impose.[2]

Le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique a lieu sous l'action de la force suivante :

$$F_i = F_{el}(Q, E_0, x) \pm F_a - F_g \quad (2.12)$$

Où :

F_i : la force d'inertie

F_{el} : la force exercée par un champ électrique uniforme d'intensité E_0 sur une particule chargée, de charge Q , située à une distance x de l'électrode.

F_a : la force aérodynamique et F_g la force gravitationnelle.

La force d'inertie F_i s'exprime par la $F_i = W(\rho_s - K_\rho) \frac{dv}{dt}$ relation :

v : La vitesse de particule

La force aérodynamique $F_a = \frac{C_d \pi R^2 \rho v_r^2}{2}$ s'écrit :

La force de frottement avec l'air est dépendante de la vitesse, cette dépendance peut être très compliquée. Seuls des cas simples peuvent être traités analytiquement.

7. Etude du mouvement rectiligne régulier et mouvement coquille

La nature du mouvement sur l'axe (ox):

Mouvement rectiligne régulier :

$\vec{A}_V = 0$, $F = 0$ Y compris le principe d'inertie est réalisé, c'est-à-dire que le corps n'est affecté par aucune force sur l'axe (ox).

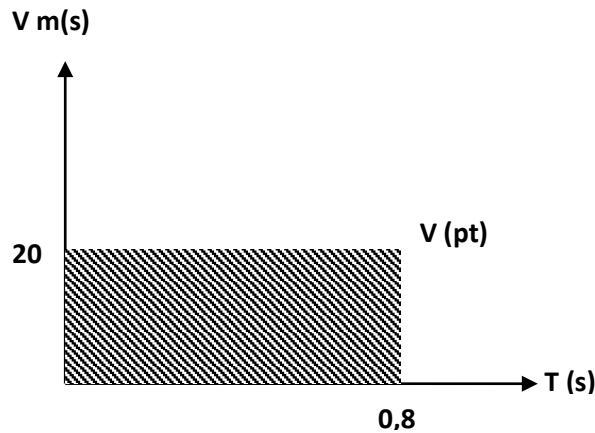
Etude du mouvement sur l'axe (oy) :

On note la distance entre deux positions successives contradictoires pendant des domaines temporels égaux et à partir de là la vitesse contradictoire.

En phase ascendante : la nature du mouvement sur l'axe (oy) est un mouvement rectiligne ralenti.

- En phase descendante : on constate que la distance entre deux positions successives augmente pendant des domaines temporels égaux, et à partir de là la vitesse augmente.
- La nature du mouvement sur l'axe (oy) lors de la phase de descente est un mouvement rectiligne accéléré.

Diagramme des vitesses sur l'axe (ox)



$$R = mg \cos \alpha + mg \frac{r \cos \alpha}{r} \quad (2.13)$$

$$V_m^2 = 2gr \cos \alpha \quad (2.14)$$

$$R = mg \cos(\alpha) + 2gm \cos(\alpha) \quad (2.15)$$

$$R = 3mg \cos(\alpha) \quad (2.16)$$

premier cas:

Idée 4:

$$\vec{R} \begin{cases} R_n = 0 \\ R_t = 0 \end{cases}$$

$$\vec{P} \begin{cases} P_n = P \cos \alpha \\ P_t = \end{cases}$$

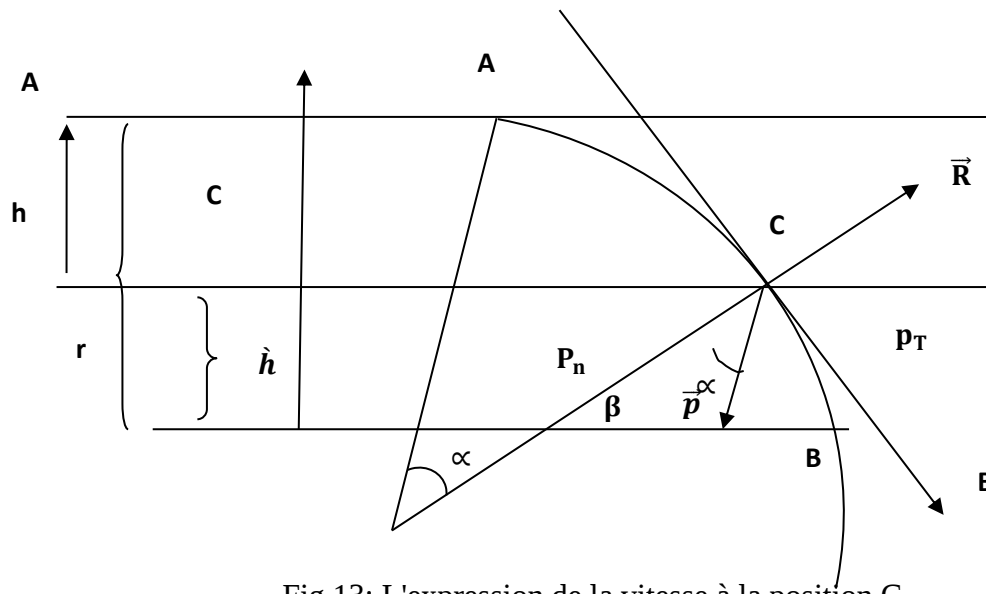


Fig 13: L'expression de la vitesse à la position C

Utilisation de la loi d'énergie de Hafs entre

$$r = h + \hat{h}$$

$$h = r - \hat{h}$$

$$\hat{h} = r \cos(\alpha) \quad (2.17)$$

$\hat{h}$ est adjacent à l'angle α

$$h = r - r \cos(\alpha) \quad (2.18)$$

Pour l'angle β

$$E_{cA} + \omega(\vec{p}) - 0 = E_c \quad (2.19)$$

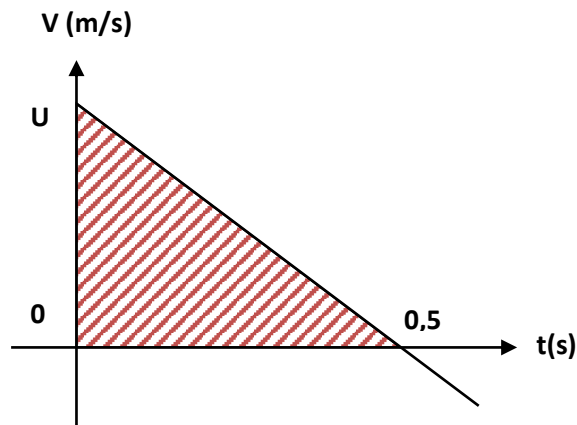
Dans le cas $V_u \neq 0$

Calculer la portée:

Définition de la portée : est la distance horizontale maximale du moves du point de départ à la position de chute.

