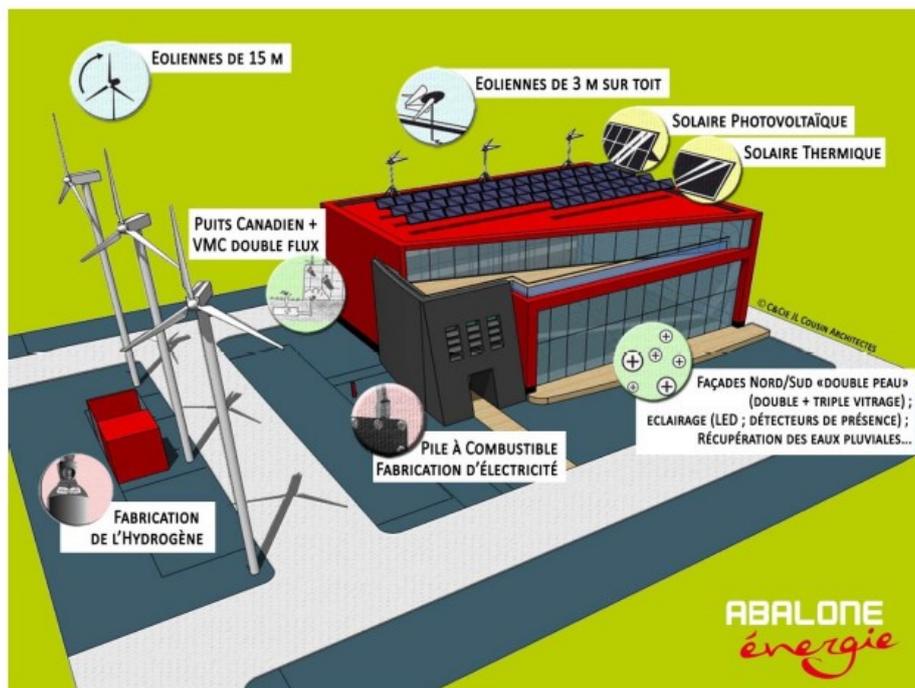


UN BÂTIMENT À ÉNERGIE POSITIVE



La société *ABALONE énergie* est située dans la région nantaise.

Son siège social est un bâtiment dit à énergie positive ; c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.

Le but de ce sujet est de s'intéresser aux principes physiques des phénomènes utilisés dans la conception du bâtiment de la société (solaire thermique et photovoltaïque, l'éolien, stockage de l'énergie et utilisation d'une pile à combustible) et de vérifier la cohérence de quelques chiffres

PARTIE A – LE SOLAIRE

A.1 Le solaire thermique (Voir Annexe A de la page 11)

On s'intéresse dans cette partie à la production d'eau chaude par un panneau solaire thermique.

A.1.1 Description du panneau thermique

Simplement décrit, un panneau solaire thermique est une boîte noire mate isolée, coiffée d'une vitre. À l'intérieur se trouve un serpentin de même couleur à travers lequel circule un fluide caloporteur avec un débit modulable.

Le rayonnement solaire absorbé par le panneau chauffe le liquide caloporteur.

A.1.1.a À l'aide de l'Annexe A de la page 11, expliquer pourquoi le corps du panneau est noir mat.

Annexe A – Panneau solaire : Principe de fonctionnement

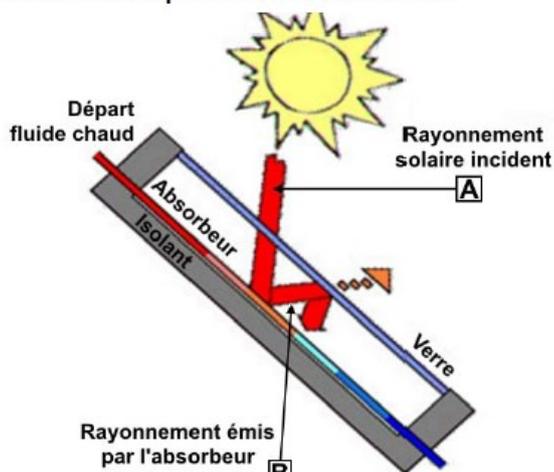


Figure 1

Fonctionnement :

