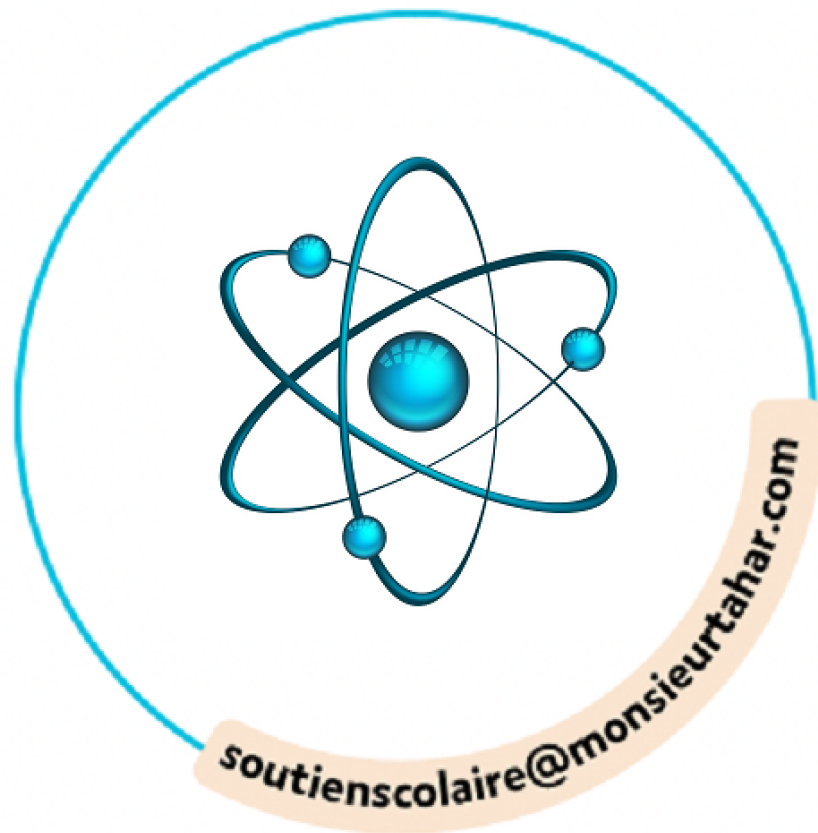


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

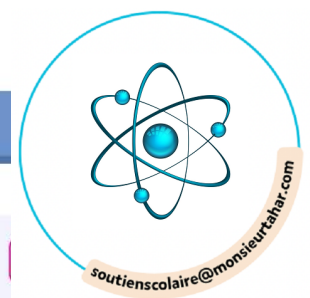


PHYSIQUE- CHIMIE

CHAPITRE 3

Exercices

Tester ses connaissances



QCM

CORRIGÉ p. 246

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

	a	b	c	d
1 L'effet Joule est un phénomène :	apparu au cours du xx^e siècle.	d'échauffement d'un conducteur électrique lorsqu'il est traversé par un courant électrique.	qu'il faut minimiser dans le cadre du transport de l'électricité.	qui peut présenter des avantages.
2 La puissance dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique de résistance $2,0 \Omega$ a pour valeur 800 mW . L'intensité du courant électrique qui traverse ce conducteur ohmique vaut :	$6,3 \times 10^2 \text{ mA}$.	$6,3 \text{ mA}$.	$0,63 \text{ mA}$.	$0,063 \text{ mA}$.
3 Un conducteur ohmique de résistance $r = 2 \Omega$ est traversé par un courant de 20 mA . La puissance dissipée par effet Joule dans ce conducteur ohmique vaut :	$0,8 \text{ mW}$.	8 mW .	80 mW .	800 mW .
4 Cinq éoliennes produisent de l'électricité à l'aide du vent. Cette énergie est transportée vers une sous-station qui va la redistribuer à trois foyers isolés. Le graphe orienté pouvant décrire cette situation est constitué :	d'une boucle.	de 9 nœuds et 8 arcs orientés.	de 8 nœuds et 9 arcs orientés.	de 1 nœud.