Calcul de la portée : C'est le calcul de la distance de la figure dans le diagramme des vitesses U_x

Diagramme de vitesse sur l'essieu (oy):



Nous calculons à partir de la hauteur (pic) H , la hauteur maximale que le corps peut atteindre, qui est la hauteur de l'aire du triangle.

Calculer la vitesse angulaire initiale:

$$\text{Triangle rectangle : } V_o = \sqrt{V_{ox}^0 + V_{oy}^2}$$

Dans le cas de l'angle α

$$\cos \alpha = \frac{V_{ox}}{V_o} \rightarrow V_o = \frac{V_{ox}}{\cos \alpha} \quad (2.20)$$

$$\sin \alpha = \frac{V_{oy}}{V_o} \rightarrow \quad (2.21)$$

$$V_o = \frac{V_{oy}}{\sin \alpha} \quad (2.22)$$

Apparence énergie statique.

8. L'étude du mouvement circulaire uniforme

Définition : C'est un mouvement circulaire avec une vitesse constante d'intensité constante et un changement de direction à chaque instant.

Propriétés:

- 1) Trajectories' : circulars
- 2) Le faisceau de vitesse N a quatre caractéristiques

1. Principe
2. Travailleur
3. le côté
4. intensité

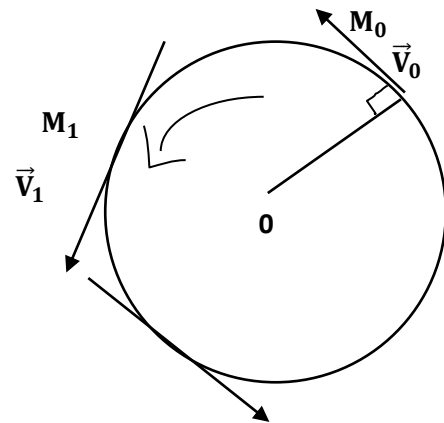


fig 14: mouvement circulaire uniforme

Deuxième loi de Newton: $\sum F = \overline{ma}$

_Rôle : T est une deuxième (S) unite

$$P \begin{cases} P_t = P \sin \alpha \\ P_n = +P \cos \alpha \end{cases}$$

$$a_n \begin{cases} a_n = \frac{v^2}{r} \\ a_t = \frac{dv}{dt} \end{cases}$$

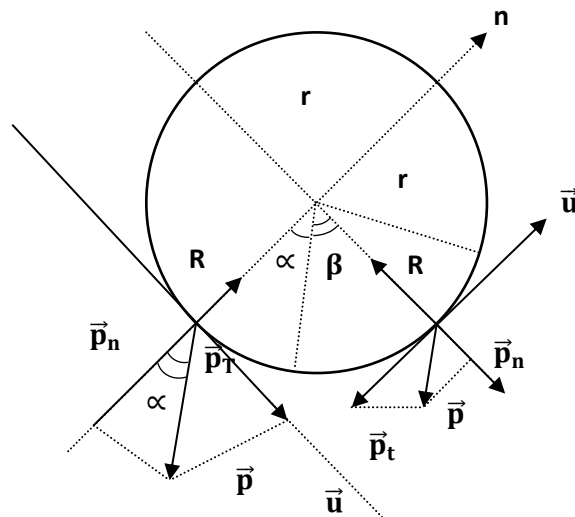


Fig 15: pratique mouvement circulaire uniforme

(loi de Newton)

Calculer l'expression de la vitesse pour le mode $(U_M)M$

En utilisant le principe de basse énergie entre les positions **A** et **M** et en considérant le système comme un corps :

$$h = r \cos \alpha \quad (2.23)$$

En utilisant le principe de l'énergie décroissante entre deux positions et en considérant la phrase comme un corps,

on trouve:

$$E_{cA} + \omega(\vec{P}) \quad (2.24)$$

$$E_{cA} + \omega(P) + 0 = E_{cM} \quad (2.25)$$

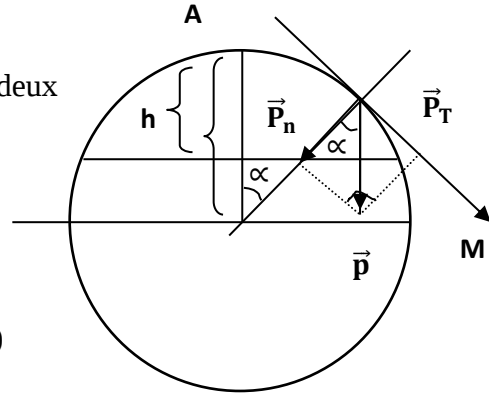


Fig16: l'énergie décroissante entre deux positions

et à partir de là:

$$mgr \cos \alpha = \frac{1}{2} m V_m^2 \quad (2.26)$$

$$V_m^2 = 2gr \cos(\alpha) \quad (2.27)$$

cellar signifie que:

$$V_m = \sqrt{2gr \cos(\alpha)} \quad (2.28)$$

b = expression R réaction de la surface circulaire sur le corps:

En appliquant la deuxième loi de Newton au centre d'inertie du corps à la surface de la Terre, que nous considérons galiléen:

$$\sum F_{ext} = m \vec{a}_g \quad (2.29)$$

$$\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}_G \quad (2.30)$$

La force de réaction portée sur l'accumulateur est R +:

En laissant tomber la force sur le support sur l'accélérateur:

$$\vec{R} \begin{cases} R_n = +R \\ R_T = 0 \end{cases} \quad (2.31)$$

$$P \cos(\alpha) + R = m a_n \quad (2.32)$$

$$a = \begin{cases} a_m = \frac{v^2}{R} \\ a_T = \frac{dv}{dt} \end{cases} \quad \text{où} \quad a_n = \frac{v_m^2}{R} \quad (2.33)$$

$$R = P \cos(\alpha) + m \frac{v_m^2}{R} \quad (2.34)$$

Vecteur du champ électrostatique créé par un sphère charge en sur force Théorèmes de gauss sous forme intégrale :

