

ÉVALUATION physik.fr

CLASSE : Terminale

E3C : ☐ E3C1 ☒ E3C2 ☐ E3C3

VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

Thème « Le futur des énergies »

Transition énergétique d'un supermarché

Sur 10 points

Dans un contexte de transition écologique, particuliers et entreprises doivent se tourner vers les énergies propres pour lutter contre le changement climatique : c'est la transition énergétique. Cet exercice propose d'étudier les choix et l'avenir énergétique du supermarché de la commune de Lacroix-Saint-Ouen.

Document 1 – Présentation de Lacroix-Saint-Ouen et de son supermarché

Lacroix-Saint-Ouen est une commune d'environ 5000 habitants située au Nord-Est de Paris. La figure 2 présente un extrait de données climatiques de la commune. Exploité par une célèbre enseigne de la grande distribution, on estime que le supermarché de la commune a besoin de 4500 MWh d'électricité en moyenne chaque année pour fonctionner. La figure 1 présente une photographie aérienne de la zone.

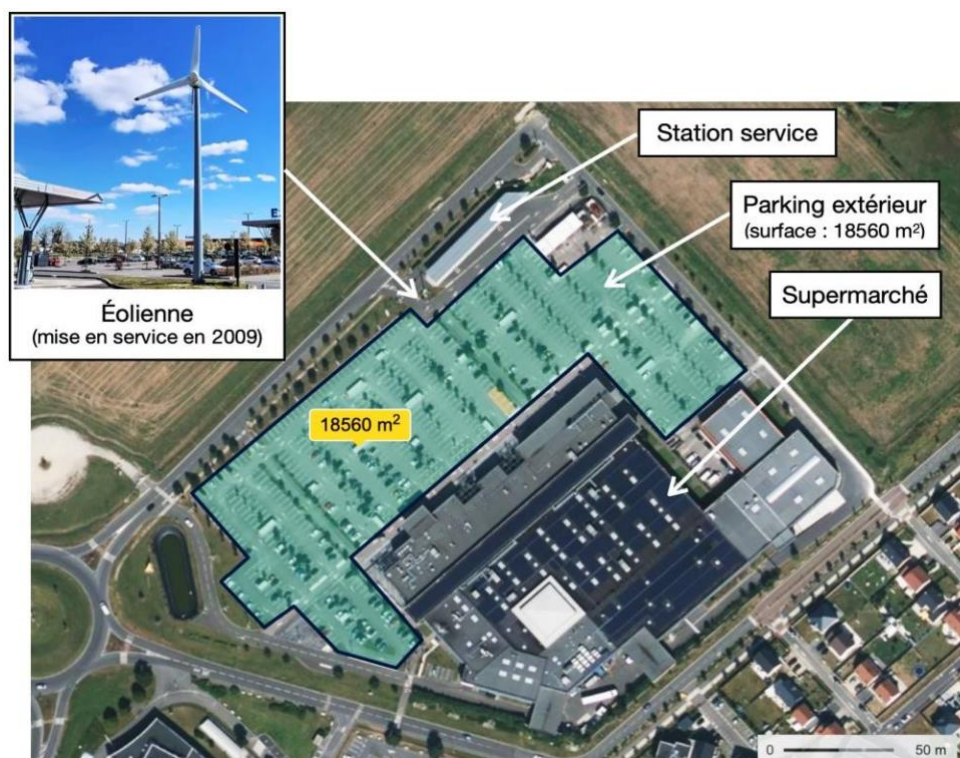


Figure 1 – Photographie aérienne légendée du supermarché (2024)

Température annuelle moyenne	10,8 °C
Précipitation annuelle totale	486 mm
Irradiation solaire (énergie solaire reçue par m ²) annuelle totale	43,8 kWh.m ⁻²

Figure 2 – Extrait de données climatiques de Lacroix-Saint-Ouen (2023)

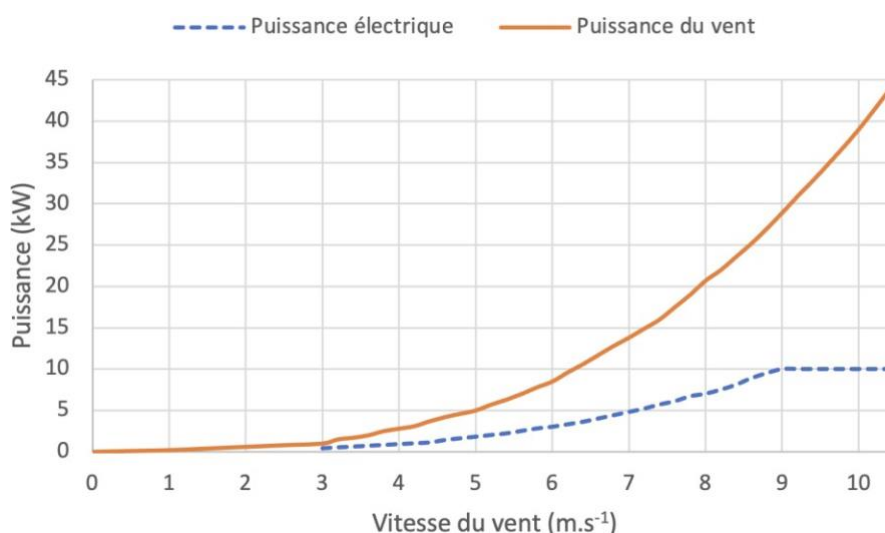
Source : d'après <https://www.geoportail.gouv.fr> et <https://fr.weatherspark.com>

Partie 1 – Installation d'une éolienne pour engager la transition énergétique

En 2009, le supermarché de La Croix-Saint-Ouen innove, avec la mise en place d'une éolienne de 7,5 m de haut sur son parking, à proximité de sa station-service.

