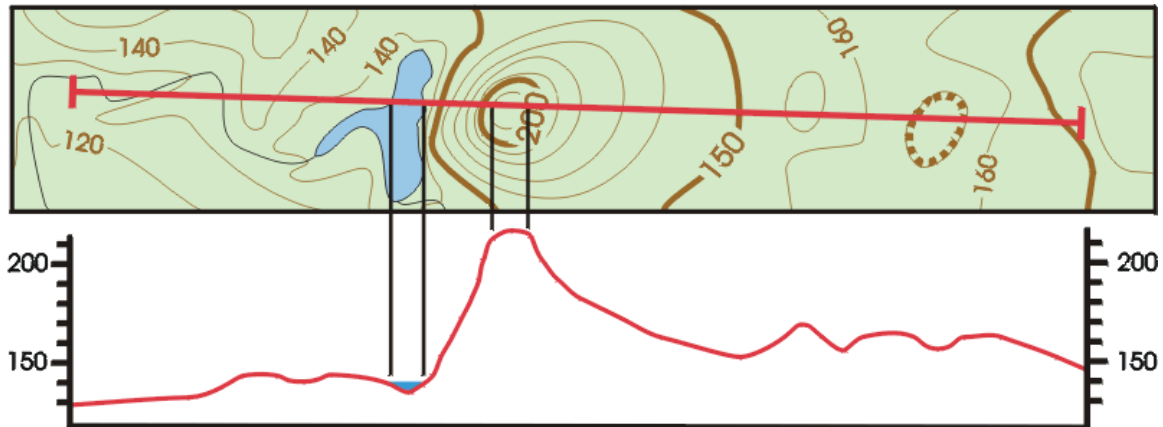


# Chapitre 2.2b – Les surfaces équipotentielles

## Analogie de la carte topographique

Voici une carte topographique :



### Fonctionnement :

- Cette carte en **2 dimensions** nous permet de **visualiser** une **3<sup>e</sup> dimension** qui est la **hauteur** des montagnes.
- Les **courbes de niveau (lignes brunes)** nous indiquent la hauteur en mètre d'un emplacement par rapport au niveau de la mer. La hauteur est un multiple de 10 m (120, 130, 140, etc).
- Aucune courbe de niveau ne se croise.
- Si on effectue une coupe dans la carte (**ligne rouge**), on peut construire un graphique de la hauteur en fonction de la position sur l'axe de la coupe.
- Plus les courbes de niveau sont serrées, plus la **dénivellation** est brusque.

En physique, on remarque que tous les **objets de même masse** qui se retrouve **sur une même courbe de niveau** possède une **même énergie potentielle gravitationnelle**, car :

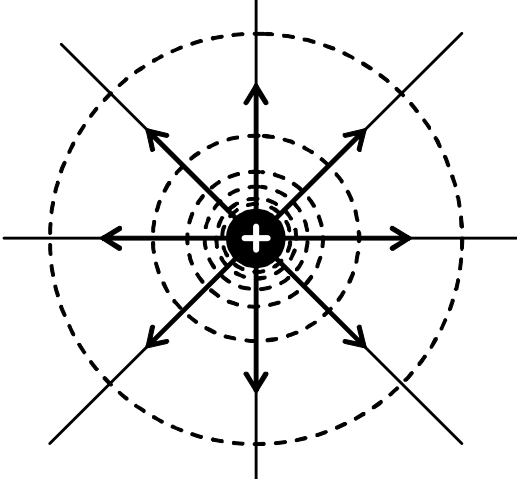
$$U_g = mgy$$

Ainsi, cette **courbe** nous permet d'identifier le **potentiel gravitationnel** sur la carte :

$$V_g = \frac{U_g}{m} = gy$$

## Surfaces équipotentielles électriques

Une surface équipotentielle électrique est une région où la valeur du potentiel électrique est la même en tout point. Les équipotentiels électriques possèdent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des équipotentiels électriques	Charge ponctuelle $\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \hat{r}$ et $V = k \frac{Q}{r}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le potentiel électrique est égal en tout point de la surface.</li> <li>Le champ électrique est perpendiculaire à la surface équipotentielle.</li> <li>Le sens du champ électrique définit le sens où il y a une chute de potentiel.</li> <li>Plus les équipotentiels sont rapprochées, plus le champ électrique est de module élevé (voir chapitre 2.5).</li> </ul>	 <p>The diagram shows a central point charge represented by a black dot with a '+' sign. Solid lines with arrows radiate outwards from the charge, representing the electric field. Dashed concentric circles represent equipotential surfaces. The field lines are perpendicular to the equipotential surfaces at every point.</p>

**Situation 1 :** *Les équipotentiels autour d'une particule chargée.* On désire tracer les équipotentiels  $V = 1 \text{ V}$ ,  $V = 2 \text{ V}$  et  $V = 3 \text{ V}$  pour une particule dont la charge vaut  $1 \text{ nC}$ .

