

Titre :Électrofiltre pour particules fines

Thème : Santé

Année : 2021/2022

Nom : HSAIN Charaf Eddine





Plan de l'exposé :

- I. Pollution de l'air
- II. Fumées industrielles
- III. Traitement des fumées industrielles
- IV. Principe de fonctionnement d'un filtre électrostatique
- V. Optimisation du fonctionnement

Pollution de l'air

Manifestations:

- Altération de la qualité de l'air
- Ensemble de gaz et de particules en suspension présents dans l'air pouvant mettre en danger la santé humaine

Sources :

- Traffic routier
- Industries
- Agriculture

Taille des particules en suspension

cheveux humain
diamètre 50 μm

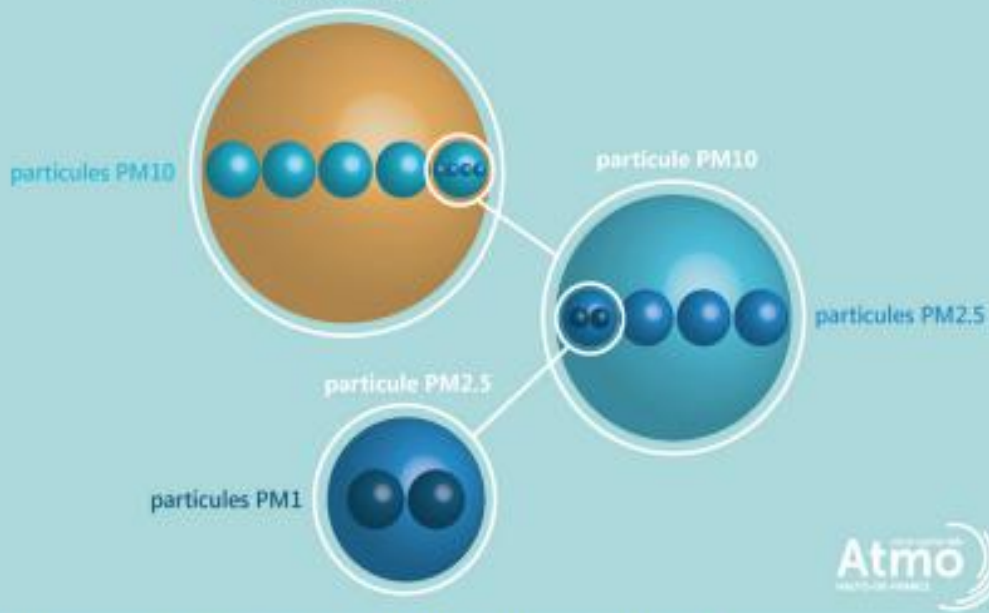


Illustration de la taille des particules, d'après U.S. EPA.

Types de particules polluantes

Gaz :

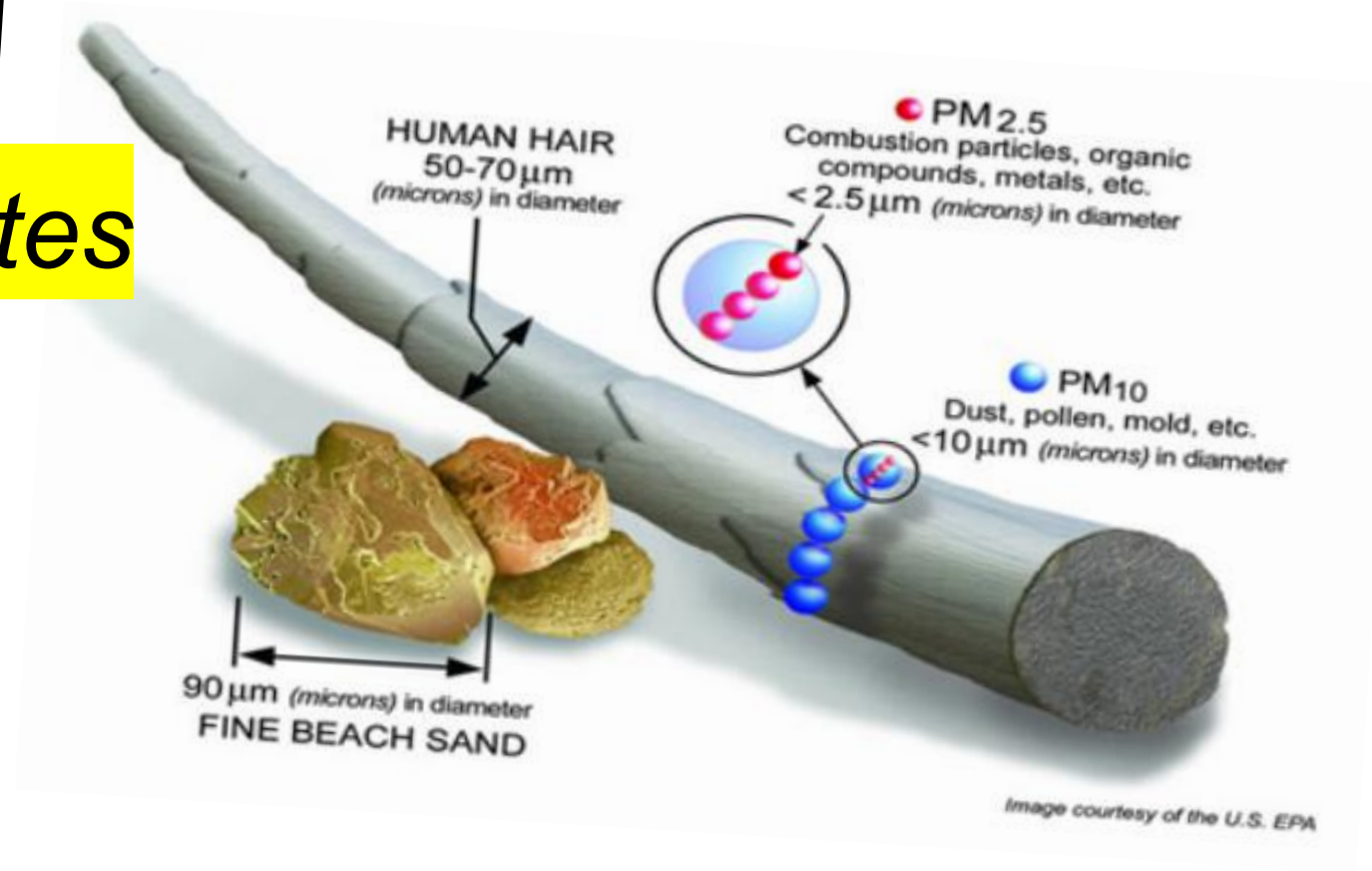
- Oxydes d'azote (NO_x)
- Dioxyde de soufre (SO_2)
- Composés organiques volatils