_Une sphère C_2 do'xe

_Le potentiel électrostatique (sphère creuse)

Théorème de gauss on 'a':

La relation entre le $\vec{E}$ et le V

$$\begin{cases} \vec{E} = -\overrightarrow{grad} V \\ \text{les mvariance} \\ E(n) \end{cases}$$

et p comment le $\vec{E}$ ne de pond de n

$E(M)$

$$\vec{E} = -\left(\frac{av}{an}\right) - \vec{e}_M \quad (2.35)$$

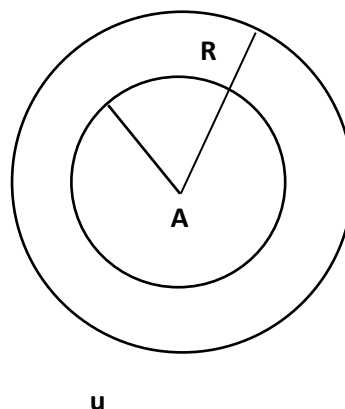


Fig17: sphère charge en sur force Théorèmes de gauss

Principe : est le point expressif Stand : est la tangente en ce point de la trajectoire circulaire à chaque instant la direction : la direction du mouvement L'intensité est constante à chaque instant accélération :

Il utilise le paramètre de Phryné : il est constitué de deux axes perpendiculaires, le premier tangentiel et le second angulaire en direction du centre et se déplaçant avec le corps accélération rythmique $\vec{a}_N$

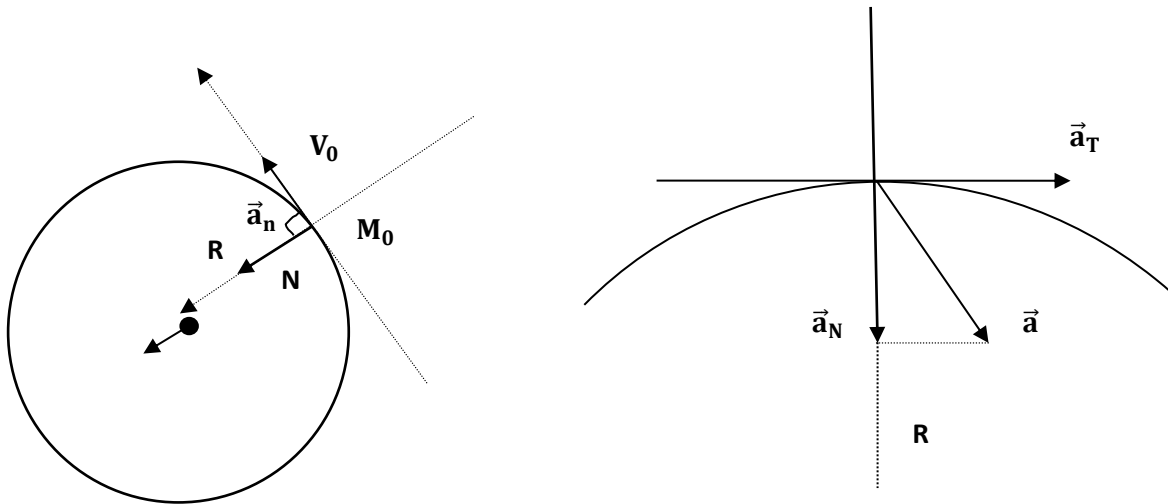


Fig18: la direction du mouvement L'intensité est constante à chaque instant accélération:

$$\vec{a} = a_n + \vec{a}_T \quad (2.36)$$

$$\begin{cases} a_n = \frac{v^2}{R} \\ a_T = \frac{dv}{dt} = 0 \end{cases} \quad (2.37)$$

$$V = \text{une seconde} \rightarrow dv = 0 \quad a_T = 0$$

Le mouvement circulaire uniforme a-t-il une accélération ?

$$\text{Oui : c'est une diarrhée } a_N = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{1}{2} m V_A^2 + mg h = \frac{1}{2} m V_C^2 \quad (2.38)$$

$$V_a^2 + 2gr (1 - \cos \alpha) = V_c^2 \quad (2.39)$$

$$V_c^2 = V_A^2 + 2gr (1 - \cos \alpha) \quad (2.40)$$

$$V_c = \sqrt{V_A^2 + 2gr (1 - \cos \alpha)} \quad (2.41)$$

Dans le cas : $V_A = 0 \rightarrow V_c = \sqrt{2gr (1 - \cos \alpha)}$

Trouvez une expression (R) $\rightarrow$ Application de la deuxième loi Newton:

$$\sum F_{\text{ext}} = m\vec{a}_G \quad (2.42)$$

$$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_G \quad (2.43)$$

Projection sur le dormeur

$$+P \cos(\alpha) - R = m \frac{V_c^2}{r} \quad (2.44)$$

$$R = mg \cos(\alpha) - \frac{m}{r} (V_A^2 - 2gr (1 - \cos \alpha)) \quad (2.45)$$

$$R = mg \cos(\alpha) - \frac{m}{r} V_A^2 - 2gm + 2gm \cos(\alpha) \quad (2.46)$$

$$R = 3mg \cos(\alpha) - m \left(\frac{V_A^2}{r} - 2gm \right) \quad (2.47)$$

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les différentes forces affectant le mouvement des molécules et des granules dans l'électricité statique où nous avons abordé les différents facteurs impliqués dans le processus de charge de ces molécules.

Chapitre 3

Trajection particulière d'un séparateur

Introduction

Dans cette étude, nous discutons de la façon de trier les maturités et le support trouvés dans le support électrostatique acide de forme convoyeur a bond, il faut contrôler le degré, en particulier l'humidité, la température et le fond du convoyeur a bond, le cri et les dimensions des électrodes de la taille des matériaux séparés et la l'intensité du courant électrique appliqué à l'électrode.

1. Analyse des trajectoires des particules dans le séparateur électrostatique convoyeur à bandes tournantes

Nous effectuons une analyse théorique non statique dans ce chapitre et cela améliore le modèle mathématique des voies de particules de Damas, qui est une croissance importante du séparateur électrostatique.

