

## Thème 02 - Le futur des énergies

### Chapitre 03 - Optimisation du transport de l'électricité

#### 1 Questions à choix multiple

**A- 1 et 3 ;** la proposition 2 est fausse car il faut au contraire augmenter notre consommation d'énergies renouvelables.

**B- 1 ;** les propositions 2 et 3 sont fausses car le temps presse pour éviter la catastrophe.

**C- 1, 2 et 3**

**D- 1, 2 et 3**

**E. 2 ;** la proposition 1 n'est pas une bonne réponse car la part du nucléaire est très importante en France ; la proposition 3 est également fausse car la part du nucléaire est très importante en France.

#### 2 Analyser des éléments de décision

Dans l'ordre des lignes : fossile, nucléaire, hydraulique, éolienne, solaire.

#### 3 Retour sur les problématiques

• **Quels sont les choix énergétiques de la France pour limiter le réchauffement climatique ?**

Diversifier le mix énergétique en augmentant la part des énergies renouvelables, aller vers des véhicules zéro émission, accélérer la rénovation énergétique des bâtiments, etc.

• **Quels sont les paramètres à prendre en compte pour effectuer des choix ?**

Facteurs économiques, sociaux, environnementaux, etc.

• **Quelles pistes peut-on développer pour aller plus loin ?**

Changer nos modes de mobilité, recycler pour moins gaspiller, etc.

#### 4 Agir pour la transition écologique

Une start-up a réussi l'exploit de créer un carburant alternatif très performant en convertissant des ressources renouvelables (des sucres résiduels de l'industrie de la betterave). Rien à voir avec les biocarburants disponibles depuis longtemps, qu'il fallait incorporer à 10 ou 15 % dans de l'essence. Il s'agit cette fois d'un biokérozène possédant les mêmes qualités que celui issu du pétrole. La première usine de production devrait entrer en service à la fin de l'année 2021.

**5 1.** Un graphe orienté.

**2.** Une source distributive qui peut-être une centrale électrique (S), deux répartiteurs ( $N_1$  et  $N_2$ ) et deux cibles destinataires ( $C_1$  et  $C_2$ ) qui peuvent être des habitations ou des industries.

#### 7 Étude d'un réseau électrique

**1.** Sources distributives : éoliennes et centrale nucléaire. Cibles destinataires : villes et usines.

**2. a.** Les rectangles rouges sont des transformateurs.

**b.** L'électricité est transportée sous très haute tension (400 kV). L'intérêt est de réduire l'effet Joule.

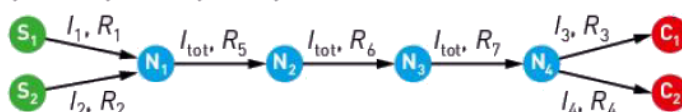
**3. a.** Pour les usines :  $I_{3 \text{ moy}} = P_{3 \text{ moy}} / U_3 = 150 \times 10^6 / 400 = 0,375 \times 10^6 \text{ A}$ .  
Pour les villes :  $I_{4 \text{ moy}} = P_{4 \text{ moy}} / U_4 = 570 \times 10^6 / 230 = 2,48 \times 10^6 \text{ A}$ .

$I_{\text{moy}} = I_{3 \text{ moy}} + I_{4 \text{ moy}} = 2,86 \times 10^6 \text{ A}$ .

**b.** D'après la loi des nœuds, on doit avoir au niveau des sources distributives :

$I_{1 \text{ moy}} + I_{2 \text{ moy}} = I_{3 \text{ moy}} + I_{4 \text{ moy}} = I_{\text{moy}} = 2,86 \times 10^6 \text{ A}$ .

**4. a.**



**b.** Cette fonction a pour expression :

$$P_J = R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2 + R_3 \cdot I_3^2 + R_4 \cdot I_4^2 + R_5 \cdot I_5^2 + R_6 \cdot I_6^2 + R_7 \cdot I_7^2$$



#### Quelques conseils

**3.** 1 MW =  $10^6$  W.

**4. b.** La fonction de perte à minimiser doit traduire les pertes par effet Joule  $P_J = R \cdot I^2$ .

## 8 Énergies renouvelables

1. a. Les énergies renouvelables sont toutes issues de sources non fossiles renouvelables. Ces énergies sont théoriquement inépuisables.  
b. Elles ont un impact limité sur l'environnement. En particulier, elles ne donnent pas lieu à de grandes émissions de gaz à effet de serre, et sont donc l'un des facteurs de lutte contre le changement climatique.
2. a. Les énergies renouvelables offrent une alternative aux hydrocarbures dont la fin est programmée.  
b. Elles offrent une alternative à l'énergie nucléaire dont la prolifération est inquiétante aux yeux du public.
3. Les énergies renouvelables ne changeront pas le paysage énergétique mondial. Même le scénario le plus optimiste (établi par les experts de Greenpeace) prévoit que seul un tiers de la consommation énergétique de 2030 proviendra des énergies renouvelables et que les énergies fossiles continueront à fournir plus des deux tiers de la consommation mondiale.
4. Ces études démontrent que l'essentiel du débat doit porter sur les capacités à économiser l'énergie.
5. Le plafond de production des énergies vertes doit augmenter si l'innovation vient à leur secours car elles possèdent un fort potentiel.

## 9 Taux de charge

1. Pour avoir la garantie d'un taux de charge suffisant, il faut que l'éolienne soit placée dans un endroit venteux et en hauteur.
2. 1 an = 8 760 heures.  
Cette éolienne pourrait, en théorie, produire au maximum :  

$$E = P \cdot t = 2,00 \times 8\,760 = 17,5 \times 10^3 \text{ MWh}$$

$$E = 17,5 \text{ GWh.}$$
 Le taux de charge de cette éolienne est donc de  

$$\frac{4,00}{17,5} = 22,8 \text{ \%.}$$
3. Elle a tourné à sa puissance nominale pendant :  

$$t = \frac{E}{P} = \frac{4,00 \times 10^3}{2,00} = 2,00 \times 10^3 \text{ heures.}$$
4. En réalité, les éoliennes fonctionnent à différents régimes.