Particules liquides ou solides en suspension(caractérisés par leurs diamètres):

- PM_{10} : diamètre $< 10\mu\text{m}$
- $\text{PM}_{2,5}$: diamètre $< 2,5\mu\text{m}$
- PM_1 : diamètre $< 1\mu\text{m}$

Particules polluantes

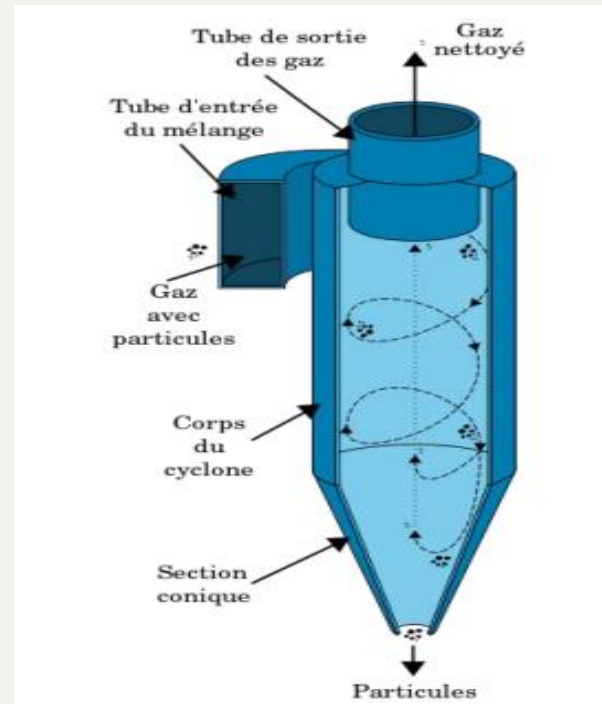
Particules émises dans l'air par des activités anthropiques (Industrie,...), des sources naturelles (feux de forêt,...) ou se forment par des réactions physico-chimiques.