1.1 Équation de mouvement

Le mouvement d'une particule en contact avec l'électrode fil plan tournante d'un séparateur X:

$$X = X_0 + R_c \sin \left[\frac{2\pi n}{60} (t - t_0) \right] \quad (3.1)$$

$$Y = Y_0 + R_c \cos \left[\frac{2\pi n}{60} (t - t_0) \right] \quad (3.2)$$

À t_0 le moment la particule est déposée sur la surface du cylindre, on prend les coordonnées $X=X_0$, $Y=Y_0+R_c$: est R_c le rayon du cylindre ; $X_0=Y_0$ coordonnées du cylindre et " n ". Vitesse de rotation du convoyeur à bandes en trémie en arrivée dans la zone de champ électrique intense, la particule est soumise aux forces suivantes :

- force électrique F_e
- force image électrique F_i
- force centrifuge F_c
- force de la pesanteur F_g

La force du champ électrique, soit le sens de la normale extérieure à la surface de l'électrode cylindrique tournante (pour les particules conductrices chargées par contacte), soit le sens de la normale intérieure la même surface (pour les particules isolantes chargées en champ ionisé).

La force image électrique est toujours orientée vers l'axe de l'électrode reliée à la terre, tandis que la force centrifuge tend à détacher la particule de la surface du cylindre tournant, le décollement se produit lorsque la résultante des forces électrique et mécaniques sur la direction radiale est nulle et, en négligeant la force aérodynamique. Le mouvement de la particule est décrit par les équations.

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F_{ex} \quad (3.3)$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = F_{ey} - mg \quad (3.4)$$

Avec les conditions initiales :

$$\frac{dx}{dt}(0) = V_0 \cos \beta \quad (3.5)$$

$$\frac{dy}{dt}(0) = V_0 \sin \beta \quad (3.6)$$

$$X(0) = R_c \sin(\beta + X_0) \quad (3.7)$$

$$Y(0) = R \cos(\beta + Y_0) \quad (3.8)$$

Ou m masse de la particule, β . angle de décollement, particule l'ars du décollement de la surface du cylindre:

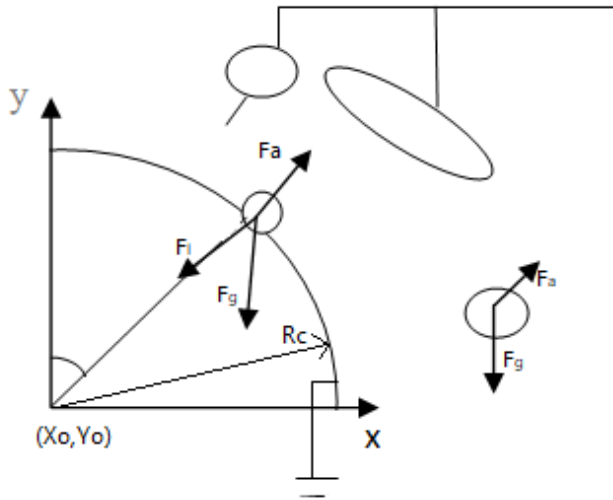


Fig 19: force électrique qui agissent sur une particule charge contact avec l'électrode fil plan.

1.2 Analyses des trajectoires des particule conductrice :

La condition des trajectoire des particules conductrice s'exprime par l'équation:

$$-F_q - F_c = 0 \quad I + F_g \cos B = F \quad (3.9)$$

d'au l'angle de d décollement B:

$$B = \cos^{-1} \frac{(F_i + F_q - F_c)}{F_g} = \cos^{-1} \frac{F_c + F_{el}}{F_g} \quad (3.10)$$

Avec $F_{el} = F_q + F_i$ qui sexer out sur une particule sthénique de rayon R sont exprimées par les formule suiveuse.

$$F_q = QmE^2 \quad (3.11)$$

$$F_i = \frac{Qm}{4\pi\epsilon_0(2R)^2} \quad (3.12)$$

Pour le particule conduction ci ce sphérique la force résultante F_{el} est donnée par la formule :

$$F_{el} = 0.832QmE \quad (3.13)$$

Ou $Qm = 2\frac{2\pi^3}{3} \epsilon_0 R^2 E$ est la change de la particule condectnice en coutacte avec l'èlectnode en champ uni forme d'intensité E. la rolation (3.13)devieue

$$F_{el} = 17.2 \epsilon_0 R^2 E^2 \quad (3.14)$$

Cette valeur est plus grande que ($F_q; F_i$) d'une particule sphérique de cuivre ($\rho = 8900 \text{ Kg/m}^3$) de rayon $R = 0.5 \text{ mm}$, est $B_1 = 63.5^\circ$ $B_2 = 59.6^\circ$

On considère que l'intensité du champ $E = 5 \text{ KV/cm}$ et que l'électrode fil-plan de rayon $R_c = 75 \text{ mm}$ fixe d'une vitesse $n_1 = 60 \text{ tr/min}$ si on augmente la l du cylindre.

Parce que : 100 tr/min on obtient $B_1 = 47.4^\circ$ et $B_2 = 42.4^\circ$

Dans les calculs similaires, pour une particule conductrice de forme cylindrique posée horizontalement sur l'électrode.

Donnent :

$$F_{el} = 0.715 Q_m E = 0.715 (2 \epsilon_0 R L E^2) \quad (3.15)$$

Et pour le cylindre posé verticalement sur l'électrode

$$F_{el} = \frac{L n \left(\frac{L}{R} \right) - 0.5}{L n \left(\frac{2L}{R} \right) - 1} \quad (3.16)$$

$$m E = \epsilon \pi 0 L^2 \frac{L n \left(\frac{L}{R} \right) - 0.5}{[L n \left(\frac{2L}{R} \right) - 1]^2} E^2 Q \quad (3.17)$$

Où R et L sont le rayon et longueur de la particule cylindrique dans la relation (3.15) le cylindre et fil.