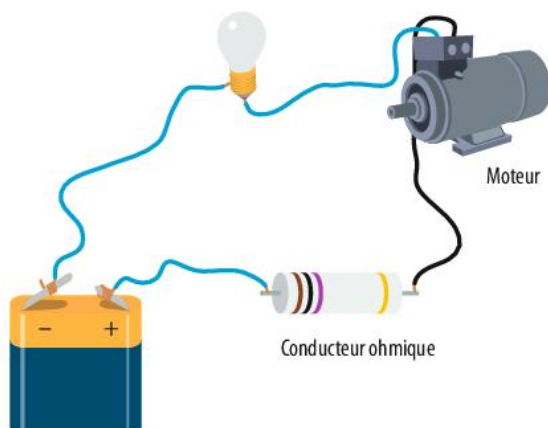
5 Phrases à construire CORRIGÉ p. 246

Construire une phrase à l'aide des mots suivants.

- transport de l'électricité – haute tension – pertes par effet Joule.
- conducteur – courant électrique – effet Joule.
- système de production et distribution d'électricité – arcs – graphe orienté – nœud.

6 Circuit électrique à schématiser

Schématiser le circuit électrique suivant.



7 Construire un graphe orienté

Un village de montagne est alimenté en électricité par trois éoliennes et un barrage hydroélectrique. L'énergie ainsi produite est transportée vers une sous-station qui la redistribue au village concerné.

Construire le graphe orienté décrivant la situation.

8 Déterminer le minimum d'une fonction

On donne le tableau de valeurs d'une fonction avec un pas de $0,1$ sur l'intervalle $[2 ; 3,9]$.

Déterminer, avec la précision permise par le tableau, à quel intervalle semble appartenir la valeur qui rend la fonction minimale sur son intervalle de définition.

x	$f(x)$
2,0	6,75
2,1	6,281
2,2	5,854
2,3	5,469
2,4	5,126
2,5	4,825
2,6	4,566

x	$f(x)$
2,7	4,349
2,8	4,174
2,9	4,041
3,0	3,95
3,1	3,901
3,2	3,894
3,3	3,929

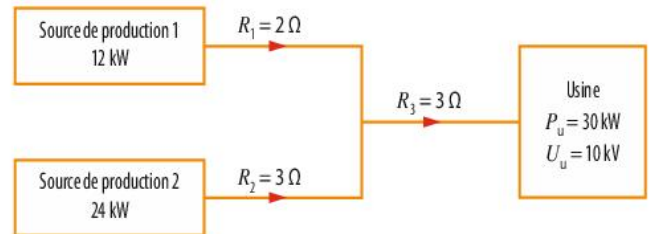
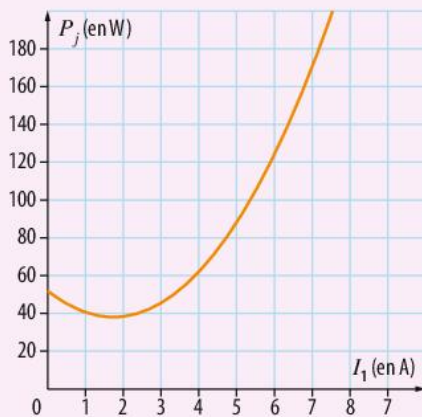
x	$f(x)$
3,4	4,006
3,5	4,125
3,6	4,286
3,7	4,489
3,8	4,734
3,9	5,021

Exercice résolu

9 Optimiser un réseau de distribution électrique

Deux centres de production d'énergie électrique sont susceptibles d'alimenter une usine selon le graphe orienté suivant.

1. **Exprimer** la puissance perdue par effet Joule en fonction de I_1 .
2. **Vérifier** que $5 I_1^2 - 18 I_1 + 54 = P(I_1)$
3. On a tracé la représentation graphique de la fonction précédente sur l'intervalle $[0 ; 7]$. À l'aide de la précision permise par le graphique, **déterminer** une valeur approchée de la valeur I_1 qui rend les pertes minimales par effet Joule.



Au vu des contraintes de l'usine, on cherche comment minimiser les pertes par effet Joule (P_J).

Conseils

Identifier les contraintes et variables connues.

Écrire la somme des puissances dissipées par effet Joule.

Appliquer la loi des nœuds.

Établir la fonction à une seule variable.

Rappel : $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

Chercher l'abscisse du minimum de la fonction proposée par lecture graphique.