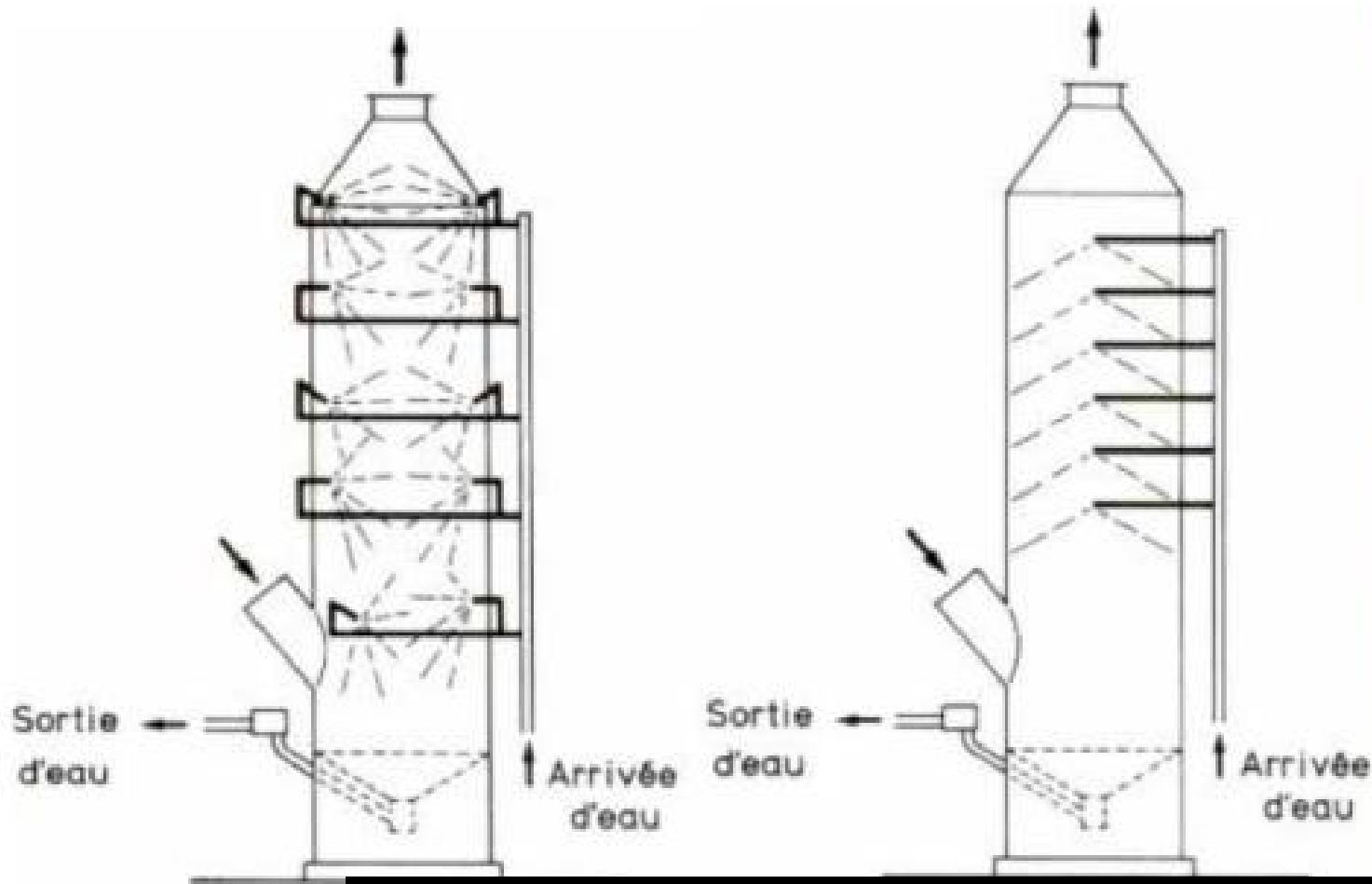


Traitement des fumées industrielles

On distingue plusieurs grandes familles de dépoussiéreurs :

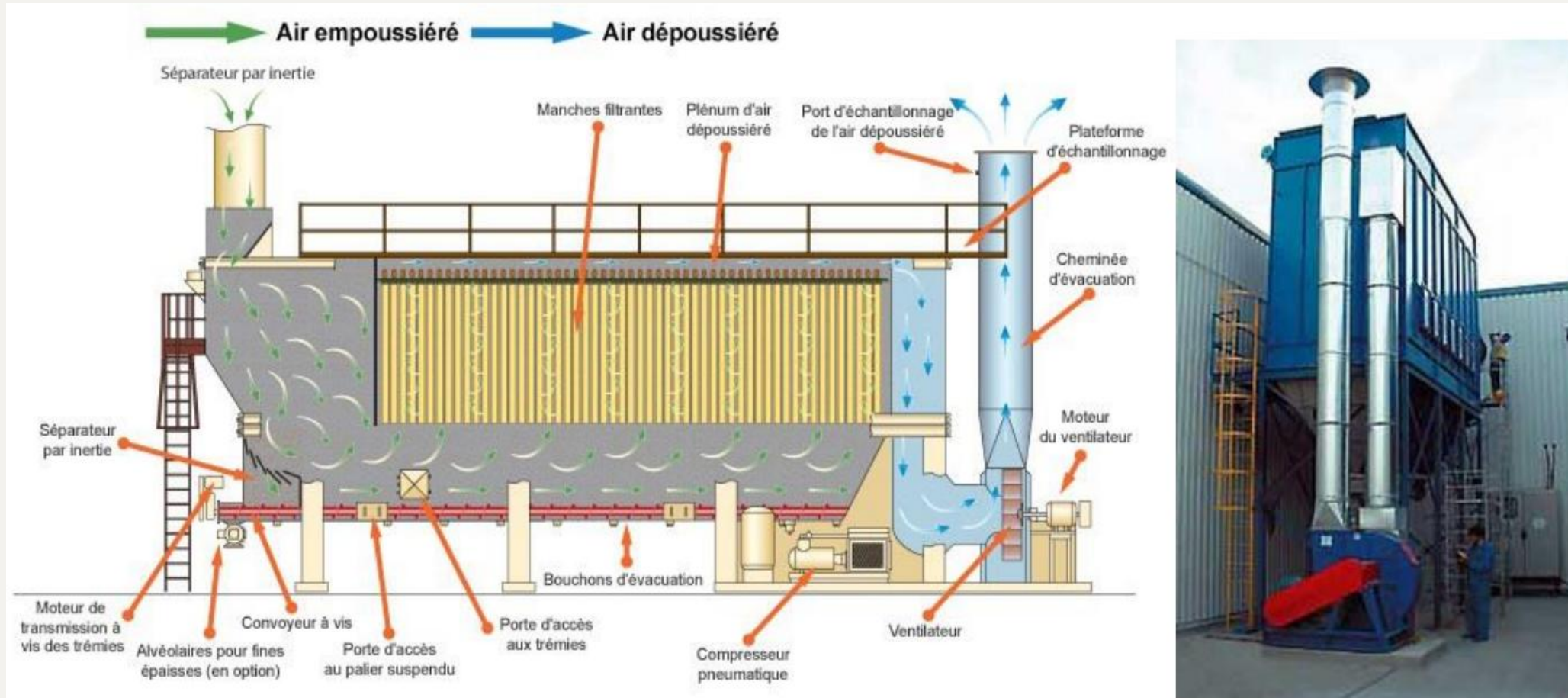
Dépoussiéreur mécanique :

