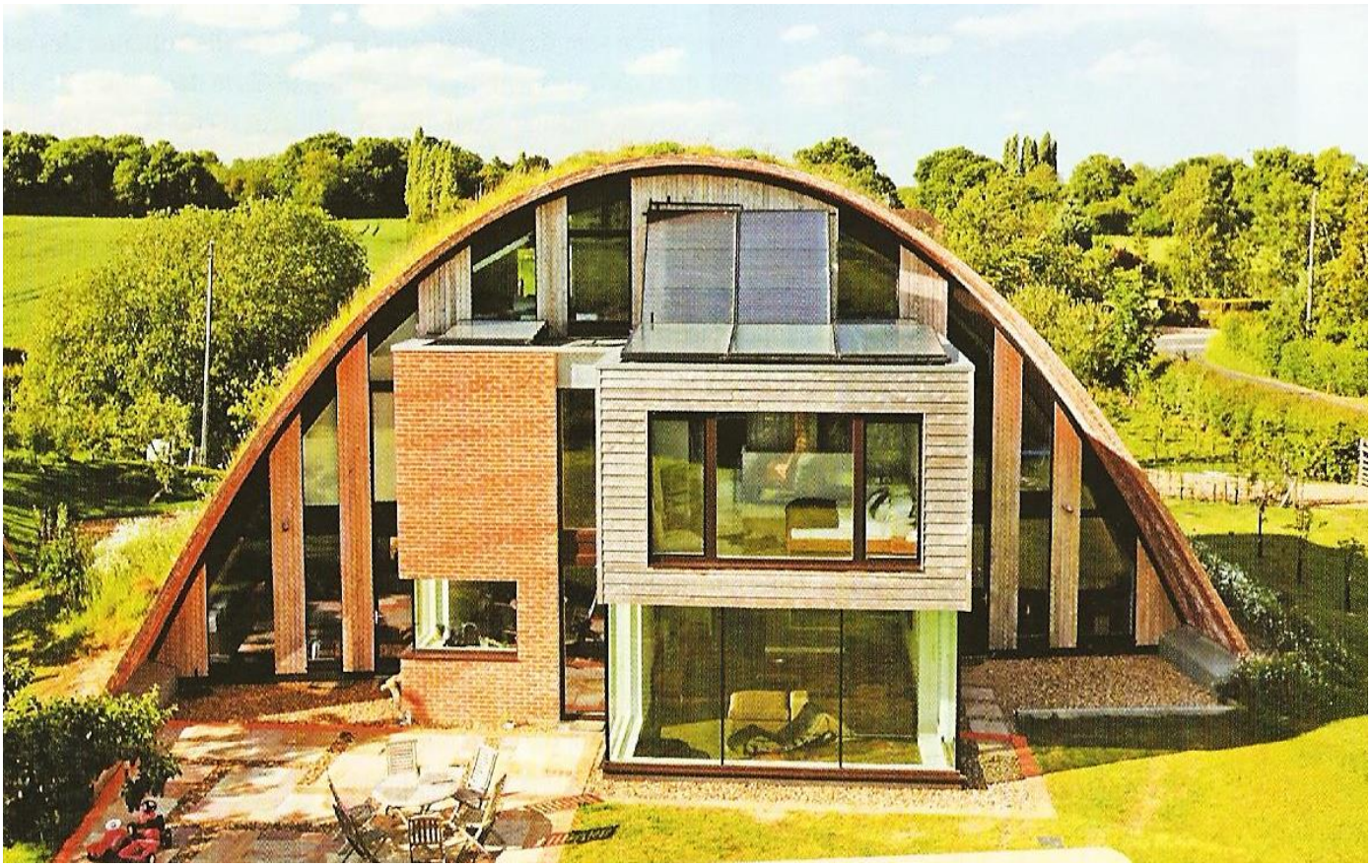
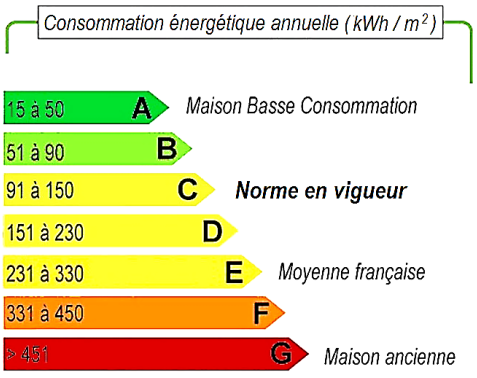
BILAN ÉNERGÉTIQUE