[...] des tuyauteries de couleur sombre (absorbeur), intégrées dans des panneaux emprisonnant l'énergie grâce à un vitrage et une isolation adaptés, transmettent à l'eau (circuit direct) ou au liquide caloporteur (circuit à échangeur) qu'elles contiennent la chaleur absorbée. Le vitrage laisse pénétrer la lumière solaire et minimise les pertes par rayonnement infrarouge de l'absorbeur en utilisant l'effet de serre tout en limitant les pertes de chaleur avec l'air ambiant. Le capteur solaire est d'autant plus performant que le revêtement de l'absorbeur aura un coefficient d'absorption élevé et un coefficient d'émission faible. Les matériaux qui présentent ces caractéristiques sont dits « sélectifs ». Les performances du capteur sont encore améliorées en isolant la face arrière du module. [...]

Un ballon d'eau chaude accumule et préserve cette eau chaude puis la restitue à la demande. Une pompe/ circulateur et un système de vannes assurent la régulation de l'installation et l'optimisation de la production de chaleur selon l'ensoleillement.

A.1.1.b Justifier la nécessité de la vitre transparente. Préciser la nature du rayonnement piégé par l'absorbeur.

A.1.1.c Quel est l'intérêt d'un circuit en serpentin pour le fluide caloporteur?

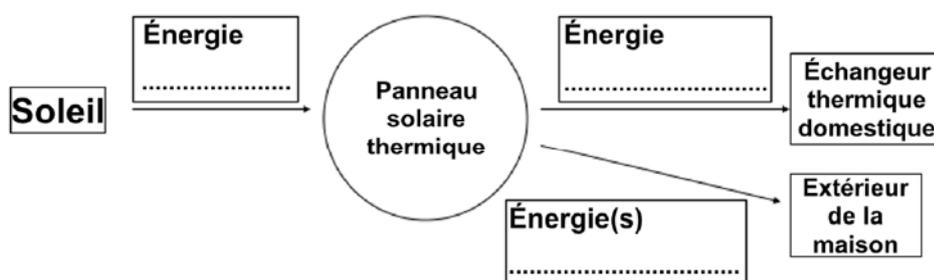
A.1.2 Fonctionnement du panneau thermique

Dans les conditions d'étude, la puissance solaire surfacique reçue au niveau du sol est de $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

A.1.2.a Compléter le schéma document réponse DR1 de la page 12 : « Le diagramme énergétique du panneau solaire thermique ».

Document réponse DR 1 : le diagramme énergétique du panneau solaire thermique (question A.1.2.a)

Compléter ci-dessous le diagramme énergétique à l'aide des mots suivants : *rayonnante*, *thermique*. Puis, indiquer si les énergies citées après le panneau sont perdue ou utile.



A.1.2.b Dans une première approche théorique, on suppose que le fond noir du panneau absorbe toute la puissance solaire reçue au niveau du sol, puis qu'il la restitue. Que vaut alors la valeur de cette puissance surfacique, notée P_{fond} ?

A.1.2.c En supposant que le fond rayonne en respectant la loi de Stefan, calculer la température théorique, $T_{\text{théorique}}$, du fond du panneau, en kelvins puis en degrés Celsius.

Loi de Stefan

$P = \sigma \times T^4$ <p>avec : P, la puissance surfacique rayonnée en Watt ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ u.S.I.</p>
--

On rappelle la relation entre les échelles de températures Celsius et Kelvin :

$$T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$$

A.1.2.d En réalité, le fluide caloporteur est à l'équilibre thermique à $\theta = 50^\circ\text{C}$. Critiquer la démarche théorique posée ci-dessus.