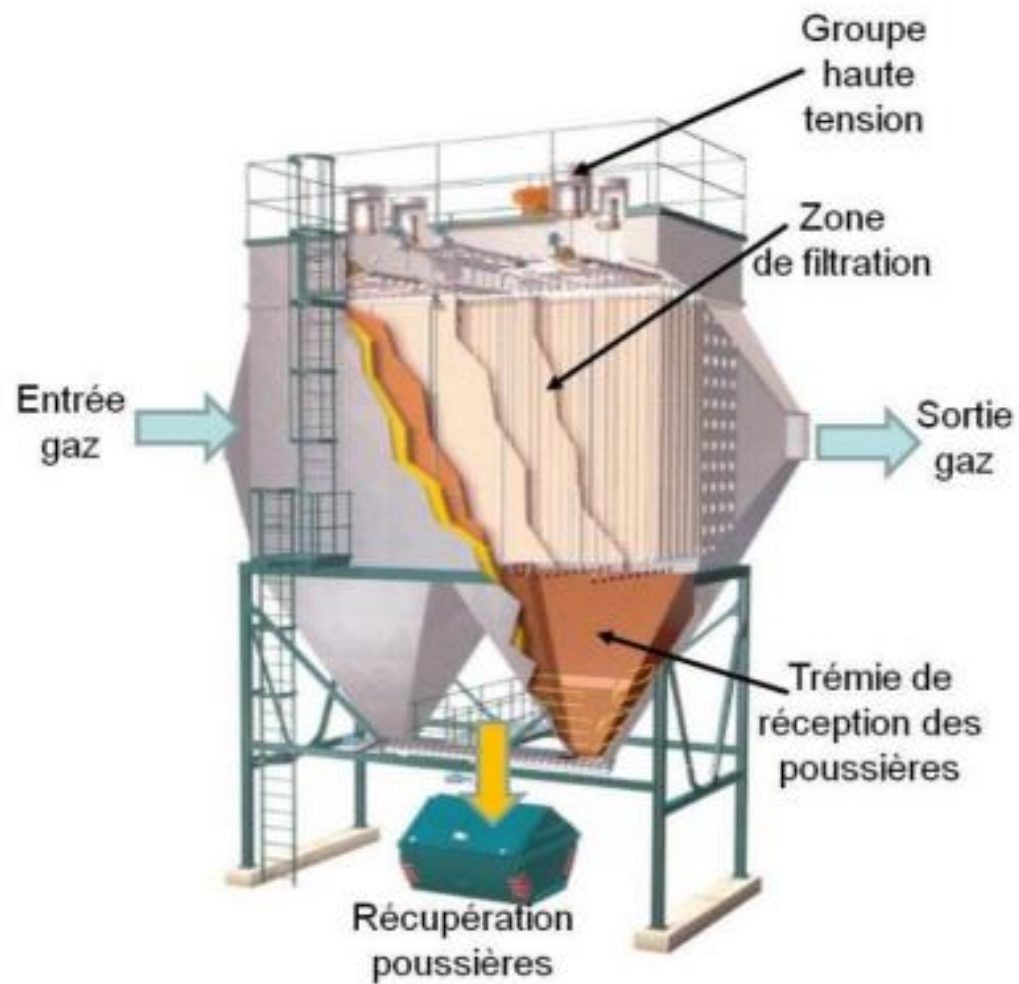




Dépoussiéreur humide:

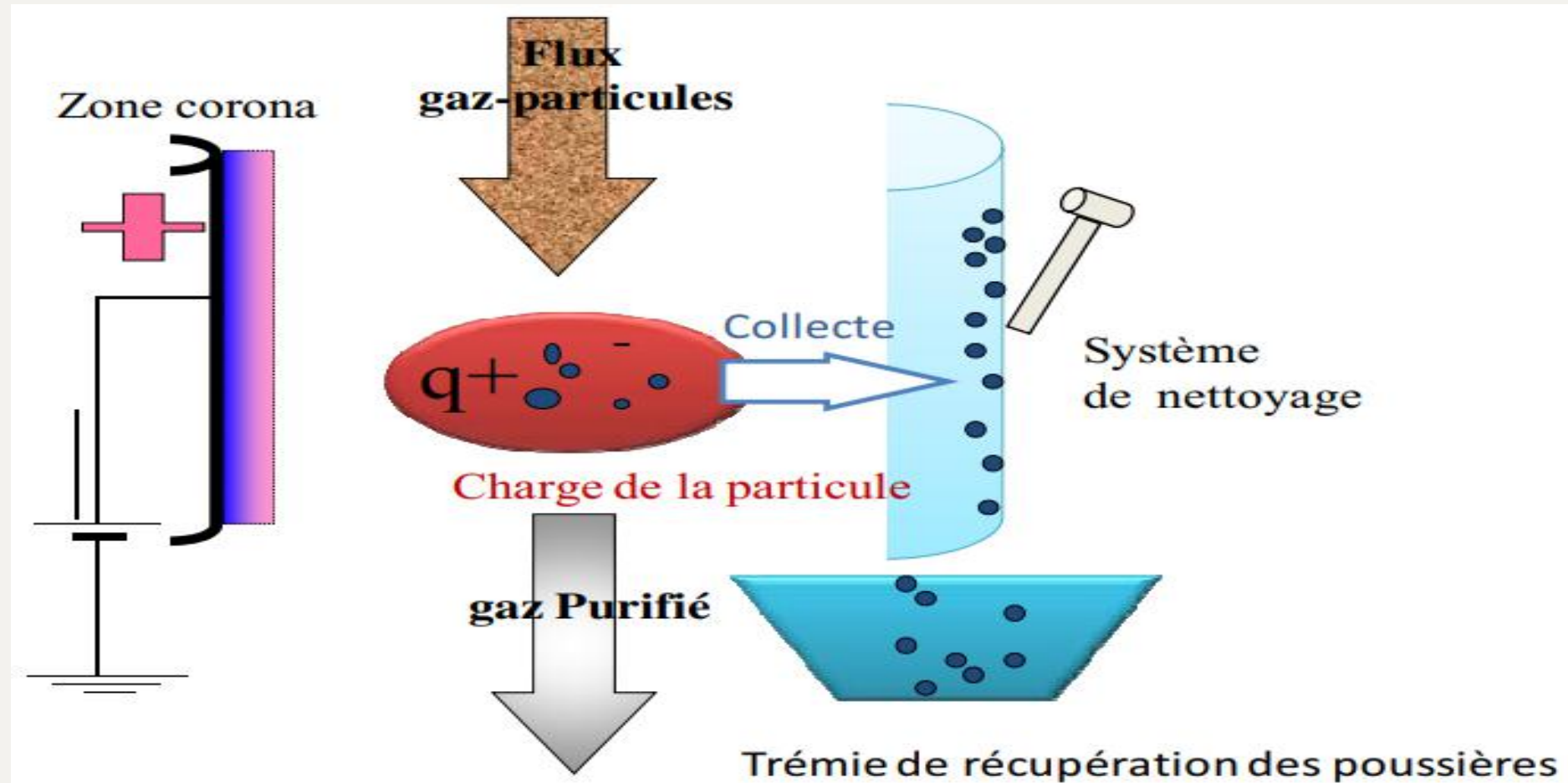
Dépoussiéreur à couches filtrantes:





