

Étude d'un filtre électrostatique : principe et avantages

Voulant me diriger vers une formation en génie électrique, il m'a paru évident de porter mon attention sur ce domaine et plus particulièrement le filtrage électrostatique qui devient de plus en plus répandu dans de nombreuses industries.

Les filtres électrostatiques sont des dispositifs qui permettent notamment dans les milieux industriels, de filtrer des particules nocives pour l'environnement. Ils peuvent également être utilisés dans les habitations afin de lutter contre des allergènes tels que les acariens qui selon l'OMS mettent en danger de nombreux asthmatiques.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Filtrage</i>	<i>Filtering</i>
<i>Filtre électrostatique</i>	<i>Electrostatic precipitator</i>
<i>Particules fines</i>	<i>Fine particles</i>
<i>Efficacité</i>	<i>Efficiency</i>
<i>Modèle numérique</i>	<i>Digital model</i>

Bibliographie commentée

Les filtres, ou précipitateurs électrostatiques, ont été créés afin de séparer des particules fines telles que des fumées ou de la poussière d'un gaz en mouvement à l'aide de la force électrique dans des milieux industriels tels que des raffineries ou des chaufferies.

Le principe de fonctionnement est relativement simple, à leur entrée dans le filtre, les particules sont ionisées puis sous l'influence d'un champ électrique sont collectés sur des surfaces dites de « collecte » [1] . L'ionisation des particules à l'entrée du filtre est en générale permise dans les milieux industriels par l'effet corona ou couronne. Une décharge de corona se produit lorsqu'un courant, continu ou alternatif, se crée entre deux électrodes portées à un haut potentiel et séparées par un fluide neutre [2]. La loi de Peek conditionne l'apparition d'une telle décharge [3].

Il est possible d'étudier le mouvement d'une particule dans un filtre électrostatique à l'aide de polystyrène frotté et d'une machine de Wimshurst apportant la tension nécessaire à la collecte du polystyrène. Cette approche relève notamment l'importance de la vitesse d'entrée dans le filtre des particules sur leur collecte. Pour un grand nombre de particule, une approche informatique est adaptée à l'étude de ces mouvements car les équations données par le principe fondamentale de la dynamique appliquée à ces particules sont couplées et non-linéaires. La méthode d'Euler pour la résolution des équations différentielles nous permet de résoudre ces équations numériquement. Cette

résolution met en avant une fois de plus l'importance des conditions initiales de ses particules à leur entrée dans le filtre mais également celle de la géométrie du filtre. D'après Deutsch-Anderson, l'efficacité d'un filtre électrostatique dépend de trois paramètres, la surface de collecte, le débit des particules et leur vitesse [4].

On remarque également que les coûts d'utilisations d'un tel filtre sont faibles. En effet, malgré les demandes en potentiel importantes, l'ampérage requis est faible, on arrive donc à des coûts annuels d'utilisation presque 5 fois moins important que pour un dépoussiéreur à secouage par exemple [5]. Pour conclure, les précipitateurs électrostatiques permettent pour un coût faible la filtration de fines particules avec une grande efficacité

Problématique retenue

Quels paramètres conditionnent l'efficacité d'un filtre électrostatique et en quoi ce type de filtre se démarque-t-il de ses concurrents ?

Objectifs du TIPE

1. Étudier le mouvement d'une seule particule dans un filtre électrostatique et comparer à la théorie.
2. Analyser l'influence de différents paramètres sur l'efficacité d'un filtre électrostatique.
3. Comparer les performances de ce type de filtre avec d'autres types de filtre utilisés dans les milieux industriels.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] SANGHYEON PARK : Electrostatic Precipitator: An Electric Air Filter :

<http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/park2/>

[2] TSRONG-YI WEN, JIANN-LIN SUA : Corona discharge characteristics of cylindrical electrodes in a two-stage electrostatic precipitator : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7033520/>

[3] F.W. PEEK : Dielectric phenomena in high voltage engineering :

<https://books.google.fr/books?hl=en&lr=&id=9vLhTO6SXGkC&oi=fnd&pg=PP13&ots=Q8zIukO3Mv&sig=dAC9pNFvIvBALLBOYoKhQAo7UEI#v=onepage&q&f=false>

[4] JOSEPH P. REYNOLDS, LOUIS THEODORE ET JAMES MARINO : Calculating Collection Efficiencies for Electrostatic Precipitators :

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00022470.1975.10470116>

[5] TAYLOR MORGAN : Dust Collector Total Cost of Ownership :

https://www.powderbulksolids.com/sites/powderbulksolids.com/files/CF8115%20Total%20Cost%20of%20Ownership_Whitepaper_R5-3_0.pdf

DOT

[1] *Septembre: Recherches bibliographiques concernant le principe de fonctionnement d'un filtre électrostatique dans les milieux industriels.*

[2] *Octobre-Novembre: Mise en place d'un modèle théorique du mouvement d'une particule dans*

un filtre électrostatique puis élaboration d'un dispositif expérimentale.

[3] *Décembre-Janvier: Comparaison des résultats expérimentaux avec les valeurs théoriques puis mise en place d'un modèle informatique afin d'étudier le mouvement de plusieurs particules dans un filtre électrostatique.*

[4] *Février: Généralisation de la simulation pour un plus grand nombre de particule puis analyse des résultats.*

[5] *Mars: Recherches bibliographiques concernant l'efficacité des filtres électrostatiques dans les milieux industriels.*

[6] *Avril-Mai: Comparaisons avec d'autres dispositifs également utilisés dans les milieux industriels pour filtrer des particules fines.*