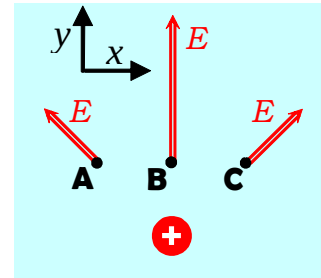


Chapitre 1.7 – Le champ électrique généré par une TRIUC

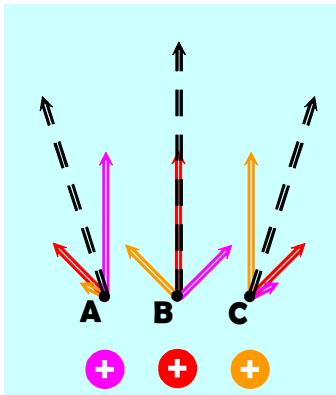
Un alignement de particules chargées

Considérons une particule de charge positive et représentons graphiquement le champ électrique en trois points de l'espace A, B et C de coordonnée y semblable. Il est important de remarquer que le champ électrique est orienté de façon radiale et qu'il diminue en fonction du carré de la distance. Le champ électrique est différent aux trois points de l'espace.

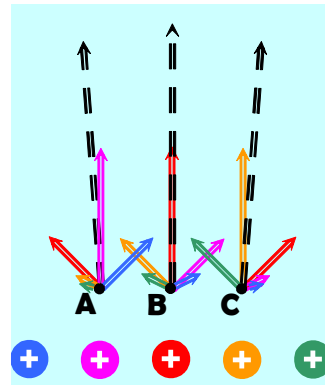


Alignons plusieurs de ces particules sur une ligne droite à intervalle régulier. À l'aide du **principe de superposition** du champ électrique, on réalise que le champ électrique total aux trois points A, B et C tend à **s'aligner avec l'axe x** et à prendre un **module identique**.

Trois particules sur une ligne rectiligne



Cinq particules sur une ligne rectiligne

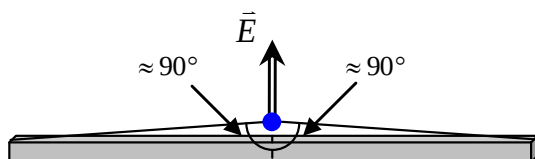


La TRIUC

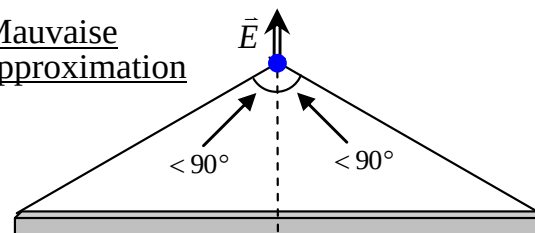
La TRIUC est une **T**ige **R**ectiligne **I**nfinie **U**niformément **C**hargée qui génère un champ électrique **radial** à la tige. Bien que cette construction soit impossible à réaliser, la TRIUC est une **approximation** à toutes situations où il y a un **très grand nombre** de **particules chargées distribuées uniformément** sur une **tige rectiligne très longue**.

Une tige est considérée très longue lorsqu'il faut des angles près de 90° pour localiser les extrémités de la tige.

Bonne approximation



Mauvaise approximation

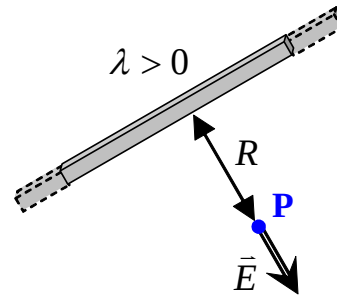


Le module du champ électrique E généré par une TRIUC en un point P est proportionnel à la densité linéique de charges λ sur la tige et est inversement proportionnel à la plus petite distance R entre la tige infinie et le point P :

$$E = \frac{2k|\lambda|}{R}$$

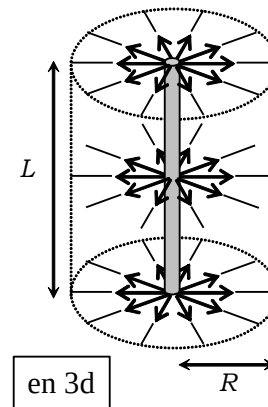
où E : Le module du champ électrique (N/C)
 λ : Densité linéique de charge (C/m)
 R : Distance entre le point P et la tige en mètre (m)

k : Constante de la loi de Coulomb, $k = 9,00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$



Remarque :

- ❖ Lorsque l'on utilise l'approximation de la TRIUC avec une tige fini, nous pouvons obtenir la densité linéique de charge à partir de la charge totale Q sur la tige et la longueur L de la tige : $\lambda = Q/L$
- ❖ Un point P est toujours situé au centre de la TRIUC.
- ❖ En trois dimensions, le champ électrique produit par une TRIUC est considéré comme étant radial à la tige. Ainsi, le champ est toujours perpendiculaire à la tige.