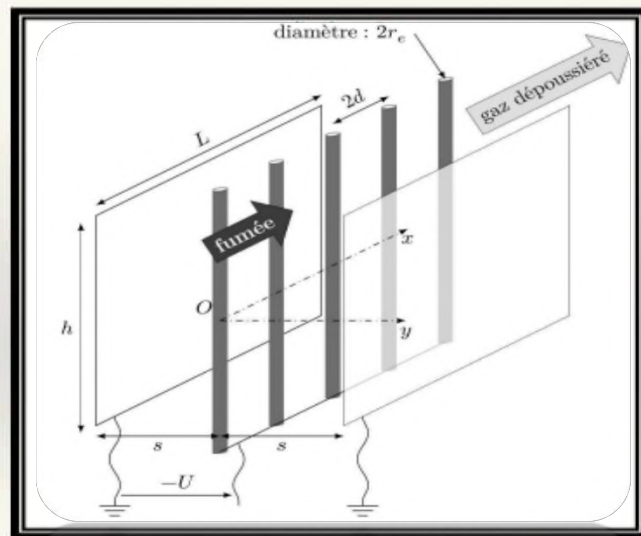
Dépoussiéreur électrostatique:

Principe de fonctionnement d'un électrofiltre



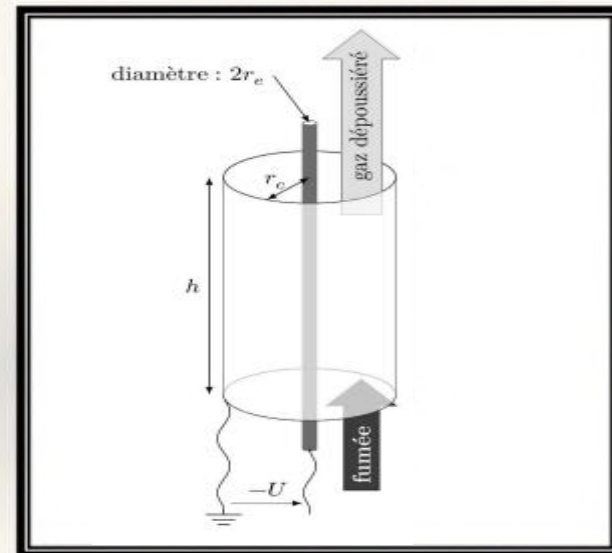
Types de filtres:

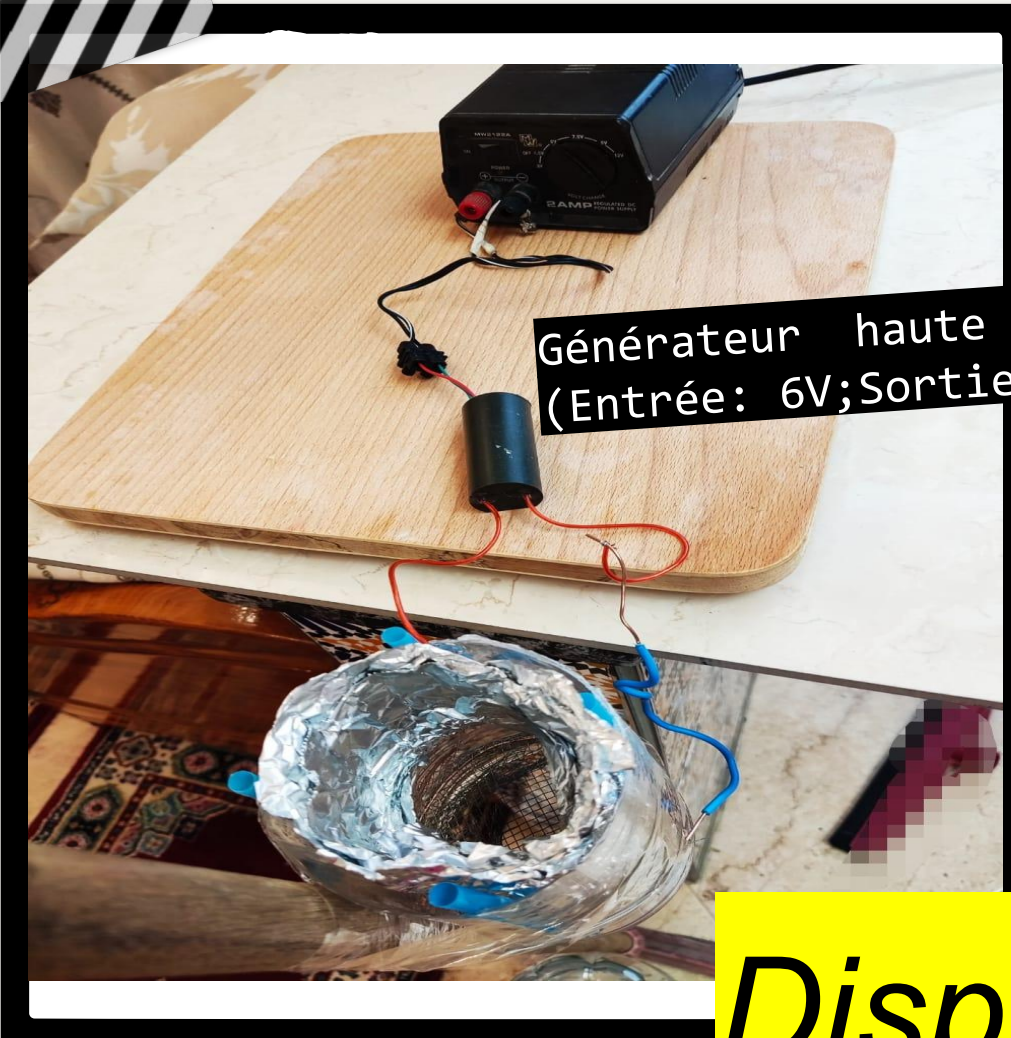
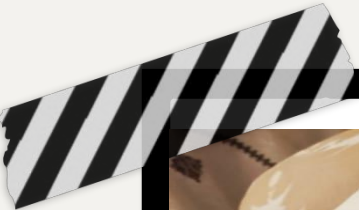
Premier type d'électrofiltre:
électrofiltre sec



