EXERCICE III – DIAGNOSTIC D'UNE MAISON (5 points)

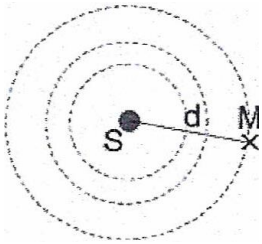
Un couple souhaite acheter une maison. Pour faire son choix, il décide de se renseigner sur l'environnement sonore de la maison ainsi que sur son isolation thermique.

1. Environnement sonore de la maison

Un projet consiste à installer une éolienne à proximité de la maison. Cette éolienne en fonctionnement a une puissance acoustique de 0,50 W.

Données :

- l'intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0\times10^{-12}$ W.m^{-2}.



Intensité sonore

Pour une source sonore isotrope S (qui émet de la même façon dans toutes les directions), l'intensité sonore I (en W.m^{-2}) mesurée au point M dépend de la distance d (en m) à la source. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$I = \frac{P}{4\pi \times d^2}$$

où P est la puissance acoustique de la source (en W).

Échelle des niveaux sonores en décibel (dB)

Environnement	dB	Sensation, effet auditif
Réacteur à quelques mètres	130	Dommages physiques
	120	Seuil de la douleur
Marteau-piqueur à 1m	110	Supportable un court instant
	100	Bruits très pénibles
Réfectoire scolaire	90	
	80	Supportable mais bruyant
Restaurant bruyant	70	
Bureau	60	Bruits courants
	50	
	40	Calme
Jardin calme	30	Très calme
	20	
Studio d'enregistrement	10	Silence anormal
	0	Seuil d'audibilité

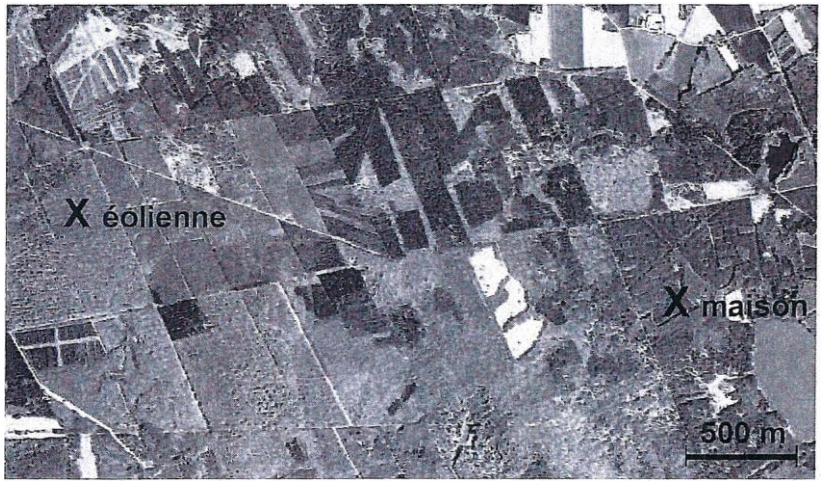


Figure 1 : vue aérienne de l'emplacement de la maison

1.1. Montrer que l'intensité sonore maximale pour que la maison soit au calme est de $I_{max} = 1{,}0 \times 10^{-8}$ W.m^{-2}.

1.2. Déterminer si la distance d entre l'éolienne et la maison est suffisante pour que la maison soit au calme.

2. Diagnostic de performance énergétique (DPE) de la maison

Le DPE

Obligatoire depuis l'année 2006 lors de la vente d'un logement et depuis 2007 lors de la location d'un logement, le diagnostic de performance énergétique renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie totale annuelle (chauffage, eau chaude, électroménager).
La lecture du DPE est facilitée par une étiquette énergie comportant 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).

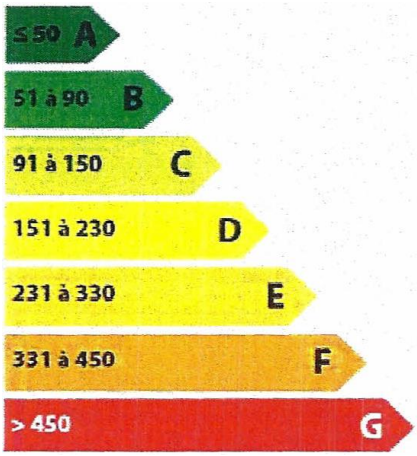


Figure 2 : Consommations énergétiques en kWh/an et par m^2 de surface habitable

Le couple souhaite connaitre le DPE d'une maison sans étage de surface habitable 100 m^2. La maison est construite dans une région où la température de l'air extérieur durant la période de chauffage vaut en moyenne T_e = 4,0°C. Pendant la période de chauffage, l'intérieur de la maison est maintenu à une température constante T_i = 19°C grâce au système de chauffage. On estime la durée annuelle de chauffage à 120 jours.