Solution

1. • Contrainte de fonctionnement de l'usine : $P_u = 30 \text{ kW}$ et $U_u = 10 \text{ kV}$.

$$I_u = \frac{P_u}{U_u} = \frac{30\,000}{10\,000} = 3,0 \text{ A}$$

$R_1 = 2 \Omega$; $R_2 = R_3 = 3 \Omega$; I_1 : intensité du courant sortant de la source de production 1 ; I_2 : intensité du courant sortant de la source de production 2 ; I_u : intensité du courant entrant dans l'usine.

- Expression de la puissance dissipée par effet Joule (P_J) :

$$P_J = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times I_2^2 + R_3 \times I_u^2$$

- Loi des nœuds : $I_1 + I_2 = I_u$

$$I_2 = I_u - I_1$$

$$P_J(I_1) = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times (I_u - I_1)^2 + R_3 \times I_u^2$$

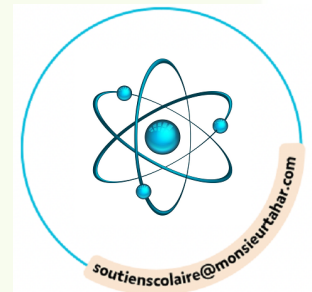
$$P_J(I_1) = 2 \times I_1^2 + 3(3 - I_1)^2 + 3 \times 3^2 = 2 I_1^2 + 3(3 - I_1)^2 + 27$$

2. Développer l'expression des pertes $P_J(I_1)$

$$P_J(I_1) = 2 I_1^2 + 3(9 - 6 I_1 + I_1^2) + 27 = 2 I_1^2 + 3 I_1^2 - 18 I_1 + 27 + 27$$

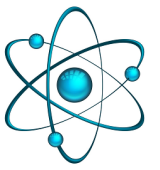
$$P_J(I_1) = 5 I_1^2 - 18 I_1 + 54$$

3. Le minimum de la fonction est situé à environ 36 W pour les pertes P_J . Cela correspond à une abscisse de 1,8 A environ. La valeur de I_1 pour un minimum de pertes par effet Joule est 1,8 A.



Exercices

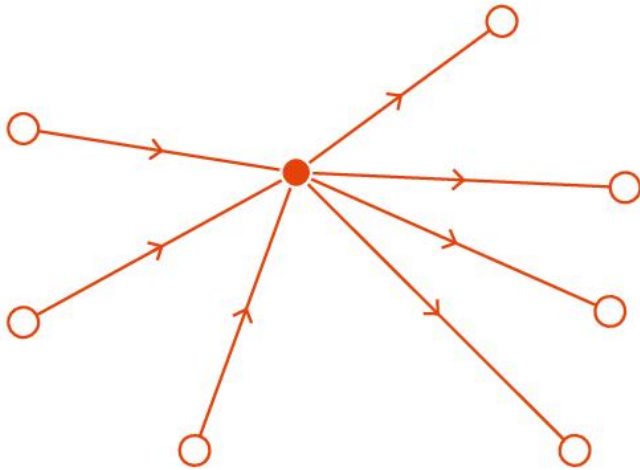
Développer ses compétences



soutienscolaire@monsieurhahar.com

10 Modéliser un circuit de distribution électrique

Soit le graphe orienté suivant :



Imaginer un circuit de distribution électrique pouvant correspondre à cette modélisation.

11 Minimum d'une fonction

$$f(x) = 3x^2 - 4x + 2$$

$$i(x) = 3(x - 0,75)^2 + 4,5625$$

$$g(x) = 3\left(x - \frac{2}{3}\right)^2 + \frac{2}{3}$$

$$j(x) = 3\left(x - \frac{1}{6}\right)^2 + \frac{59}{12}$$

$$h(x) = 3x^2 - 4,5x + 6,25$$

$$k(x) = 3x^2 - x + 5$$

1. **Relier** les différentes formes des expressions de fonctions suivantes deux à deux.
2. Pour chacune des expressions précédentes **déterminer** la valeur qui rend l'expression minimale à l'aide de la méthode de votre choix : résolution graphique, tableau de valeurs ou par le calcul.

12 Pertes de puissance par effet Joule

Une centrale électrique au charbon de puissance $P = 590$ MW alimente une grande ville située à 50 km. La puissance disponible à l'entrée de la ville est de 587 MW.