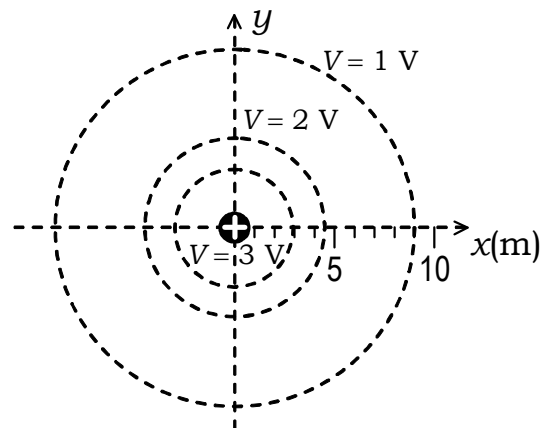
À partir de la définition du potentiel électrique généré par une particule ponctuelle, évaluons à quelle distance  $r$  est situé la surface équipotentielle désirée :

$$V = k \frac{Q}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{kQ}{V}$$

$$V = 1 \text{ V} : \quad r_{(1\text{V})} = \frac{(9 \times 10^9)(1 \times 10^{-9})}{1} = 9 \text{ m}$$

$$V = 2 \text{ V} : \quad r_{(2\text{V})} = \frac{(9 \times 10^9)(1 \times 10^{-9})}{2} = 4,5 \text{ m}$$

$$V = 3 \text{ V} : \quad r_{(3\text{V})} = \frac{(9 \times 10^9)(1 \times 10^{-9})}{3} = 3 \text{ m}$$



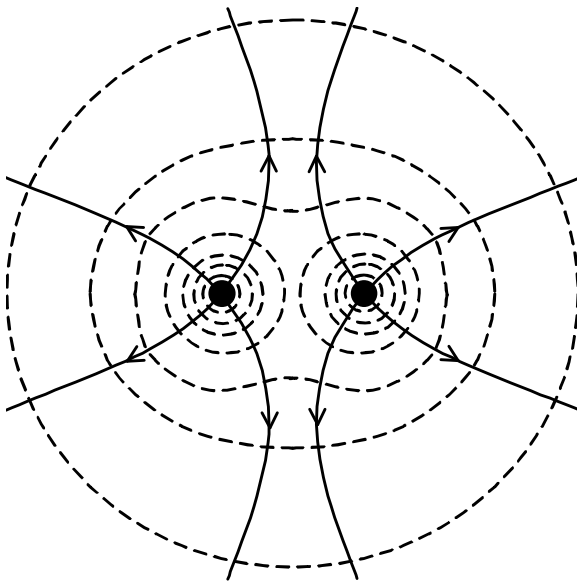
## Dessiner les équipotentiels d'un système de charges

Puisque nous savons comment dessiner les surfaces équipotentiels d'une charge ponctuelle, on peut dessiner les surfaces équipotentiels d'un groupe de  $N$  charges ponctuelles, car :

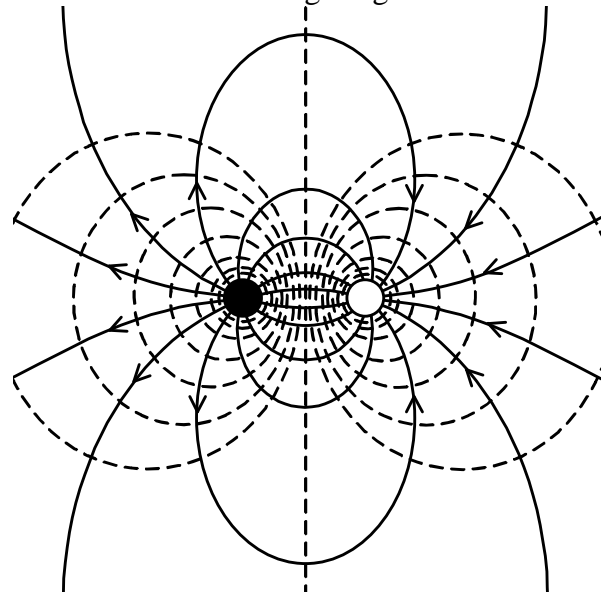
$$V_{tot} = \sum_{i=1}^N V_i = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_N$$

Exemples :

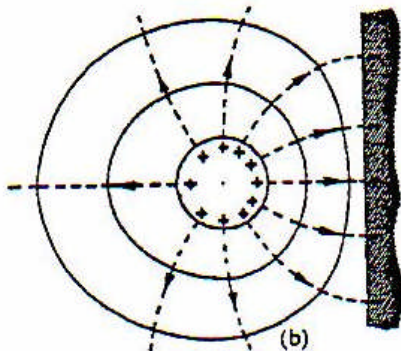
Deux charges positives



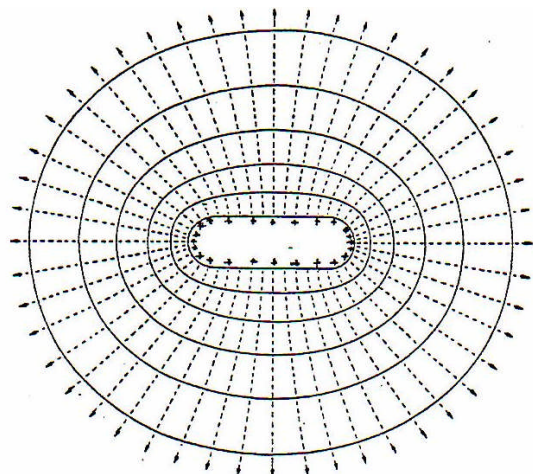
Une charge positive et une charge négative



Sphère métallique devant un plan conducteur



Conducteur oblong chargé



### N.B.

Ces schémas sont très long à produire, car il faut calculer du potentiel électrique  $\forall$  charges et  $\forall$  les positions  $(x,y)$  si l'on veut beaucoup de précision.