A.2 Le solaire photovoltaïque

Dans cette partie, on s'intéresse à la production d'électricité par l'effet photovoltaïque puis on cherche à vérifier la cohérence d'un chiffre publié par la société *ABALONE énergie*.

A.2.1 Conversion énergie rayonnante / énergie électrique

Pour que la cellule photovoltaïque présente dans le panneau produise un courant, la valeur minimale d'énergie apportée par les photons doit être $E_{\text{min}} = 1,12 \text{ eV}$.

Données :

Électronvolt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ la célérité de la lumière dans le vide

$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$.

A.2.1.a Montrer que la fréquence minimale pour laquelle la cellule permet le passage du courant est $\nu_{\min} = 2,70 \times 10^{14}$ Hz.

A.2.1.b En déduire la longueur d'onde maximale, λ_{\max} , correspondante exprimée en μm .

A.2.1.c Rappeler les limites du domaine du visible et en déduire dans quel domaine des ondes électromagnétiques se situe ce rayonnement.

A.2.2 Caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Déterminer la valeur manquante du tableau de l'Annexe B de la page 11. Reporter cette valeur sur la copie.

Annexe B : Panneau photovoltaïque

Caractéristiques électriques du panneau photovoltaïque

Caractéristiques électriques		
Valeurs à température nominale d'opération de la cellule (NOCT): ensoleillement de 800 W/m ² , 20 °C, vent 1 m/s		
Puissance nominale maximale	P_{nom}	236 W
Tension à puissance nominale	V_{pm}	50,4 V
Courant à puissance nominale	I_{pm}	?

A.2.3 Utilisation des panneaux

La puissance solaire surfacique reçue au niveau du sol est toujours ici de $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

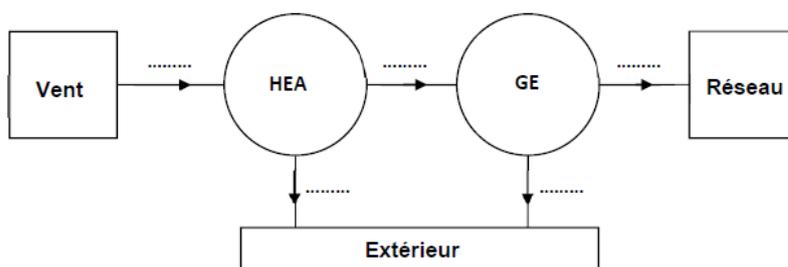
La surface d'un panneau est d'environ $1,5 \text{ m}^2$.

A.2.3.a Calculer la puissance solaire, P_p , reçue par un panneau.

A.2.3.b À l'aide de l'Annexe B page 11 et de la question précédente, définir puis calculer le rendement, η , d'un panneau.

Document réponse DR 2 : diagramme énergétique éolienne (question B.2.1)

Compléter le diagramme énergétique à l'aide la liste suivante (on donne GE = Génératrice Électrique et HEA = Hélice et Axe) : pertes (**Pe**), énergie électrique (**EE**), énergie mécanique (**EM**).



La surface totale des panneaux est **80 m²**.

A.2.3.c Dans les conditions d'utilisation des panneaux, montrer que la puissance électrique totale produite par l'installation est d'environ **$P_{\text{tot}} \approx 13 \text{ kW}$** .

La durée annuelle d'ensoleillement, pour les conditions évoquées, de la région de construction du bâtiment est d'environ **$\Delta t = 1\,900 \text{ h}$** . On négligera les autres situations d'ensoleillement.

A.2.3.d Calculer, en **MW.h**, l'énergie électrique, **E_{Tot}** , que fournira l'installation photovoltaïque par an.

La société annonce **20 MW.h** par an.

A.2.3.e Est-ce en accord avec la valeur calculée ? Proposer une explication.