1. **Calculer** la puissance dissipée par effet Joule lors du transport de l'électricité.
2. Sachant que le courant électrique dans les conducteurs est de 100 A, **en déduire** la valeur de la résistance des conducteurs (en supposant que la puissance dissipée provient de l'effet Joule).
3. La résistance linéique des conducteurs est de $0,25 \Omega \cdot \text{km}^{-1}$, **calculer** la longueur des câbles de ce réseau de distribution.

13 Rendement d'une ligne à haute tension

Une centrale hydroélectrique de puissance $P = 700$ MW alimente deux usines situées à 40 km de la centrale. La puissance disponible est réduite de 2,5 % par effet Joule.

Calculer la puissance disponible à l'entrée des deux usines.



Une centrale hydroélectrique

14 Représentation graphique d'une fonction

Soit f la fonction définie sur $[0 ; 8]$ par $f(x) = 0,2x^2 - 2x + 10,4$

1. **Compléter** le tableau de valeurs suivant :

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$f(x)$									

2. **Tracer** la représentation graphique de cette fonction dans un repère orthonormé. La fonction semble-t-elle avoir un minimum ou un maximum ? D'après le tableau de valeurs, en quelle abscisse cet extremum est-il atteint et combien vaut-il ?

3. **Montrer** que $f(x) = 0,2(x - 5)^2 + 5,4$. **En déduire** les coordonnées de l'extremum de la fonction.

15 Expression d'une fonction

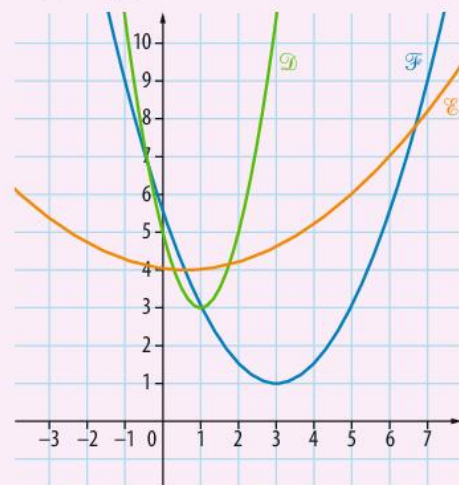
À l'oral !

Relier les expressions de fonction à leurs représentations graphiques en justifiant le raisonnement.

a. $f(x) = 2(x - 1)^2 + 3$

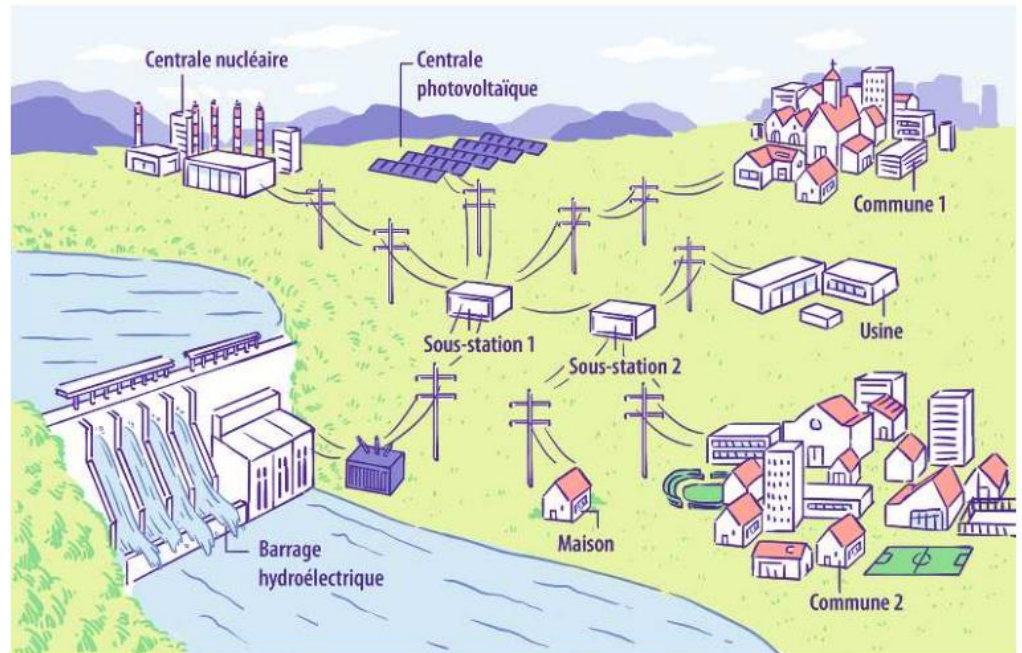
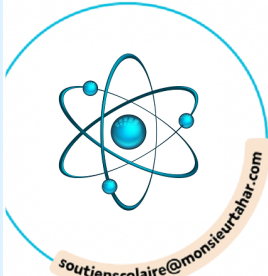
b. $g(x) = 0,5(x - 3)^2 + 1$

