

**TP N°2. LA CUVE RHEOGRAPHIQUE**

**1. BUT DE LA MANIPULATION**

C'est l'étude expérimentale du champ et du potentiel électriques créés par deux conducteurs chargés (plans et cylindriques).

**2. RAPPELS THEORIQUES**

A chaque point de l'espace  $\mathbf{M}(X, Y, Z)$  sont associées deux fonctions, l'une vectorielle et l'autre scalaire. Ces fonctions permettent de décrire l'espace électrique. Le champ s'écrit donc

$$\vec{E} = \vec{E}(x, y, z) \quad \text{et le potentiel } V = V(x, y, z)$$

Les deux fonctions sont reliées par une relation qui est issue directement de la définition donnée pour le potentiel

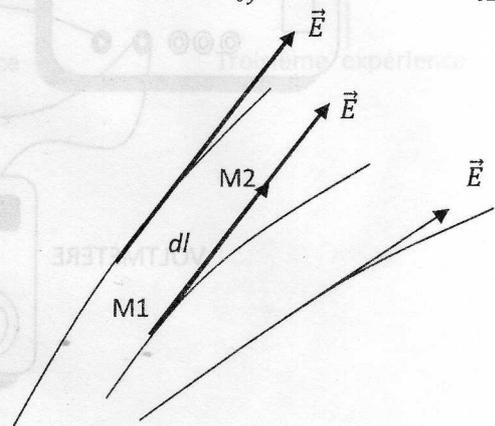
$$\vec{E} = -\text{grad}(V)$$

Ou  $dV = \frac{\partial V}{\partial x} dx + \frac{\partial V}{\partial y} dy + \frac{\partial V}{\partial z} dz, \quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}; \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}; \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$

**2.1. Topographie de l'espace électrique**

Un repérage graphique des deux fonctions  $\vec{E}$  et  $V$  et commodément réalisé par le tracé des lignes de champ et des surfaces équipotentielles. Il faut noter à ce propos quelques propriétés importantes qui traduisent graphiquement la relation précédente entre  $\vec{E}$  et  $V$ . Le potentiel décroît le long d'une ligne de champ. Pour un déplacement particulier effectué dans le sens de la ligne de champ on a  $dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l} = -|E||dl|$

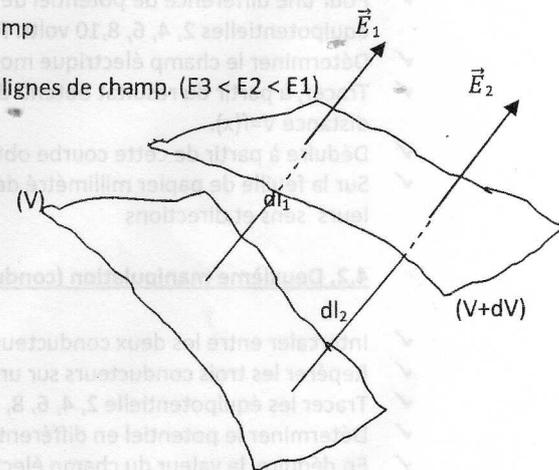
Négatif : le potentiel décroît  $.dl = M1M2$



**Lignes de champ électrique**

On appelle ligne de champ une ligne qui, en chacun de ses points, est tangente au vecteur champ électrique  $\vec{E}$  en ce point. Voici les plus importantes propriétés des lignes de champ :

- 1) Les lignes de champ ne se coupent jamais si elles sont issues de la même source
- 2) Les lignes de champ sont orientées dans le sens du champ électrique  $\vec{E}$
- 3) La direction du champ  $\vec{E}$  en un point est tangente à la ligne de champ
- 4) L'intensité du champ, notée  $E$ , est proportionnelle à la densité des lignes de champ. ( $E_3 < E_2 < E_1$ )
- 5) Les surfaces équipotentielles se resserrent lorsque l'on passe d'une région où le champ est peu intense à une région de champ plus intense. De la surface (S) à la surface (S')



$$dV = \vec{E}_1 \cdot d\vec{l}_1 = -|E_1| \cdot |dl_1|$$

$$dV = \vec{E}_2 \cdot d\vec{l}_2 = -|E_2| \cdot |dl_2|$$

Si  $|dl_1| < |dl_2|$  alors  $|E_1| > |E_2|$

5) Si le champ électrique est créé par des conducteurs chargés, les lignes de champ partent et entrent perpendiculairement à ces conducteurs. Elles sont perpendiculaires aux surfaces équipotentielles

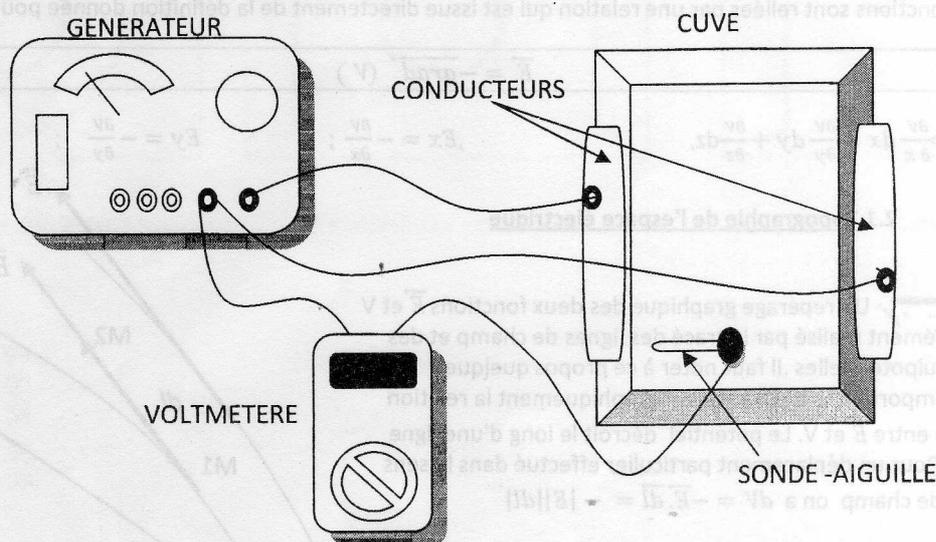
Remarque : La figure des lignes de champ est une représentation du champ. Elle est encore appelée spectre électrique.