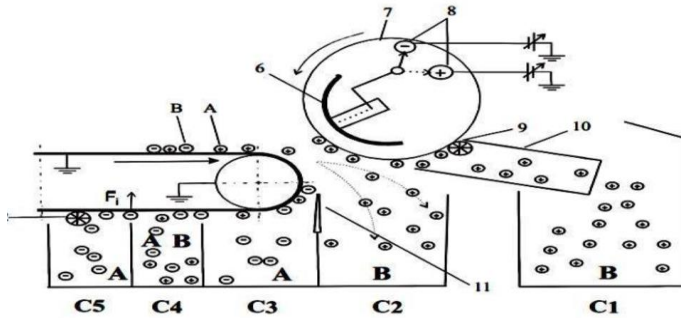


Fig 20: Forces électriques et mécaniques agissant sur une particule isolante posée sur un lèche clinique par fil tournant [7].

2. Analyse des trajectoires de particule isolante

Le fonctionnement de séparation électrostatique à électrode cylindrique tourne dans le sens de la séparation de déchets plastiques chargés pour la triboélectricité restent sur la surface du cylindre jusqu'à la brosse. On applique la 2^{ème} loi de Newton :

$$\sum F_t = 0 \quad (3.18)$$

F_t = force totale

$$F_i + F_q + F_g \cos \beta - F_c \quad (3.19)$$

La valeur de l'angle de détachement est donnée :

$$\beta = \arccos \frac{(F_c - F_q - F_i)}{F_g} \quad (3.20)$$

$$\text{Sion } F_{el} = F_i + F_q \quad (3.21)$$

Dès que la particule quitte l'étape de la tribu électrique. La charge décroît cause du contact entre la particule et électrode cylindrique reliée à la terre. L'évolution de la charge est donnée par l'équation :

$$q = q_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau_d}\right) \quad (3.22)$$

$d\tau$ = durée de temps de la tribu électrique Ou q

Est la charge acquise pour la particule en sortant de la tribu électrique?

3. Séparation triboélectrostatique des mélanges granulaires isolants

La séparation triboélectrostatique est une technique écologique peu coûteuse, qui a le potentiel de prendre une plus grande importance dans le recyclage des polymères. Montre un organigramme qui représente les trois étapes nécessaires au processus de séparation des plastiques : *Prétraitement*, *Chargement* et *Séparation*. Pour être séparés, les déchets plastiques sont généralement écrasés et criblés à la taille appropriée, les particules du mélange sont chargées par effet triboélectrique, qui est la génération de charges sur la surface des matériaux granulaires isolants en contact les uns avec les autres et les parois du dispositif de chargement. Les granules, chargées différemment lors du contact, sont introduits et séparés dans un champ électrique dépendamment le signe et le niveau de la charge qu'elles portent, et puis collectés.[7]

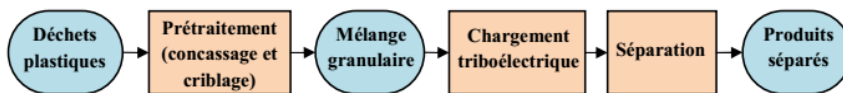


Fig 21: Organigramme de la séparation triboélectrostatique pour les déchets plastiques

4. Séparateur triboélectrique à tapis roulant

Le schéma de la figure 22 explique le fonctionnement d'un séparateur triboélectrique à tapis roulant TBS (Tribocharged Belt Séparateur). Les particules sont tribo-électrisées par un dispositif de chargement statique, puis elles tombent sur un tapis roulant qui les transportent vers la zone de séparation.

La séparation est réalisée par une électrode haute tension qui attire les particules d'une polarité et repousse les particules de polarité opposée, grâce aux forces électriques de Coulomb:

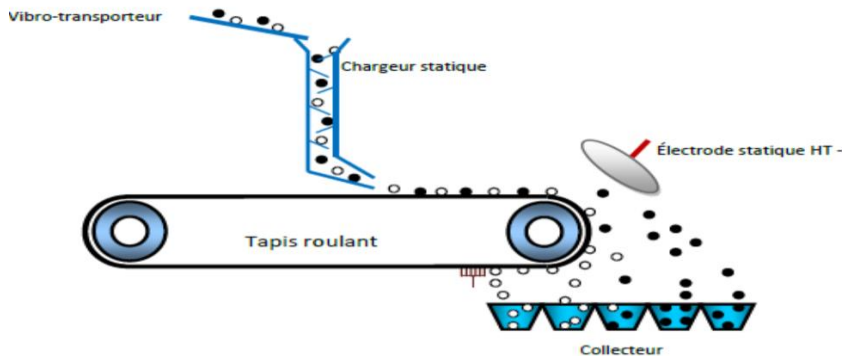


Fig 22: Séparateur triboélectrique a tapis roulant

5. Séparateur triboélectrique a chute libre

Le séparateur électrostatique à chute libre STECL présenté sur l'a été conçu pour la recherche fondamentale et applicative dans le domaine de la tribo électrisation, de la séparation des matériaux granulaires plastiques et de la purification des minerais. Le mélange granulaire est préalablement chargé par un des différents de chargement triboélectrique. Il est ensuite introduit dans la partie haute du STECL, sa chute libre l'entraîne dans une zone inter électrodes où le champ électrique est intense. Les particules chargées sont alors déviées dans leur chute, elles sont attirées par 'électrode désigne opposer à leur charge acquise. [12]

6. Séparateurs industriels

Hamos GmbH est un leader mondial dans le domaine de la séparation électrostatique des matériaux granulaires. Son séparateur EKS est largement utilisé dans l'industrie du recyclage. Le mélange de plastiques est introduit par un convoyeur vibrant dans l'unité de charge triboélectrique. Le mélange de granules de plastiques chargés passe par un champ électrique intense où est réalisée la séparation électrostatique. Les particules chargées positivement sont attirées par une électrode négative, tandis que les particules chargées négativement ne sont pas attirées. Il est possible de séparer toutes sortes de mélanges plastiques-, moyennant quelques modifications mineures de l'unité de chargement et de la position de la plaque de séparation. [13]

Conclusion

Contrôle optimal de la conception de la poursuite d'un modèle mathématique à travers ses équations, son contrôle et les techniques environnantes .La séparation électrostatique qui est en daim son concept est maintenue. Ayant besoin d'un modèle de sang mat d'un séparateur électrostatique pour notre étude, les exploite exploitent un modèle mathématique résultant d'une expérience de prune créée dans une œuvre centrale .