Caractéristiques thermiques de la maison

	Surface (m^2)	Matériau	Épaisseur e (mm)	Conductivité thermique λ (W.m^{-1}.K^{-1})	Résistance thermique R_{th} (K.W^{-1})
Toiture	115	Laine de chanvre	100	0,042	$R_{th(toit)}$
		Terre cuite (tuile)	40	0,60	
Murs	91	Plâtre	13	0,46	0,020
		Polystyrène	50	0,036	
		Brique pleine	210	0,50	

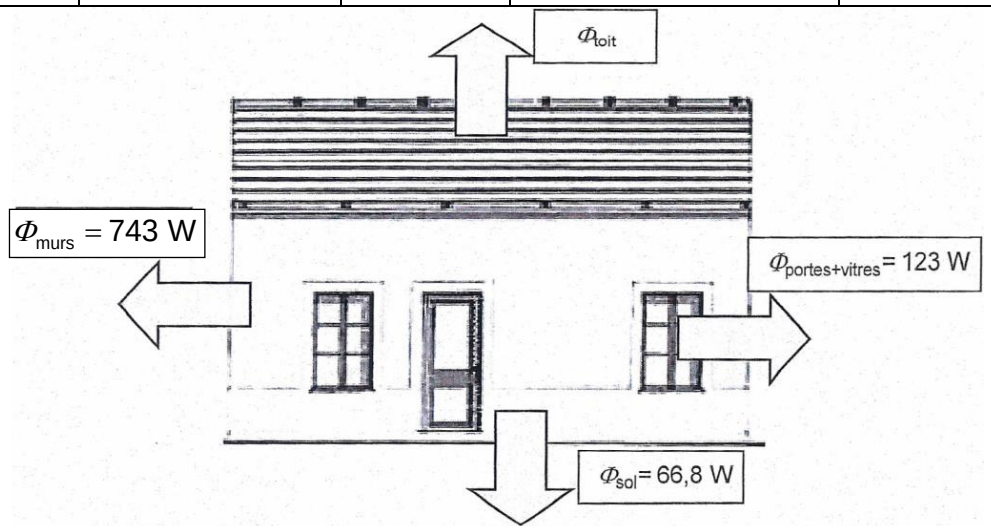


Figure 3 : Valeurs des flux thermiques moyens lorsque T_e = 4,0°C et T_i = 19°C

Flux thermique

Lorsque les températures extérieure T_e et intérieure T_i sont constantes au cours du temps, avec $T_i > T_e$, le flux thermique à travers une paroi peut s'exprimer aussi par la relation :

$$\Phi = \frac{T_i - T_e}{R_{th}}$$

où R_{th} est la résistance thermique de la paroi considérée.

Résistance thermique d'une paroi

La résistance thermique R_{th} d'une paroi plane constituée d'un seul matériau a pour expression :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \times S}$$

où e est l'épaisseur de la paroi (m), S sa surface (m^2), et λ la conductivité thermique caractérisant le matériau ($W.m^{-1}.K^{-1}$).

En pratique, une paroi est constituée de plusieurs couches de matériaux d'épaisseurs et de conductivités différentes. Dans ce cas, les résistances thermiques de chaque couche s'additionnent.

Donnée : 1 kW.h = $3{,}6 \times 10^6$ J

2.1. Les transferts thermiques s'effectuent suivant trois modes.
Associer à chacune des propriétés suivantes, le nom du transfert thermique correspondant.

Propriété 1	Propriété 2	Propriété 3
Le transfert thermique dans un milieu matériel se fait de proche en proche sans transport de matière.	Le transfert thermique ne nécessite pas de milieu matériel et se fait sans transport de matière.	Le transfert thermique se fait par déplacement macroscopique de matière, généralement au sein d'un gaz ou d'un liquide.

2.2. Calculer la résistance thermique de la toiture notée $R_{th(toit)}$ et en déduire que le flux thermique moyen à travers le toit en hiver est égal à $\Phi_{toit} = 7{,}1 \times 10^2$ W.

2.3. Afin de conserver une température constante dans la maison, la puissance moyenne du système de chauffage doit être égale au flux thermique moyen sortant de la maison.
En estimant que le chauffage représente 60 % de la consommation d'énergie annuelle, déterminer la classe énergétique de cette maison.
Le *candidat est invité* à *prendre des initiatives et* à *présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*