### 3. MONTAGE EXPERIMENTAL

Le montage expérimental se compose d'un générateur de tension et d'une cuve rhéographique en matière plastique. Et d'un chariot portant une sonde -aiguille permettant à celle-ci de se déplacer suivant deux axes (axe transversal et l'axe longitudinal). Le chariot celui-ci n'est pas illustré sur le schéma ci-dessous) permet aussi de reporter la position de la sonde sur une feuille de papier millimétré.

La cuve sera remplie d'eau de robinet de manière à ce que le niveau d'eau affleure le sommet des conducteurs. Un très faible courant circule dans l'eau, ce qui nous permettra de déterminer à l'aide d'un voltmètre le potentiel d'un point quelconque appartenant à l'espace entre ces deux conducteurs, par rapport à un conducteur de référence ( $V=0$ ). Le générateur sera réglé sur une tension de 12 V.

La sonde aiguille jouant le rôle de capteur de tension est reliée à un voltmètre. : maintenir la sonde métallique (fine aiguille) bien verticale au cours des mesures pour obtenir une précision maximale.



### 4. MANIPULATION

#### 4.1. Première manipulation. (Conducteurs plans) (1<sup>ère</sup> feuille millimétré)

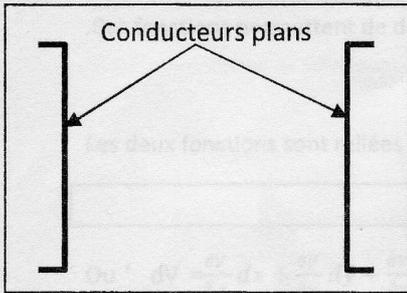
- ✓ Placer parallèlement dans la cuve les deux conducteurs plans en les séparant d'une distance supérieure à 15 cm.
- ✓ Repérer la position de ces deux conducteurs sur la feuille millimètre en unissant d'un côté la sonde collée à un des conducteurs et de l'autre côté le stylo marqueur monté sur le chariot coulissant
- ✓ Pour une différence de potentiel de 12 volts maxi entre les deux conducteurs plans, tracer les équipotentielles 2, 4, 6, 8, 10 volts. Pour chaque équipotentielle choisir cinq (5) points.
- ✓ Déterminer le champ électrique moyen  $E_{\text{moyen}}$  en un point M situé l'équipotentielle 6 volts
- ✓ Tracer, à partir du résultat obtenu de l'expérience précédente, la variation du potentiel en fonction de la distance  $V=f(x)$ .
- ✓ Déduire à partir de cette courbe obtenue la loi  $V=f(x)$
- ✓ Sur la feuille de papier millimétré de la première expérience tracer quelques lignes de champ en précisant leurs sens et directions

#### 4.2. Deuxième manipulation (conducteurs cylindriques) (deuxième feuille millimétré)

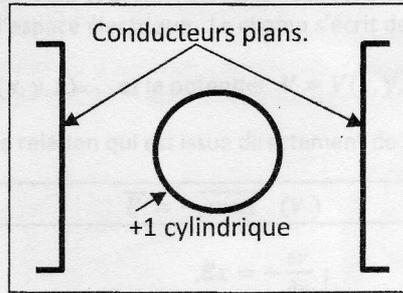
- ✓ Intercaler entre les deux conducteurs plans (au centre) un conducteur cylindrique isolé
- ✓ Repérer les trois conducteurs sur une nouvelle de papier millimétré
- ✓ Tracer les équipotentielles 2, 4, 6, 8, 10, volts
- ✓ Déterminer le potentiel en différents points intérieurs au conducteur cylindrique
- ✓ En déduire la valeur du champ électrique dans cette partie de l'espace.

#### 4.3. Troisième manipulation (troisième feuille millimétré)

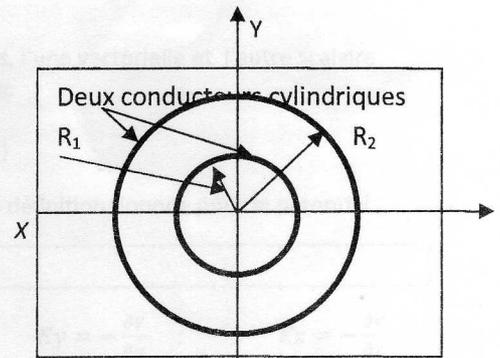
- ✓ Placer les deux conducteurs cylindriques dans la cuve en veillant à ce qu'ils soient concentriques leurs centres soient confondus)
- ✓ Repérer les positions de ces conducteurs sur une nouvelle feuille de papier millimétré en traçant les deux axes OX et OY
- ✓ Déterminer la valeur du potentiel pour les valeurs de M de l'axe des x en faisant varier x de  $-R_2$  a  $+R_2$  avec un pas de 1 cm.
- ✓ Refaire le même travail pour des points appartenants à l'axe des y en faisant varier de  $-R_2$  a  $+R_2$  avec un pas de 1 cm.
- ✓ Dresser un tableau et tracer le graphe  $V=f(r)$  sur une feuille millimétré ( $0 < r < R_2$ )
- ✓ Dédire la loi de variation du champ électrique en fonction de r



Première expérience



Deuxième expérience



Troisième expérience