

# Champs – Symétries et invariances

## Stratégie – Recherche des lignes de champ – Expression vectorielle des champs

1. Placer un point M *quelconque* dans l'espace.
2. Chercher s'il existe des plans de symétrie ou d'antisymétrie (pour la distribution de charges ou de courants) *passant par M*.
3. Conclure quant à la *direction du champ en M* puis choisir un *repère* adapté à la symétrie du problème et préciser l'expression du champ dans ce repère (mettre en évidence des composantes nulles).
4. Rechercher des *invariances* par rotation et/ou par translation pour la distribution de charges ou de courants et en déduire les *paramètres de position* dont le champ ne dépend pas.
5. *Conclure*.

Dans l'immense majorité des cas, le champ ne possède qu'une seule coordonnée dans le repère choisi et ne dépend que d'un seul paramètre de position (plus rarement deux).

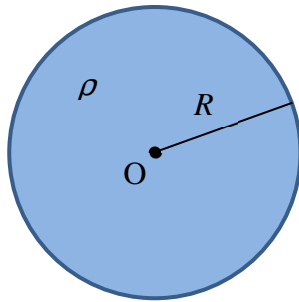
## Géométrie sphérique

### 1. Boule uniformément chargée en volume

On considère une sphère de centre O et de rayon R chargée uniformément en volume avec une densité  $\rho$  (i.e.  $\rho = \text{cte}$ ). Déterminer les lignes de champ du champ électrostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de  $\vec{E}(M)$  pour tout point M de l'espace.

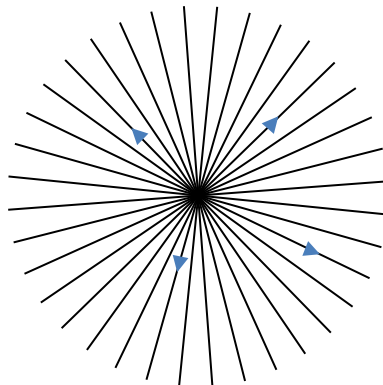
Cas particulier : que peut-on dire du champ au centre O de la sphère ? Justifier à l'aide d'arguments de symétrie (existence de plans supplémentaires en ce point particulier).



### 2. Source radioactive isotrope

Une source radioactive émet des particules chargées (électrons) dans toutes les directions de façon isotrope. Ces courants de particules sont assimilés à des courants permanents usuels.

Déterminer les lignes de champ du champ magnétostatique.



## Géométrie cylindrique

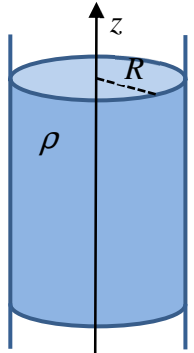
### 3. Cylindre uniformément chargé en volume.

On considère un cylindre d'axe (O,z) de longueur infinie et de rayon R uniformément chargé en volume avec une densité  $\rho$ . Déterminer les lignes de champ du champ électrostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de  $\vec{E}(M)$  pour tout point M de l'espace.

Cas particulier : que peut-on dire du champ sur l'axe du cylindre ?

Faire deux schémas : l'un dans un plan contenant l'axe (O,z), l'autre dans un plan orthogonal à (O,z).



### 4. Cylindre parcouru par une densité de courant uniforme

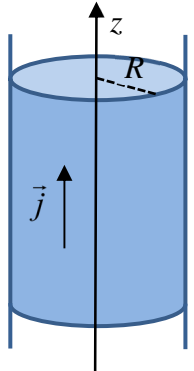
On considère un cylindre d'axe (O,z) de longueur infinie et de rayon R parcouru par une densité uniforme de courants  $\vec{j}$ .

Déterminer les lignes de champ du champ magnétostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de  $\vec{B}(M)$  pour tout point M de l'espace.

Cas particulier : que peut-on dire du champ sur l'axe du cylindre ?

Faire deux schémas : l'un dans un plan contenant l'axe (O,z), l'autre dans un plan orthogonal à (O,z).



## Géométrie plane

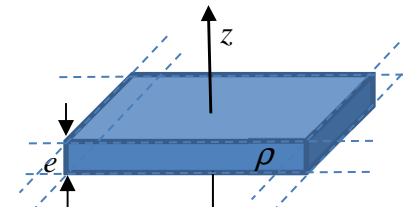
### 5. Couche plane uniformément chargée en volume.

On considère une couche plane parallèle au plan (xOy) d'épaisseur e et d'extension infinie selon les directions (O,x) et (O,y) uniformément chargée en volume avec une densité  $\rho$ .

Déterminer les lignes de champ.

Préciser l'expression de  $\vec{E}(M)$ .

Cas particulier : champ au centre de la couche ?



### 6. Couche plane parcourue par une densité uniforme de courants.

On considère une couche plane parallèle au plan (xOy) d'épaisseur e et d'extension infinie selon les directions (O,x) et (O,y) parcourue par une densité uniforme de courants  $\vec{j}$ .

Déterminer les lignes de champ.

Préciser l'expression de  $\vec{B}(M)$ . Cas particulier : champ au centre de la couche ?