Chapitre 4

Simulation de trajection d'une séparation électrostatique

Introduction

Dans ce chapitre, nous avons discuté de l'analyse mathématique en utilisant les étudiants pour analyser le mouvement de la charge dans l'intervalle électrique, où nous avons sélectionné des résultats expérimentaux et formulé une analyse mathématique des étudiants pour analyser les coordonnées de la chute d'une charge au cours de la séparation afin de déterminer le générateur de la charge négative dans un fil de haut diamètre, et une courbure basse et le cylindre de bande transporteuse, qui est le pôle de référence. Nous avons mené une étude analytique pour surveiller l'impact de la vitesse sur le mouvement d'une charge chargée dans l'air-tribo, et son effet sur la mesure dans laquelle la charge a été lâchée dans un champ électrique à une vitesse initiale. Nous avons choisi de changer l'intensité du courant électrique sur les coordonnées de projection.

1. Étape de charge:

Le processus de chargement dépend de l'utilisation de l'air et du frottement efficace, qui forme ce dernier, une vitesse élevée pour les particules à charger à l'intérieur du cylindre sous la forme d'un vortex, et cela est dû au mouvement de l'air et à la surface rugueuse du cylindre de friction.

Articles d'expédition, On utilise l'air et la rotation pour produire un vortex interne efficace pour soumettre les charges électriques par frottement à différentes vitesses et avec un grand nombre de particulaire.

Nom d'isolant	Rapport de la charge [nC/J]	Charge acquise si frotté avec du métal (F : faible, N : normal)
Polyuréthane solide	+55	+N
Polystyrène	-85	-N
Verre	+25	+N
PVC (vinyle rigide)	-100	-N

2. Étape de separation:

Convoyeur a bond et fill-plan L'étape de séparation est réalisée à l'aide du convoyeur a bond. Et en utilisant la fill-plan L'intensité du courant appliqué dans le fil électrique dépend de plusieurs facteurs fondamentaux, notamment : la température et l'humidité.

En faisant passer un courant électrique haute tension dans un fil électrique, ces éléments de base doivent être pris en compte:

- ✓ Longueur de fil
- ✓ Diamètre du filetage

Il faut utiliser un fil électrique qui a une très faible résistance (or, argent, chrome) et pour contrôler l'intensité du champ magnétique, on diminue ou on augmente le diamètre du fil électrique, au fur et à mesure que le diamètre diminue, le champ magnétique champ augmente.

Nous Avons fait une étude d'échantillons qui ont été soumis au processus de pré-chargeement en laboratoire par le chercheur [14], où nous les avons analysés mathématiquement L'étape de compensation de la charge électrique avec un champ électrique à haute tension et uniforme.

3. Influence de la vitesse du tapis

Nous avons effectué une simulation mathématique d'un programme de simulation sur l'effet de la vitesse du tapis sur le comportement des particules sur deux types de particules. Les deux particules ont une charge Masse $\pm 10\text{nC/g}$.

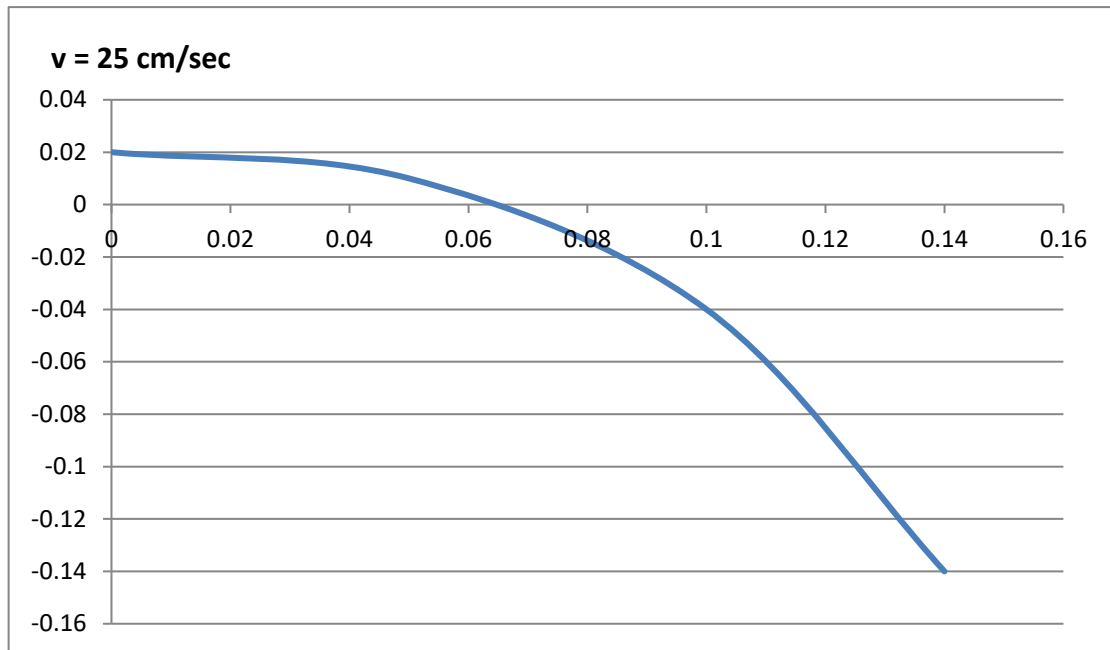


Fig23 : Influence de la vitesse du tapis sur les particules chargées négativement