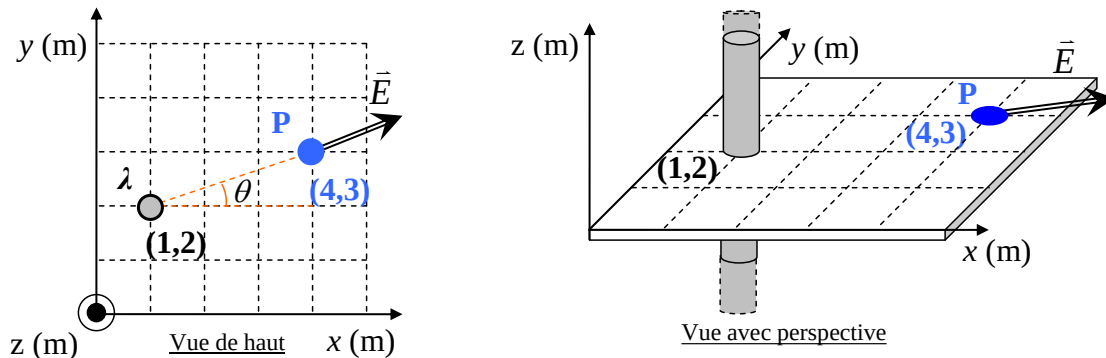


Preuve :

La démonstration de l'expression du module du champ électrique de la TRIUC sera effectuée au chapitre 1.8 dans la démonstration d'un cas plus général.

Situation A : La tige chargée vue de haut. Une TRIUC de $4 \mu\text{C/m}$ est alignée parallèlement à l'axe z et passe par la coordonnée $(1,2)$ d'un plan cartésien xy . On désire évaluer vectoriellement le champ électrique au point **P** $(4,3)$ produit par la tige.

Voici une représentation graphique de la situation dans un plan cartésien xyz :



Nous avons les informations suivantes selon la géométrie du problème :

- La densité de charge de la tige : $\lambda = 4 \times 10^{-6} \text{ C/m}$
- La distance entre le point **P** et la tige : $R = \sqrt{3^2 + 1^2} \Rightarrow \boxed{R = \sqrt{10} \text{ m}}$
- Angle de projection du vecteur : $\tan(\theta) = \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{\theta = 18,43^\circ}$

Nous avons ainsi le champ électrique suivant au point **P** produit par la tige :

$$E = \frac{2k|\lambda|}{R} \Rightarrow E = \frac{2(9 \times 10^9)(4 \times 10^{-6})}{(\sqrt{10})}$$

$$\Rightarrow \boxed{E = 2,28 \times 10^4 \text{ N/C}}$$

Vectoriellement, il faut projeter le champ électrique sur l'axe x et y . Puisque la tige est composée d'un surplus de charges positives, le champ électrique sera orienté vers l'extérieur de la tige :

$$E_x = E \cos(\theta) \Rightarrow E_x = (2,28 \times 10^4) \cos(18,43)$$

$$\Rightarrow \boxed{E_x = 2,16 \times 10^4 \text{ N/C}}$$

$$E_y = E \sin(\theta) \Rightarrow E_y = (2,28 \times 10^4) \sin(18,43)$$

$$\Rightarrow \boxed{E_y = 0,72 \times 10^4 \text{ N/C}}$$

Ce qui nous donne le résultat suivant :

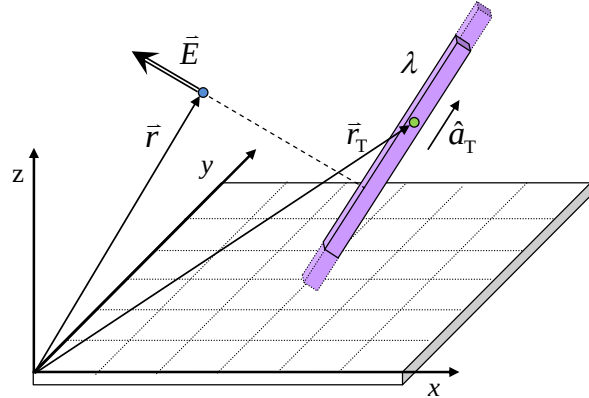
$$\boxed{\vec{E} = (2,16 \vec{i} + 0,72 \vec{j}) \times 10^4 \text{ N/C}}$$

Le champ électrique d'une TRIUC à l'aide des vecteurs positions (complément informatique)

À partir d'un point $\vec{r}_T$ appartenant à une tige infinie uniformément chargée et de l'orientation $\hat{a}_T$ de celle-ci, nous pouvons évaluer le champ électrique à une position $\vec{r}$ grâce à l'équation suivante :

$$\vec{E} = 2k\lambda \frac{\vec{R}_T}{\|\vec{R}_T\|^2}$$

où $\vec{R}_T = \hat{a}_T \times (\vec{r} - \vec{r}_T) \times \hat{a}_T$



- où
- $\vec{E}$: Le champ électrique généré par la tige (N/C).
 - λ : La densité linéique de charges (C/m).
 - $\vec{r}$: Le vecteur position où le champ électrique est évalué (m).
 - $\vec{r}_T$: Le vecteur position d'un des points appartenant à la tige (m).
 - $\hat{a}_T$: L'orientation de l'axe de la tige (m).
 - k : Constante de la loi de Coulomb, $k = 9,00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Preuve :

En construction ...

