EXERCICE III : LE PROJET AMPACITY (5 points)

Le deuxième producteur d'énergie en Allemagne a remis le 20 décembre 2013 à Nexans (société française) son prestigieux prix de l'innovation. Cette distinction couronne le projet révolutionnaire AmpaCity qui porte sur le déploiement en cours, à Essen dans la Ruhr (Allemagne), d'un câble d'énergie supraconducteur destiné à démontrer la capacité des supraconducteurs à transporter l'électricité avec des « pertes » moindres.

Les documents utiles à la résolution sont à la fin de l'exercice.

Questions :

Estimer la durée qu'un câble traditionnel mettrait pour commencer à fondre s'il était parcouru par un courant électrique de même intensité que celui parcourant le câble supraconducteur.
Discuter de l'intérêt d'utiliser un composant siège du phénomène de supraconductivité dans le projet AmpaCity.

Remarques :
L'analyse des données ainsi que la démarche suivie sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Des initiatives doivent être prises et les calculs numériques doivent être menés à leur terme avec rigueur.

Données :

- volume d'un cylindre de longueur L et de rayon r : $V = L.\pi.r^2$;

- résistance R (en Ω) d'un conducteur électrique de résistivité électrique ρ (en Ω.m), de longueur du conducteur L (en m) et de section du conducteur S (en m²) :

$$R = \frac{\rho.L}{S} \text{ ;}$$

- puissance électrique P (en W) transmise à un dispositif traversé par un courant d'intensité I (en A) : $P = U \times I$ où U (en V) est la tension appliquée aux bornes du dispositif ;

- puissance électrique P_J (en W) dissipée par un conducteur ohmique de résistance R (en Ω) parcouru par un courant électrique d'intensité I (en A) : $P_J = R.I^2$;

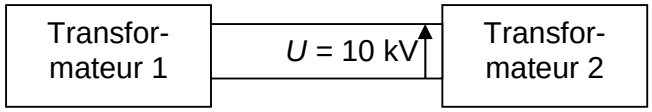
- quelques caractéristiques physiques du cuivre :

Résistivité électrique ρ	$1{,}7 \times 10^{-8}$ Ω.m
Masse volumique μ	$8{,}92 \times 10^{3}$ kg.m^{-3}
Capacité thermique massique c	390 J.kg^{-1}.K^{-1}
Température de fusion T	1356 K

DOCUMENTS DE L'EXERCICE III

Description du projet AmpaCity

Le câble supraconducteur le plus long du monde a été officiellement intégré, le 30 avril 2014, dans le réseau électrique d'une ville allemande : Essen (Rhénanie du Nord-Westphalie). Le câble, d'une longueur égale à 1 km, relie maintenant deux postes de transformation dans le centre de la ville.

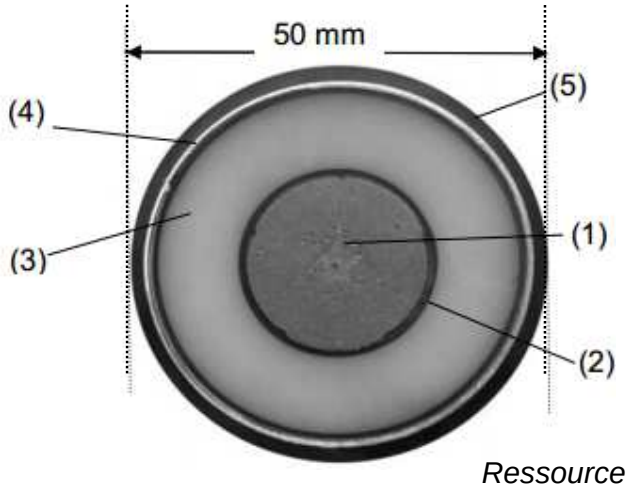


Puissance transférée au transformateur n°2 :
P = 40 MW.

Les câbles utilisés pour AmpaCity, sont conçus pour permettre le transfert d'une puissance de valeur 40 MW sous une tension de valeur 10 000 V. Grâce aux caractéristiques du matériau supraconducteur, une céramique particulière, et à son refroidissement à de très basses températures, le câble est un conducteur électrique idéal. À Essen, le câble remplace une ligne à haute tension traditionnelle utilisant un câble traditionnel de même diamètre !

D'après http://www.bulletins-electroniques.com

Coupe d'un câble électrique haute tension traditionnel

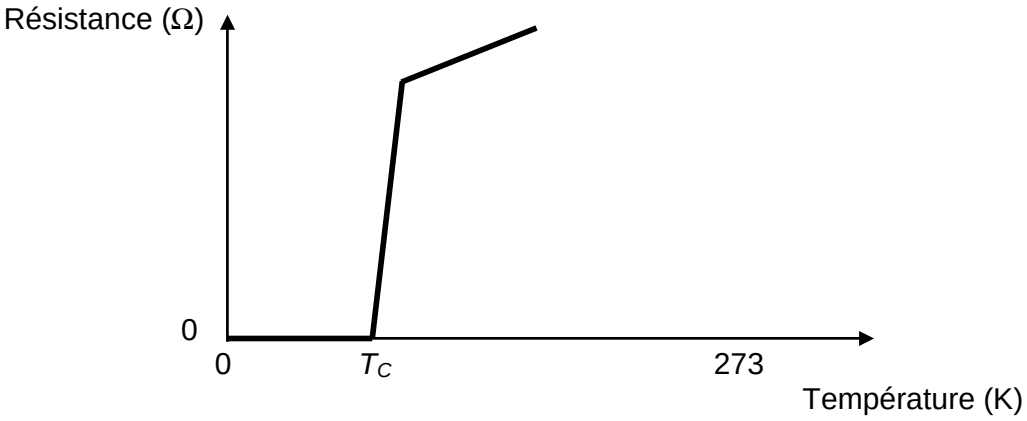


(1) : Conducteur en cuivre
(2) : Couche semi-conductrice
(3) : Isolant
(4) : Couche semi-conductrice externe
(5) : Enveloppe

Ressource : Shanghai Yongjin Cable Group Co., Ltd

Supraconducteur et température critique

Les matériaux supraconducteurs se définissent, entre autres, par leur température critique T_c sous laquelle leur comportement vis-à-vis du passage du courant électrique évolue.



T(Kelvin) = θ (Celsius) + 273