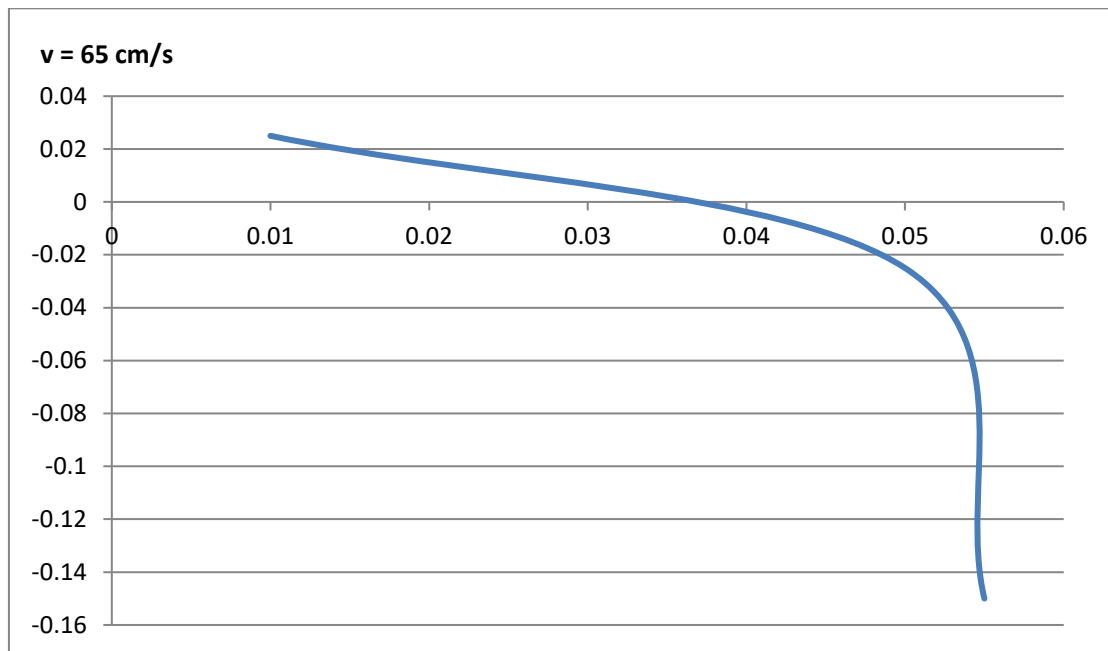


Fig 24: Influence de la vitesse du tapis sur les particules chargées positivement

Les résultats de la simulation sont présentés sur la figure 23 et la figure 24 montre un comportement caractéristique des particules par une charge massique suffisamment élevée (de l'ordre de -13nC/g). Lors de l'analyse de la simulation, la vitesse transversale de la bande $v = 25\text{ cm/sec}$ apparaît. Déposez la particule à une distance de 13 cm . Les distances sont de 18 cm .

Ils sont obtenus respectivement à une vitesse de $v = 65\text{ cm/s}$. En conséquence, à partir des résultats de la simulation, on peut dire que l'augmentation de la vitesse détermine la distance horizontale parcourue par particule. Le tapis est pour $3,2\text{ cm}$. Le résultat des simulations présentées sur la figure 24 nous est montré, Le comportement d'une particule chargée positivement obtenue avec une valeur différente Vitesse transversale de la bande transporteuse. Résultats de la simulation Montrer que la distance horizontale de l'ordre 14 cm , et 6 cm successivement associés à l'application de vitesses allant jusqu'à 25 cm/s , $v = 65\text{ cm/s}$. Dans la simulation. Les résultats de cette simulation indiquent que la variance de la vitesse du tapis roulant s'accompagne d'une différence de vitesse. La particule et la direction de cette vitesse au point de séparation. Conséquences. Cette simulation nous montre que l'application de la vitesse $v = 21\text{ cm/s}$ provoque la séparation de la particule selon un angle $\alpha = 111,60^\circ$. Même visage Il nous montre que l'augmentation de la vitesse de $v = 63\text{ cm/s}$ est égale à Elle s'accompagne d'une diminution de l'angle de $\alpha = 72^\circ$ à $\alpha = 13,94^\circ$.

En pratique, la grande dispersion facilite la sélection des bandes particule fine. Pour réduire les interférences entre deux produits de chargement L'opposé de la sélection de vitesse doit garantir que la particule est séparée à des angles supérieurs à 90 degrés.

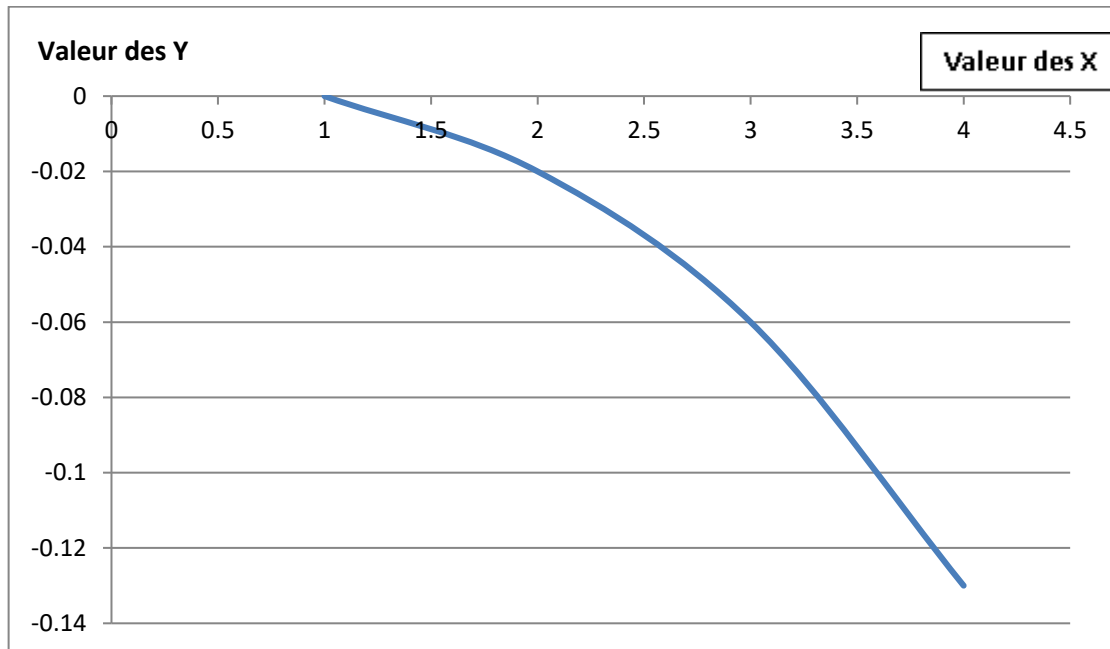


Fig 25 : Influence de la valeur de la haute tension appliquée à l'électrode statique