c. $h(x) = 0,1(x - 0,5)^2 + 4$



16 Un réseau de transport de l'électricité

Modéliser le réseau de transport ci-contre à l'aide d'un graphe orienté.

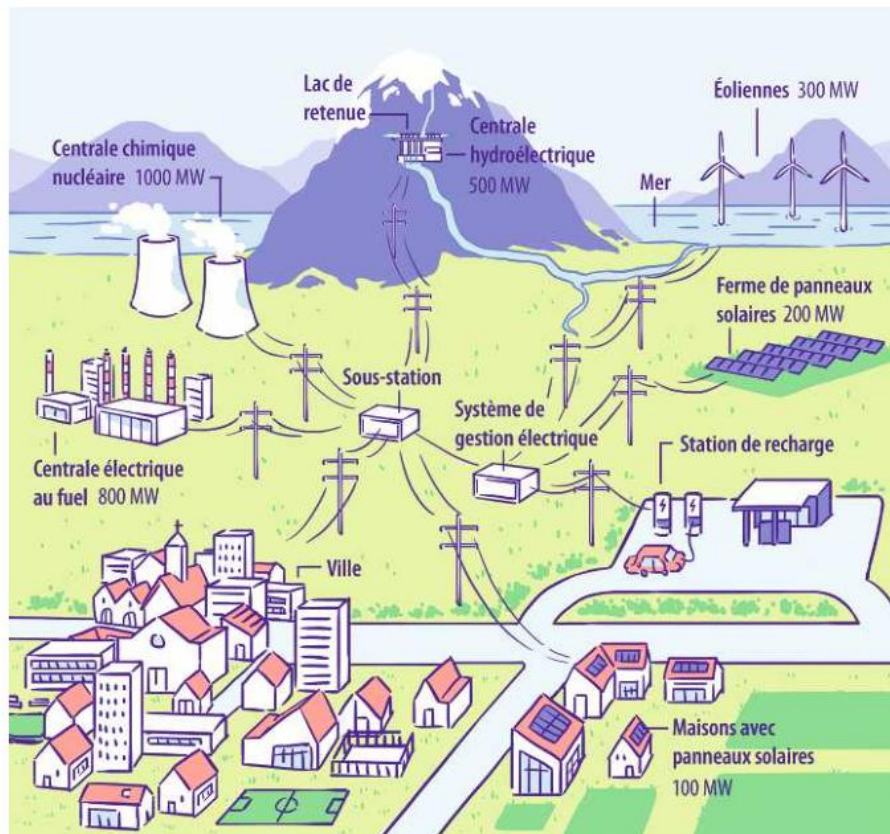


17 Le réseau Smart grid

Prépa E3C

Le terme *Smart grid* provient de la contraction de *Power grid* (réseau de distribution électrique), et de *Smart* (intelligence). Ce « réseau électrique intelligent » favorise la circulation d'informations entre les fournisseurs et les consommateurs afin

d'ajuster le flux d'énergie électrique en temps réel. Il permet également une gestion plus efficace du réseau électrique en valorisant au mieux l'énergie électrique produite à partir d'énergie renouvelable.



Exemple d'un réseau Smart grid

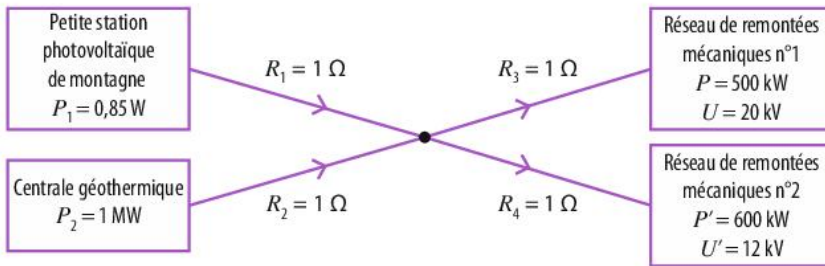
Les valeurs de puissances inscrites correspondent aux puissances maximales de production de puissance électrique des différents systèmes.