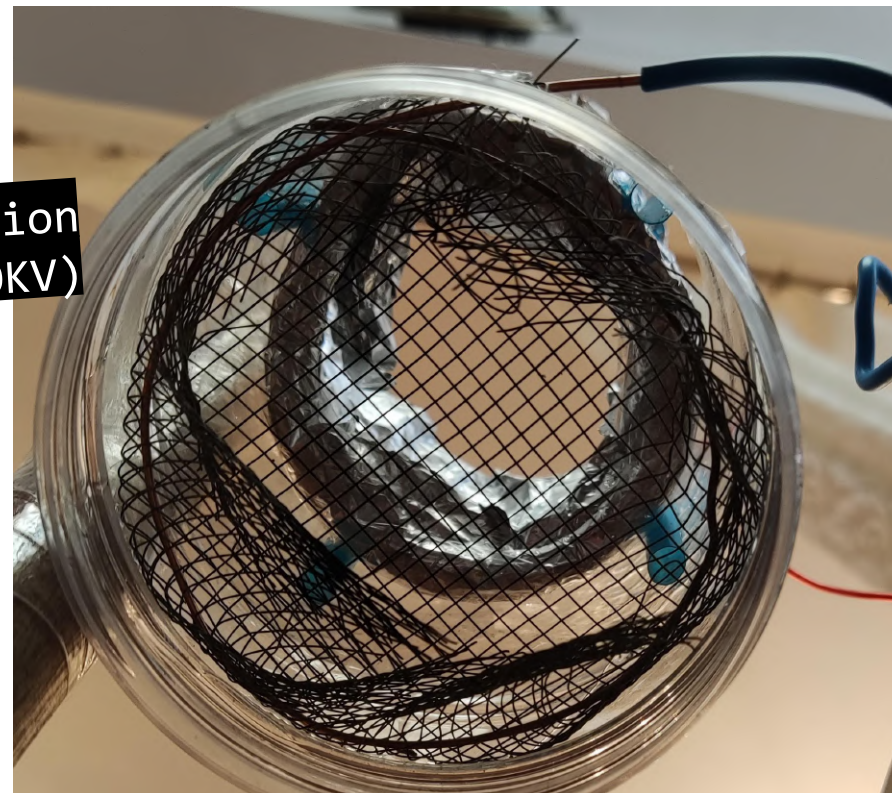
8

Deuxième type d'électrofiltre:
électrofiltre humide





Générateur haute tension
(Entrée: 6V; Sortie: 400KV)



Dispositif expérimental

Observations expérimentales



Electrofiltre éteint

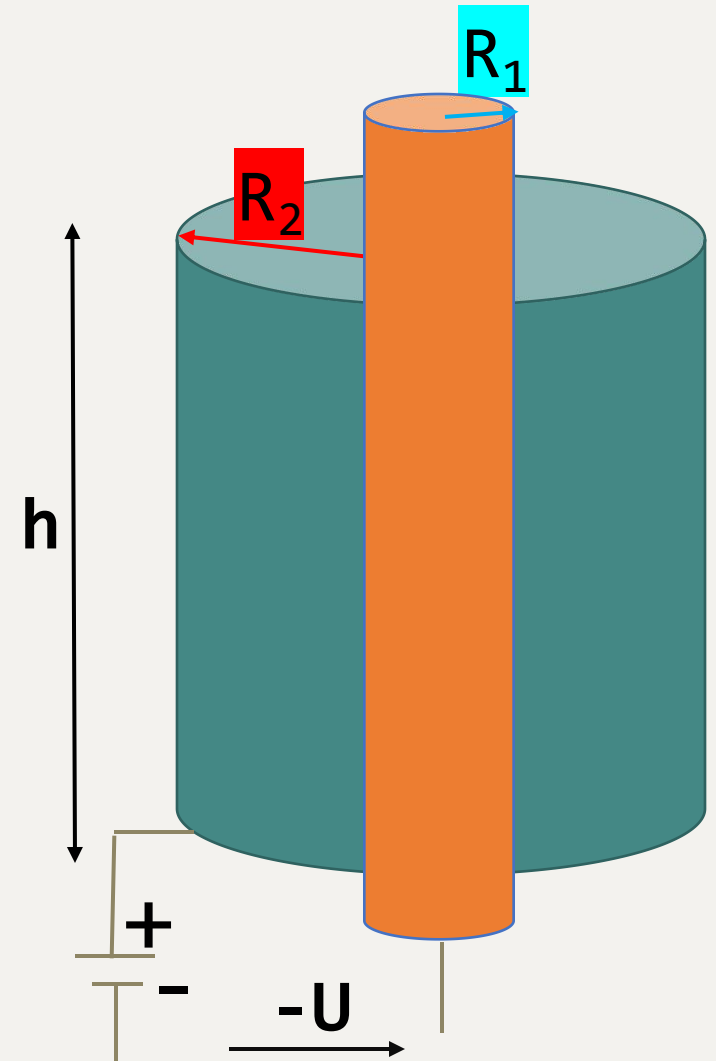


Electrofiltre allumé

Champ électrostatique dans le filtre

$$V(r) = \frac{U}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \cdot \ln\left(\frac{r}{R_2}\right)$$

$$\vec{E} = -\frac{U}{r \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \vec{e}_r$$