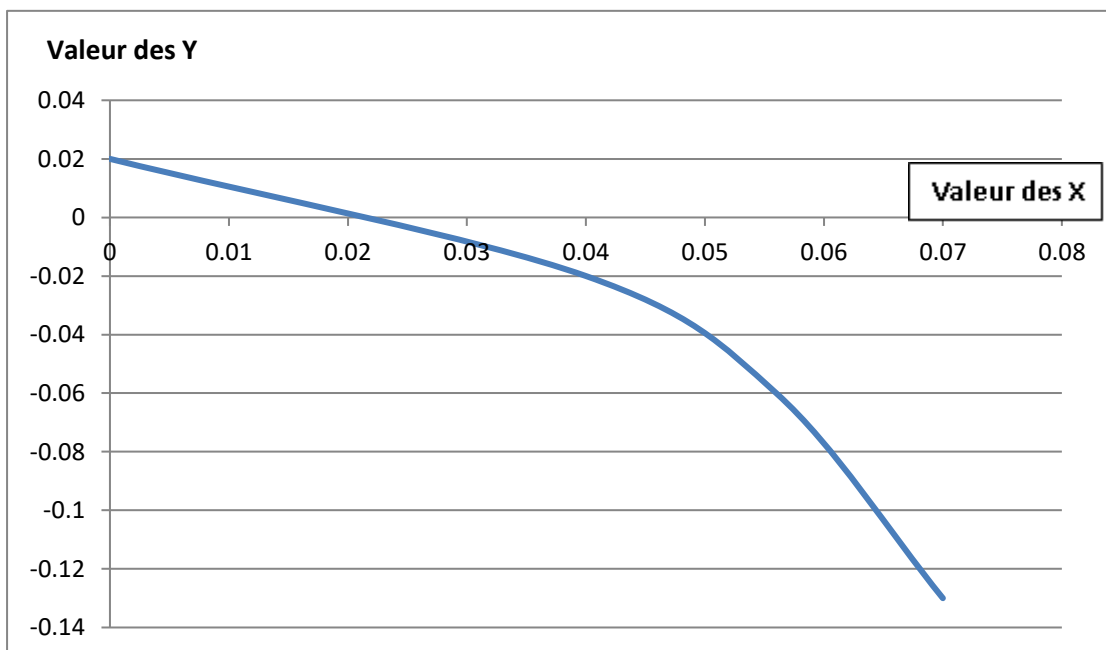


Fig 26 : Influence de la valeur de la haute tension appliquée à l'électrode statique

Conclusion

Les résultats de l'étude nous montrent une variation des coordonnées de projection due au changement de la vitesse d'éjaculation dans l'intervalle électrostatique, et à la mesure dans laquelle leur effet sur la projection varie lorsque l'intensité du courant électrique change, les résultats mathématiques analytiques nous montrent la valeur des variables (V) et (U) dans le processus de séparation électrostatique.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Dans notre note, nous avons discuté d'un sujet important qui est le recyclage des déchets et c'est après le processus de tri pour obtenir l'isolation, et les plastiques et identifier les propriétés du tri et de l'électricité pour effectuer le processus de séparation électromagnétique et électrostatique. Cela suit plusieurs points importants: Tenant en compte de la diversité des matériaux qui composent, des études seront menées sur plusieurs types de polymères. Aussi, Plusieurs installations seront utilisées pour étudier l'influence de plusieurs facteurs sur le comportement triboélectrique des matériaux: facteurs géométriques (taille des granules), facteurs climatiques (humidité relative, humidité absorbée et température), état de surface (rugosité et mouillabilité) et composition chimique (présence des retardateurs de flamme bromés. Autant. Les dispositifs de charge triboélectrique et le séparateur triboélectrostatique serviront à mettre en évidence la capacité des polymères à acquérir et à conserver des charges électrostatiques en vue de leurs séparations électrostatiques.

Reference Bibliographique

[1] Dragan, c. "modélisation du processus de charge et séparation tribo-aéro- électrostatique de matériaux plastiques granulaires." thèse de doctorat, université de poitiers, 2010

[2] abdel kadre mekhlef "etude d'un séparateur tribo-aéro-électrostatique des mélanges des matériaux poudreux" thèse de doctorat, université djillali liabes de sidi-bel-abbes 2017

[3] ademe "rapport annuel sur la mise en œuvre de la réglementation des déchets d'équipements électriques et électroniques (deee) ", septembre 2011

[4] labergue, a. "etude de décharges électriques dans l'air pour le développement d'actionneurs plasmas—application au contrôle de décollements d'écoulements." thèse de doctorat, université de poitiers, 2005

[5] m. imed eddine achouri " modélisation du fonctionnement optimal des filtres et séparateurs électrostatiques des matériaux poudreux" université ferhat abbas - setif1 2019

[6] michel keddad, pierre ponthiaux, vincent "tribo-electrochemical impedance: a new technique for mechanistic study in tribocorrosion" hal 2014

[7] najem abdelkader "etude et exploitation des charges électriques dans les procédés électrostatiques". thèse de doctorat, université 8 mai 1945 guelma, 2019

[8] bekkara, m. f. "contributions à l'étude du plasma froid. applications au dépôt des couches minces et à la charge électrostatique des médias filtrants." thèse de doctorat, université djillali liabes de sidi-bel-abbes, 2017.

[9] labergue, a. "etude de décharges électriques dans l'air pour le développement d'actionneurs plasmas—application au contrôle de décollements d'écoulements." thèse de doctorat, université de poitiers, 2005.

[10] miloud mohamed " application de la charge par effet triboélectrique des matériaux granulaires dans la séparation électrostatique" université djillali liabes de sidi-bel-abbes 2012

[11] taillet. j, "élimination des charges électrostatiques engendrées dans le traitement des produits pulvérulents", *journées d'études sur électrostatique*, 12-13 mai, 1992.

[12] calin. l, "séparation électrostatique des matériaux plastiques provenant d'équipements informatiques, en utilisant la triboélectrisation en lit fluidisé", thèse de doctorat en co-tutelle, université de poitiers et université technique de cluj-napoca, 2008

[13] brown. j.d, "an industrial electrostatic separation process", *tech talk*. 2 (1), 1998

[14] "Simulation Des Trajectoires Des Particules Isolantes Dans Les Séparateurs
Triboélectriques à Chute Libre et à cylindre tournant"

[15] Ahlem BENABDERRAHMANE " contribution l'analyse des facteurs influents du
processus de charge triboelectrique des materiaux granulaires" docteur de l'universite de sidi
bel-abbes 2021