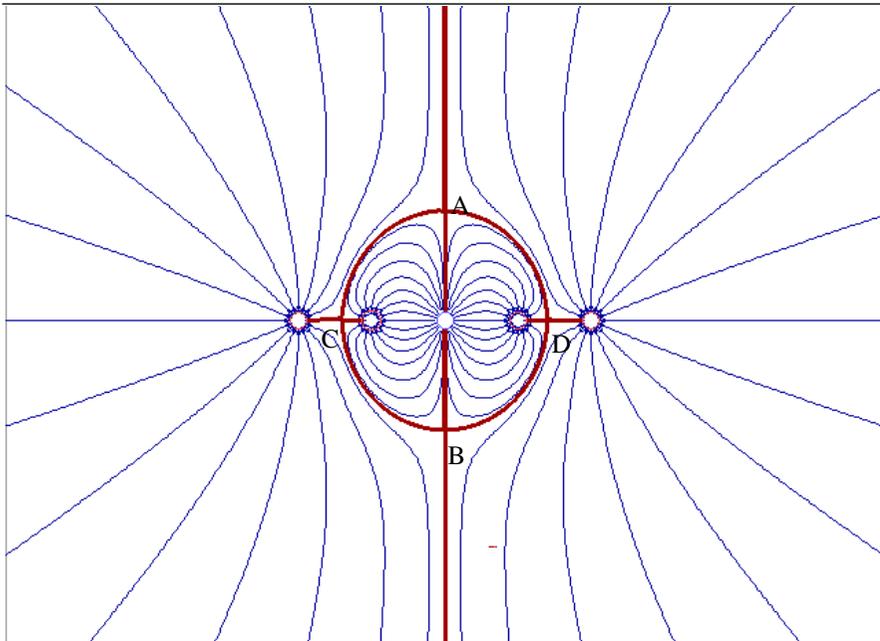


**EXERCICE 1 : Analyse de lignes de champ**

La figure représente les lignes de champ créées par un ensemble de 5 charges ponctuelles numérotées de 1 à 5 de la gauche vers la droite.

Le champ est nul aux points A, B C et D. Les lignes en traits épais issues de ces points sont également des lignes de champ.

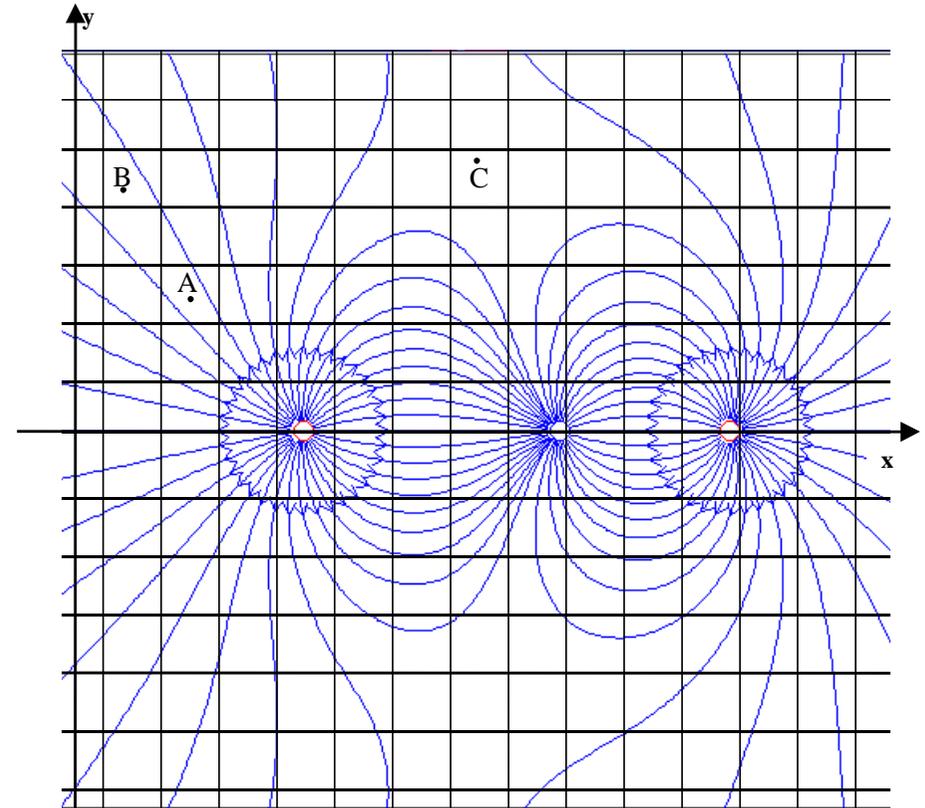
- ✚ Positionner les charges sur le schéma.
- ✚ La charge  $q_1$  est positive. Déterminer les signes des quatre autres.
- ✚ Justifier l'existence et la position des points de champ nul.
- ✚ Analyser la symétrie de la figure. Quelles relations peut-on en déduire entre  $q_1, q_2, q_3, q_4$  et  $q_5$  ?
- ✚ En appliquant le théorème de Gauss déterminer la relation liant  $q_2$  et  $q_3$ .