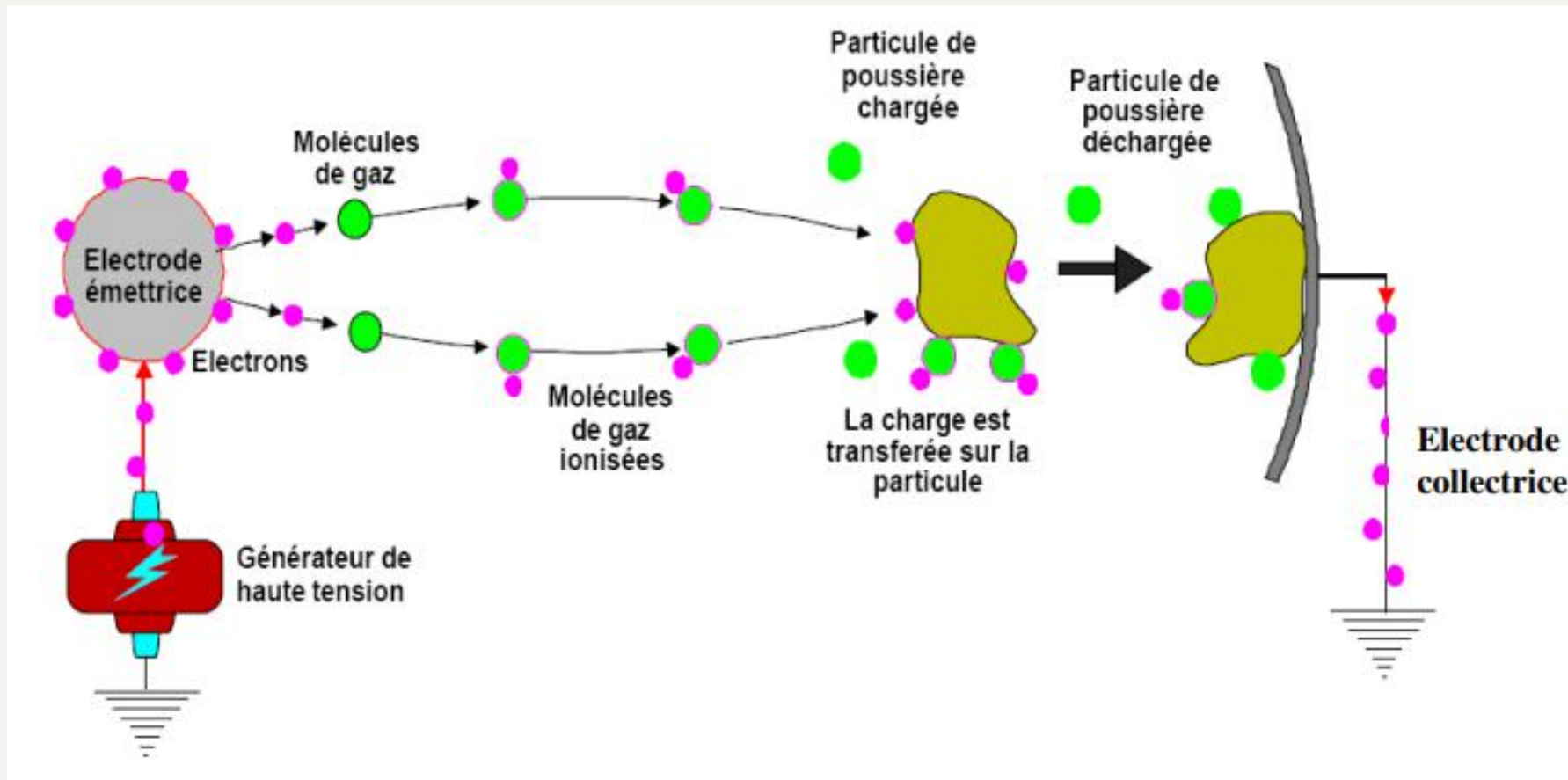
Décharge couronne

Effet couronne: apparition d'une conductivité dans un gaz.

$E_0 = 7,4 \cdot 10^6 \text{ V.m}^{-1}$ champ disruptif de l'air

Pour atteindre E_0 , il faut appliquer $U_0 = 26 \text{KV}$

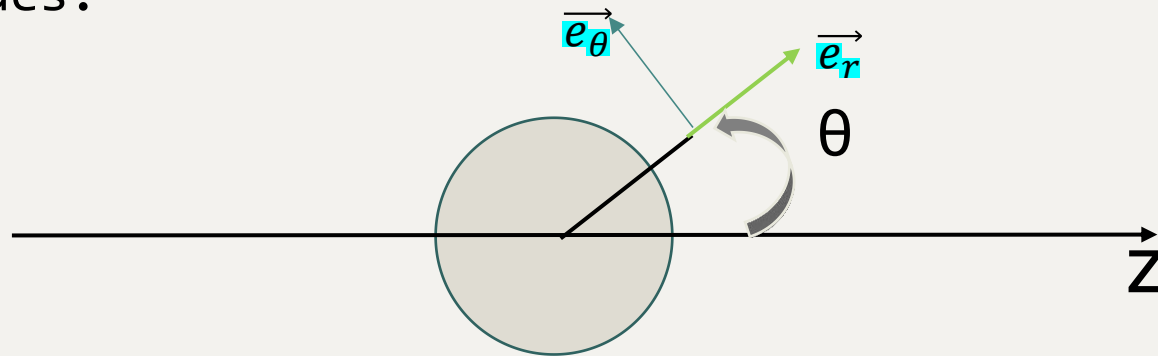
Comportement des poussières dans l'électrofiltre



Charge d'un grain de poussière:

Grain de Poussière: sphère de diamètre de $2a$.