1. La journée est très ensoleillée, sans vent. La demande en puissance électrique de la ville est de 500 MW, celle des voitures électriques de 40 MW et celle des maisons est nulle. **Proposer** un graphe orienté modélisant le fonctionnement du « réseau électrique intelligent » en choisissant de ne faire fonctionner que des installations d'énergie renouvelable.
2. Un soir de semaine la demande énergétique de la ville est de 1,8 GW, celle des voitures électriques en pleine recharge est de 120 MW et celles de maisons particulières de 150 MW. **Proposer** un graphe orienté modélisant le fonctionnement du « réseau électrique intelligent » en choisissant de faire fonctionner le plus possible d'installations d'énergie renouvelable.
3. **Lister** quelques arguments en faveur des *Smart grid* pour la gestion de la distribution de l'énergie électrique.

18 Minimiser une fonction par encadrement de la valeur

Prépa E3C

Deux réseaux de remontées mécaniques dans une station de ski sont alimentés par une petite station photovoltaïque et une centrale géothermique. Le circuit est représenté selon le graphe orienté suivant.



1. Vérifier que

$$\text{Pertes}(I_1) = 2I_1^2 - 150I_1 + 8\,750$$

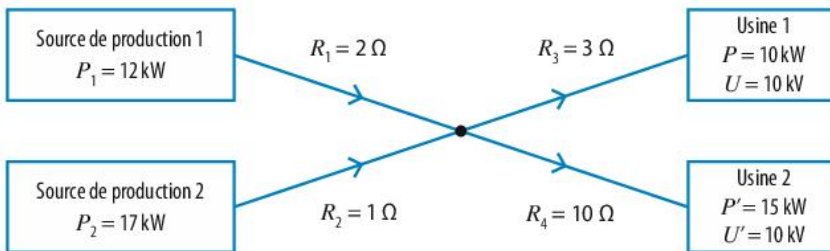
2. À l'aide d'un tableur et de tableaux de valeurs, **trouver** un encadrement à 10^{-2} près de la valeur qui rend la fonction minimale.



19 Minimiser une fonction

Prépa E3C

Deux centres de production d'énergie électrique sont susceptibles d'alimenter deux usines selon le graphe orienté suivant.



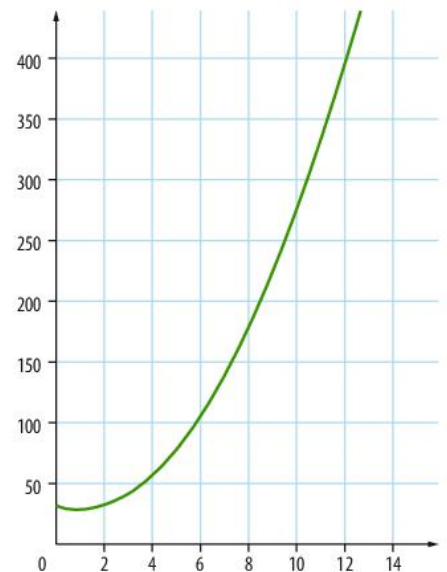
1. Calculer les valeurs de I_3 et I_4 avec les données de l'exercice.

2. Établir l'expression de la puissance dissipée par effet Joule.

3. Montrer que la fonction à minimiser est

$$\text{Pertes}(I_1) = 3I_1^2 - 5I_1 + 31,75$$

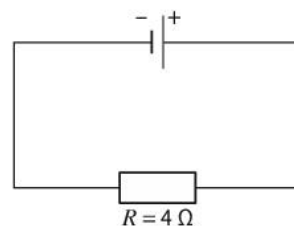
4. Déterminer le minimum de la fonction $\text{Pertes}(I_1)$ en vous appuyant sur le graphique ou par une méthode numérique de votre choix.