**EXERCICE 2 : Étude d'un champ électrique**

La figure représente les lignes du champ électrostatique créé par des fils très longs, uniformément chargés, perpendiculaires au plan de la figure.

- 1) Où sont situés les points d'intersection des fils avec le plan de la figure ?
- 2) Quel est le signe de la charge de chacun d'entre eux ?
- 3) Quel est le signe de la charge totale ?
- 4) La norme du champ en A est de  $100 \text{ V.m}^{-1}$ . Calculer une valeur approchée du champ en B
- 5) Que peut-on dire du champ au voisinage du point C ?



### EXERCICE 3 : Etude d'une membrane cellulaire

Une membrane cellulaire est assimilée à un plan  $yOz$ .

L'axe  $Ox$  est perpendiculaire à la membrane, orienté vers l'extérieur de la cellule. L'origine  $O$  est sur la membrane.

Toutes les grandeurs physiques sont supposées ne dépendre que de  $x$ .

Au voisinage de la membrane se trouve un électrolyte contenant des ions de charges opposées  $+e$  et  $-e$  ( $Na^+$ ,  $Cl^-$  et  $K^+$  notamment).

Une microélectrode relève la différence de potentiel à la traversée de la membrane ; on peut déduire des mesures l'expression du potentiel en un point d'abscisse  $x$  par la fonction  $V(x)$  :

$$V(x) = -V_0 \exp(-x/a) \quad \text{pour } x \geq 0,$$

$$V(x) = -V_0 \quad \text{pour } x \leq 0.$$

1. Donner l'expression du champ électrique correspondant.
2. En appliquant le théorème de GAUSS à une surface d'épaisseur  $dx$  que vous décrirez soigneusement, déterminer la densité volumique de charges à l'abscisse  $x$ ,  $\rho(x)$ .
3. Par un raisonnement analogue, déterminer la densité surfacique de charges sur la membrane.
4. Quelle est la discontinuité du champ à la traversée de la membrane ? La comparer à celle du cours (plan infini chargé uniformément).
5. En déduire la charge totale contenue dans une colonne cylindrique perpendiculaire à la membrane allant de  $x = 0$  à l'infini.  
Ce résultat était-il prévisible ?

### EXERCICE 4 : Tunnel en ligne droite

- 1) Considérons une sphère de rayon  $R$ , de charge totale  $Q$  et de densité volumique uniforme. Rappeler l'expression du champ électrique en tout point  $M$  situé à l'intérieur de la sphère à une distance  $r$  ( $r < R$ ) du centre.
- 2) Déterminer le champ de gravitation à l'intérieur de la terre, assimilée à une sphère de rayons  $R$  et de masse uniformément répartie et isolée dans l'espace. On exprimera le résultat en fonction de  $g_0$ , champ de gravitation au niveau du sol ( $r = R$ ).

- 3) Entre deux points A et B de la surface terrestre, on a creusé un tunnel en ligne droite ; celui-ci est suffisamment étroit pour ne pas perturber le champ de gravitation. Un wagon glisse le long de ce tunnel sans frottement. Déterminer l'équation différentielle du mouvement et la durée du trajet.
- 4) Les problèmes techniques et financiers inhérents à ce mode de transport sont résolus depuis 2061. La World Travel Company a mis en place un réseau planétaire de tunnels. Estimer la durée du voyage entre Seyssinet-Pariset (France) et Jayapura (Papouasie Occidentale).