En se chargeant, un grain de Poussière va influencer le champ entre les deux électrodes.



Le champ total:

$$\vec{E}_t = \vec{E} + E \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} \frac{a^3}{r^3} (2\cos \theta \vec{u}_r + \sin \theta \vec{u}_\theta) + \vec{E}_1$$

\vec{E}_1 : créé autour de la particule sphérique seule dans l'espace

Charge limite acquise par un grain de poussière:

$$Q_{lim} = 4\pi\epsilon_0 a^2 E \left(1 + 2 \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} \right)$$

ϵ_r : Permittivité relative du grain de poussière

Mouvement d'un grain de poussière:

Q: charge du grain de masse m

- Poussière placée dans un champ uniforme

$$\vec{E} = E \vec{e}_y$$

- Fumée se déplaçant à la vitesse $\vec{u}_0 = u_0 \vec{e}_x$

- $\vec{\omega}$: vitesse du grain par rapport au référentiel lié au fluide .

Equation du mouvement:

$$\frac{d\omega}{dt} + \frac{6\pi\eta_a a}{m} \omega = \frac{QE}{m}$$

η_a : viscosité du fluide

Vitesse limite: $\omega_m = \frac{QE}{6\pi\eta_a a} = 0,16 \text{ m/s}$

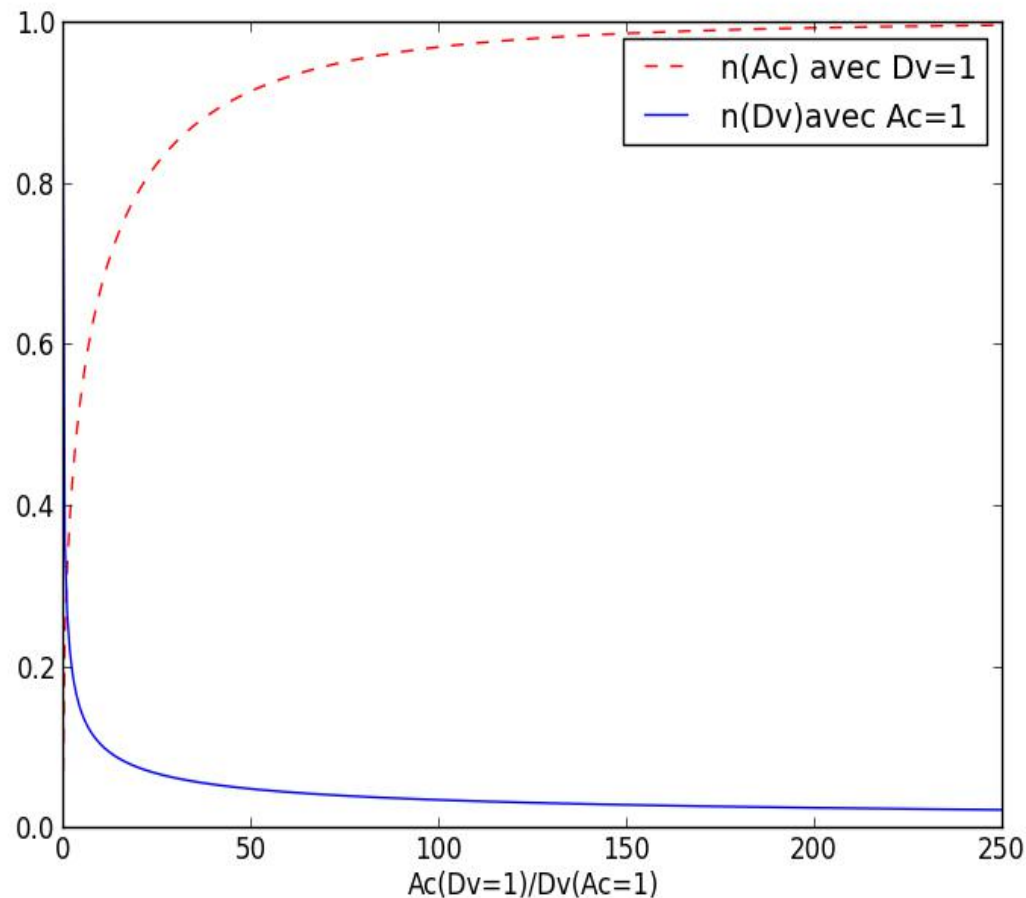
Relation empirique du rendement:

$$\eta = 1 - e^{-\left(\frac{\omega' A_c}{D_V}\right)^k}$$

- D_V : représente le débit volumique du gaz.
- A_c : aire des électrodes collectrices.
- ω' : Vitesse effective de migration (déterminée expérimentalement)
- K : déterminée expérimentalement

Influence du débit et de la surface des électrodes:

Ordre de grandeur: $w = 0,12 \text{ m.s}^{-1}$ $k = 0,5$



```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 def n1(Ac):
4     w=(0.12)
5     k=(0.5)
6     Dv=1
7     return 1-np.exp(-(w*Ac/Dv)**k)
8 def n2(Dv):
9     w=(0.12)
10    k=(0.5)
11    Ac=1
12    return 1-np.exp(-(w*Ac/Dv)**k)
13 x=np.linspace(0,250,400)
14 y1=[ n1(t) for t in x]
15 y2=[ n2(t) for t in x]
16 plt.plot(x,y1,"r--", label="n(Ac) avec Dv=1")
17 plt.plot(x,y2,"b", label="n(Dv)avec Ac=1")
18 plt.xlabel("Ac(Dv=1)/Dv(Ac=1)")
19 plt.legend()
20 plt.show()
```