D'une puissance maximale de 10 kW, elle permet au supermarché de produire sa propre électricité, afin d'alimenter en partie le magasin ainsi que les voitures électriques qui se rechargent à la station-service.

Document 2 – Graphique présentant la puissance électrique réellement produite par l'éolienne et celle du vent, chacune en fonction de la vitesse du vent



Pour une vitesse du vent inférieure à 3 m.s⁻¹, l'éolienne ne produit pas d'électricité.

Source : d'après <https://energieplus-lesite.be/theories/eolien8/rendement-des-eoliennes>

On rappelle que l'énergie E (en Wh) est reliée à la puissance P (en W) et à la durée de fonctionnement Δt (en h) par la formule :

$$E = P \times \Delta t$$

- 1- Rappeler le principe de fonctionnement de l'alternateur au sein de l'éolienne, en précisant bien les éléments qui le constituent ainsi que le phénomène physique mis en jeu.

- 2- On admet que la puissance moyenne délivrée par une éolienne est égale à celle qu'on obtiendrait avec un vent de vitesse égale à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$. À l'aide du document 2, déterminer la puissance moyenne délivrée par l'éolienne du supermarché.
- 3- En considérant que l'éolienne a fonctionné sans interruption, montrer que le supermarché aurait théoriquement pu produire plus de 30 MWh d'énergie électrique en 2023.

La société qui a fabriqué l'éolienne a mesuré que sur le site de Lacroix-Saint-Ouen, **sa machine produit environ 23 MWh chaque année** grâce à l'alternateur qu'elle renferme.

Source : d'après <https://www.enerzine.com/une-eolienne-sur-le-parking-dun-hypermarche/9297-2009-11>

- 4- Proposer au moins deux arguments pour expliquer l'écart observé entre la valeur théorique déterminée à la question précédente et la valeur réelle mesurée de 23 MWh fournie par la société.

Partie 2 – Avenir énergétique du supermarché

En février 2022, le Président de la République Emmanuel Macron affichait l'objectif de multiplier par dix la production d'électricité photovoltaïque française d'ici 2050 afin d'accélérer la transition énergétique. Cet objectif nécessite l'installation de panneaux photovoltaïques sur plusieurs milliers de kilomètres carrés.

C'est dans ce contexte que le 10 mars 2023, une loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables est promulguée. **Cette dernière oblige le supermarché de Lacroix-Saint-Ouen, dans un délai de cinq années, à couvrir la moitié de la superficie de son parking avec des ombrières photovoltaïques.** Il s'agit de structures métalliques recouvertes de panneaux photovoltaïques à base de silicium. Elles permettent de fournir de l'ombre sur les aires de stationnement tout en produisant de l'énergie.

- 5- Représenter la chaîne de conversion énergétique réalisée par un panneau photovoltaïque. Rappeler à quel type de matériau appartient le silicium, composant principal des panneaux photovoltaïques.
- 6- Sachant que le rendement des panneaux photovoltaïques à base de silicium est de 18 %, utiliser les données précédentes et le document 1 pour montrer que la mise en application de la loi du 10 mars 2023 permettra au supermarché de produire environ 73 MWh d'énergie électrique supplémentaires chaque année.

Document 3 – Impact sur l'environnement de la production d'électricité

Le tableau ci-dessous présente les émissions de gaz à effet de serre par différents types de production d'énergie électrique. Une émission de 10 kg_{CO2eq}/MWh signifie que pour 1 MWh d'électricité produite, une masse de gaz à effet de serre équivalente à 10 kg de dioxyde de carbone est émise. L'empreinte carbone d'un dispositif correspond à la masse totale équivalente en dioxyde de carbone produite directement ou indirectement lors de son fonctionnement, et se mesure en kg_{CO2eq}.

Type d'énergie analysée	Émissions de gaz à effet de serre (kg _{CO2eq} /MWh)
Éolien	17
Photovoltaïque	43*
Nucléaire	7
Fossile	De 389 (gaz) à 941 (charbon)
Réseau électrique français (moyenne tenant compte du mix énergétique du pays)	32
Réseau électrique chinois (moyenne tenant compte du mix énergétique du pays)	530

* Ce chiffre concerne les panneaux fabriqués en Chine. Il représente l'empreinte carbone moyenne des panneaux photovoltaïques utilisés en France, puisque la quasi-totalité du matériel installé est de fabrication chinoise. Cette valeur assez élevée s'explique par le transport, mais surtout par l'origine de l'électricité utilisée dans le processus de fabrication des panneaux, essentiellement fossile en Chine.

Source : d'après Rte France et Greenly Institute.

- 7- Montrer que la future empreinte carbone annuelle liée aux besoins énergétiques du supermarché sera légèrement supérieure à 144 000 kg_{CO2eq} en tenant compte de l'énergie produite par l'éolienne, par les ombrières photovoltaïques et par le reste fourni par le réseau électrique français permettant d'atteindre les 4500 MWh nécessaires au fonctionnement du supermarché.

Avant l'installation des ombrières photovoltaïques, l'empreinte carbone annuelle liée aux besoins énergétiques du supermarché valait 143 655 kg_{CO2eq}.

- 8- Discuter alors des avantages et des inconvénients de ce projet d'ombrières en lien avec les enjeux de la transition énergétique en s'appuyant sur des arguments tirés des ressources précédentes et de connaissances personnelles.