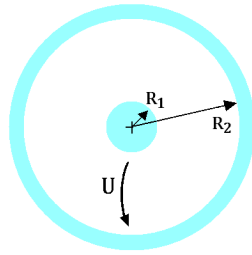


La ligne coaxiale

Soit une ligne coaxiale formée d'un conducteur interne de rayon R_1 et d'un cylindre externe dont le rayon intérieur vaut R_2 . Lorsque l'on impose une différence de potentiel croissante entre les deux conducteurs, deux cas sont à distinguer :



$R_1 < R_2/e$ ($e = 2,718\dots$)

L'effet de couronne produit une zone ionisée de rayon R_i qui augmente avec la tension. Le champ électrique à la surface de cette zone diminue et les aigrettes y restent confinées, tant que R_i reste inférieur à R_2/e . Si la tension augmente au point que R_i devienne supérieur à R_2/e , le champ à la surface de la zone ionisée se met à augmenter avec la tension, et une étincelle éclate vers le conducteur extérieur.

$R_1 > R_2/e$

Dès que le champ électrique atteint sa valeur disruptive à la surface du conducteur interne, la décharge éclate : il n'y a pas d'effet de couronne.

☞ La justification de cette limite R_2/e sera établie aux exercices.

Correction de Peek

La relation théorique donnant la tension d'apparition de l'effet de couronne dans une ligne coaxiale a été corrigée empiriquement par Frank William Peek (1881-1933) :

$$U_c = E_{do} K m \left(1 + \frac{0,03}{\sqrt{K \cdot R_1}} \right) R_1 \ln \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \quad [V]$$

avec : $E_{do} = 3 \text{ MV/m}$ en DC ou $2,12 \text{ MV/m}$ efficace AC.

$K = \delta \cdot k$ facteurs de corrections climatiques

$m = m_g \cdot m_p$ facteurs de corrections liées à l'état de surface du conducteur

Le facteur entre parenthèses tient compte de la difficulté des électrons à produire l'ionisation de l'air autour d'un conducteur de très petit diamètre.

Corrections climatiques

a) Correction due à la pression :

$$\delta = \frac{P}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T} \quad [-]$$

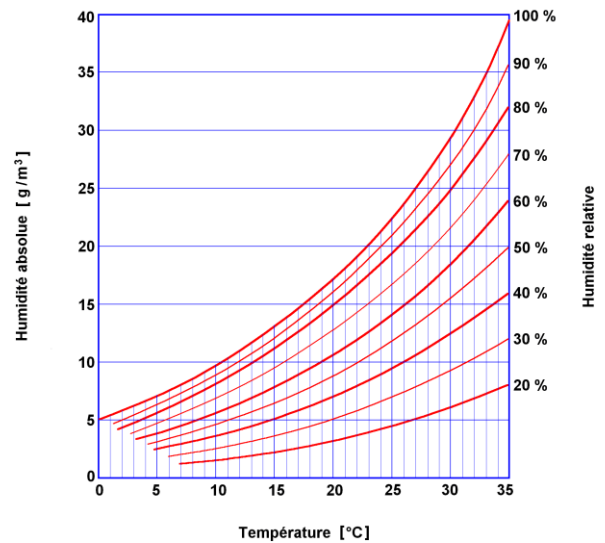
avec : P, T : pression, température [K]
 $P_o = 0,1013 \text{ MPa}, T_o = 293,16 \text{ K}$

b) Correction due à l'humidité :

$$k = 1 + \left[0,002 \left(\frac{H_{abs}}{\delta} - 8,5 \right) \right] \quad [-]$$

avec : H_{abs} en g/m^3

Relation entre humidités absolue et relative



Corrections liées à la surface du conducteur central

a) Correction géométrique :

$0,9$ (cylindre) $> m_g > 0,8$ (barre carrée)

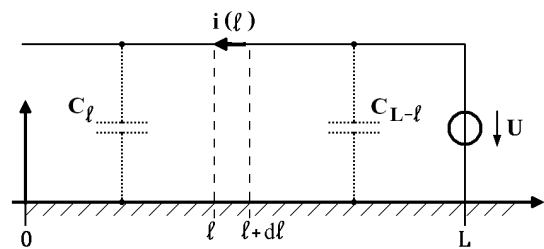
b) Correction de propreté :

$0,9$ (propre) $> m_p > 0,3$ (pollué)

Pertes dans les lignes à vide

Dans une ligne à haute tension à vide, les pertes d'énergie active découlent de deux phénomènes concurrents : l'effet Joule et l'effet de couronne. Ce dernier est simplement proportionnel à la longueur. En revanche les pertes par effet Joule sont proportionnelles au cube de la longueur.

Démonstration : Soit une ligne de longueur L , avec des constantes linéiques C' et R' , et alimentée par une tension alternative de valeur efficace U .



Considérons la tranche comprise entre l et $l+dl$; elle sépare la ligne en deux tronçons de capacités C_l et C_{L-l} . Si $i(l)$ est le courant qui circule dans la ligne au niveau de cette tranche, on peut écrire :

$$i(l) = U C_l \omega = U C' \omega l \quad [A]$$

Les pertes par effet Joule dans la tranche $[l ; l + dl]$ sont données par :

$$dP_j = R' i^2(l) dl = R' U^2 C'^2 \omega^2 l^2 dl \quad [W]$$

$$\Rightarrow P_j = U^2 R' C'^2 \omega^2 \frac{1}{3} L^3 \quad [W]$$

Pour une ligne de grande longueur, les pertes par effet Joule deviennent donc prépondérantes.