20 Algorithme et circuit électrique

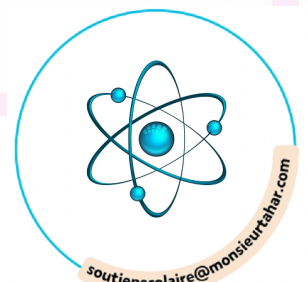


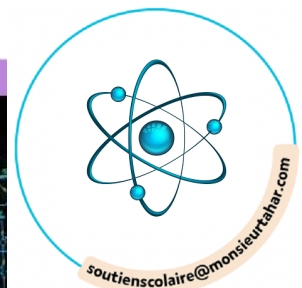
Voici un circuit électrique simple composé d'un générateur et d'une résistance.



Expliquer ce que permet de calculer cette fonction Python.

```
def fonction(I):  
    return (4*I**2)
```





La stabilité du réseau électrique européen

Les opérateurs des réseaux électriques nationaux doivent assurer un équilibre permanent entre la production et la consommation afin d'éviter tout risque de panne de courant à large échelle. Un développement massif des sources d'énergie renouvelables, telles que le solaire ou l'éolien, permet de limiter les rejets de CO₂, mais se heurte actuellement à une difficulté d'adaptation à la demande : leur production est variable en fonction de la météo, voire nulle la nuit pour le solaire.

Il est ainsi envisagé de corriger cette production intermittente dans le cadre d'un réseau européen utilisant l'informatique pour optimiser la production et les échanges. On parle de *Smart grid*. Dans cette optique, une sous-production locale serait contrebalancée par une surproduction se faisant ailleurs. Pour l'éolien, cela implique que les variations locales du vent soient compensées au niveau européen.

1 Fourniture d'énergie par l'éolien en France

Mi-mars 2019, plusieurs journaux ont titré sur une production record de l'éolien en France : alors que la puissance éolienne installée ne constitue que 9,5 % de la puissance totale du parc électrique, sa production a pu satisfaire 18 % de la consommation nationale. Cette même année, le record de quantité d'électricité produite par l'éolien sera battu le 13 décembre.

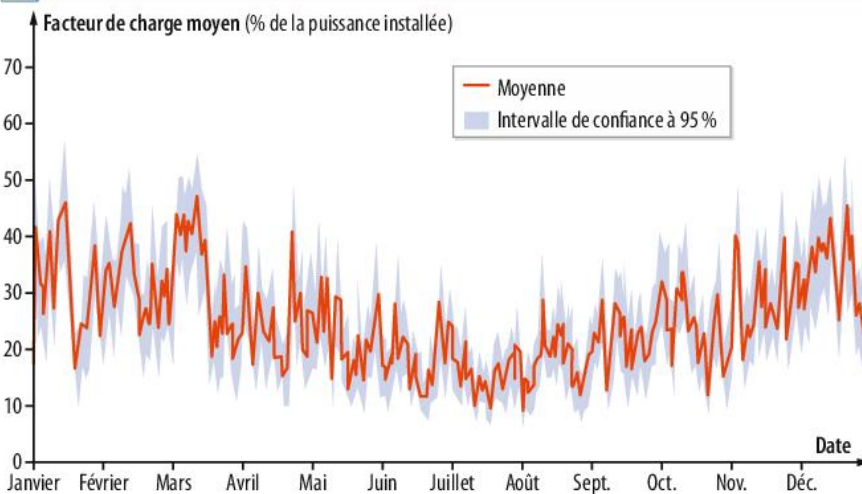
Source : media.Rte-france, 2019



En France, la stabilité du réseau électrique est assurée au CNES



2 Production éolienne européenne moyenne en 2019



Le facteur de charge correspond au pourcentage de temps durant lequel une installation a fourni sa puissance maximale, il constitue un indice de sa rentabilité. La moyenne de la variation du facteur de charge éolien des 19 principaux producteurs d'électricité européens permet d'évaluer le degré de compensation au niveau européen.

Source : entsoe.eu, 2020

À VOTRE AVIS

➤ Dans le cadre européen, le développement de quel(s) moyen(s) de production s'avère(nt) actuellement adapté(s) pour assurer un maintien durable et écologique de l'équilibre du réseau électrique ?

- L'éolien
- Le photovoltaïque
- Les combustibles fossiles
- Le nucléaire
- L'hydraulique (la plupart des pays européens sont proches du maximum d'exploitation hydroélectrique)

Voir Esprit scientifique
➤ esprit critique p. 6-11