## 10 Des territoires à énergie positive

1. et 2. Un territoire à énergie positive doit favoriser :  
– l'efficacité énergétique (par exemple, grâce à la construction de bâtiments bien isolés) ;

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre (par exemple, par le déploiement de transports en commun) ;
- la diminution de la consommation des énergies fossiles (par exemple, par le déploiement d'énergies renouvelables comme l'installation d'éolienne et de panneaux photovoltaïques).

## 11 Regard critique sur le nucléaire

1. Le cycle de vie du nucléaire, de l'extraction de l'uranium à sa fabrication en combustible, en passant par la manipulation et le transfert de matières radioactives, est émetteur de gaz à effet de serre. Donc l'énergie nucléaire n'est pas 100 % décarbonée. L'uranium est un minerai qui est une ressource fossile aussi limitée que le pétrole, le charbon ou le gaz naturel, donc l'énergie nucléaire n'est pas renouvelable.
2. Le risque cible l'émission brutale dans l'atmosphère de produits radioactifs, nocifs pour la population et l'environnement.
3. En cas de rejets radioactifs importants, les populations seront évacuées dans une zone de 10 km. En cas de rejet de faible intensité, les populations seront confinées chez elles et doivent ingérer de l'iode stable.
4. Les mesures réalisées dans la centrale du Tricastin n'ont pas atteint le seuil d'investigation car l'intensité des vibrations sismiques enregistrées a été 22 fois moins importante que le niveau de vibration pris en compte lors des études à la conception de la centrale.

## 12 Le cas du Japon

1. La consommation d'électricité du Japon entre 1990 et 2013 a augmenté (+ 24 % en 23 ans).
2. Cette évolution ne peut pas s'expliquer par l'augmentation de la population car depuis 2010, elle baisse. L'explication est donc la hausse de la consommation par habitant, due à des besoins toujours plus énergivores. En effet, d'après différents économistes, l'accident nucléaire de Fukushima (qui a juste changé le mix) n'a pas significativement infléchi la tendance sur la consommation globale.
3. Ce n'est pas surprenant pour un pays comme le Japon dont l'économie est très développée et connectée.
4. On peut constater une énorme baisse de la part du nucléaire, qui a été compensée essentiellement par l'augmentation de la part des énergies fossiles. La cause en est l'accident nucléaire de Fukushima.

5. Cela pose à la fois des problèmes de dépendance énergétique vis-à-vis des importations mais aussi de pollutions dues à l'utilisation massive des énergies fossiles.

#### 18 Minimiser une fonction par encadrement de la valeur

1. Contraintes sur les cibles :

Remontée 1

$$P = 500 \text{ kW et } U = 20 \text{ kV donc } I = \frac{P}{U} = 25 \text{ A}$$

Remontée 2

$$P' = 600 \text{ kW et } U' = 12 \text{ kV donc } I' = \frac{P'}{U'} = 50 \text{ A}$$

$$\text{Loi des nœuds : } I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \text{ donc } I_2 = I_3 + I_4 - I_1 = 75 - I_1$$

$$\text{Pertes par effet Joule : } P_j = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times I_2^2 + R_3 \times I_3^2 + R_4 \times I_4^2$$

$$\text{avec } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1 \Omega$$

En combinant les relations précédentes :

$$P_j = I_1^2 + (I_3 + I_4 - I_1)^2 + I_3^2 + I_4^2$$

$$\text{D'où } P_j = I_1^2 + (75 - I_1)^2 + 3 \times 125$$

$$\text{En développant : Pertes } (I_1) = 2 \times I_1^2 - 150 \times I_1 + 8 \times 750$$

2. À l'aide d'un tableau de valeurs, on trouve que la valeur qui rend la fonction minimale est 37,5 A. Il faut juste une plus grande précision que  $10^{-1}$  pour cibler la valeur de 37,5 avec justesse.

X	Y <sub>1</sub>
37.45	5937.5
37.46	5937.5
37.47	5937.5
37.48	5937.5
37.49	5937.5
37.5	5937.5
37.51	5937.5
Y <sub>1</sub> =5937.5	

#### 19 Minimiser une fonction

1. Contraintes sur les cibles :

Usine 1

$$P = 10 \text{ kW et } U = 10 \text{ kV donc } I = \frac{P}{U} = 1,0 \text{ A}$$

Usine 2

$$P' = 15 \text{ kW et } U' = 10 \text{ kV donc } I' = \frac{P'}{U'} = 1,5 \text{ A}$$

$$\text{2. Loi des nœuds : } I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \text{ donc } I_2 = I_3 + I_4 - I_1 = 2,5 - I_1$$

$$\text{Pertes par effet Joule : } P_j = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times I_2^2 + R_3 \times I_3^2 + R_4 \times I_4^2$$

En combinant les relations précédentes :

$$P_j = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times (I_3 + I_4 - I_1)^2 + R_3 \times I_3^2 + R_4 \times I_4^2$$

$$\text{D'où } P_j = 2 \times I_1^2 + (2,5 - I_1)^2 + 25,5$$

$$\text{3. En développant : Pertes } (I_1) = 3 \times I_1^2 - 5 \times I_1 + 31,75$$

4. On calcule l'abscisse du sommet de la parabole représentant la fonction pertes :

$$I_{1\min} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \sim 1,7 \text{ A}$$