DANS UN BÂTIMENT BASSE CONSOMMATION



Lors de la vente ou location d'un logement, un **diagnostic de performance énergétique (DPE)** doit être réalisé. Il renseigne sur la performance énergétique du bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en terme d'émission de gaz à effet de serre. Il s'inscrit dans le cadre de la politique énergétique définie au niveau européen afin de réduire la consommation d'énergie des bâtiments et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Le DPE décrit le bâtiment (surface, orientation, murs, fenêtres, matériaux . . .) ainsi que ses équipements de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement et de ventilation. Il indique la consommation d'énergie sous forme de 7 classes de A à G :



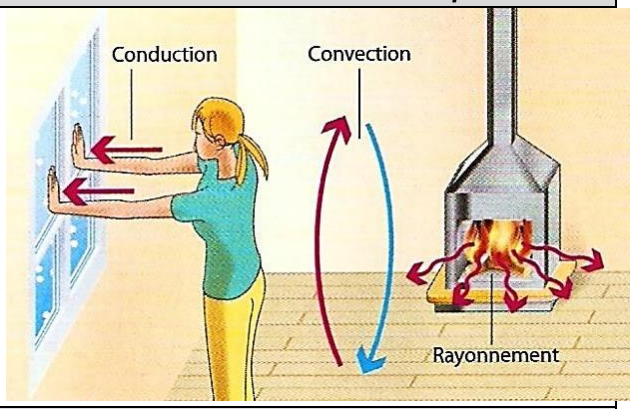
Diagnostique de performance énergétique

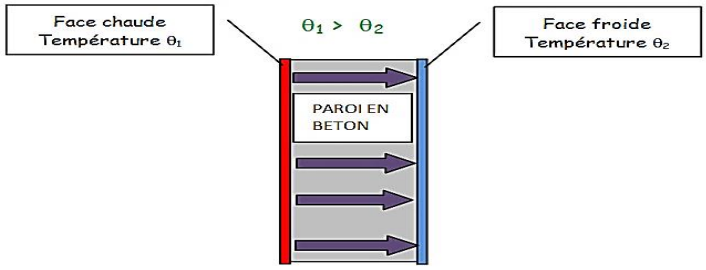
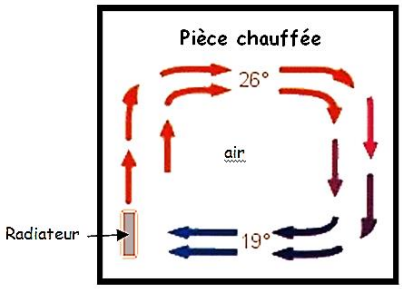
Q1) En quelle unité exprime-t-on la consommation d'énergie dans le DPE ? Comment la convertir dans l'unité d'énergie du système international (usi) ?

Q2) Quelle sont les sources d'énergie thermique dans une maison ?

1) Les trois modes de transferts thermiques :

Les transferts thermiques entre un système et l'extérieur peuvent se faire par conduction, convection et/ou rayonnement :

Caractéristiques des transferts thermiques		*Modes de transferts thermiques*
A	Transfert d'énergie qui existe pour tout corps. Il a lieu sans contact physique et correspond à de l'énergie électromagnétique.	
B	Transfert d'énergie par contact dans un matériau ou à l'interface entre 2 milieux. Il a lieu lorsqu'une différence de température existe entre 2 régions d'un système. L'énergie des particules se communique de proche en proche.	
C	Transfert d'énergie provoqué par le mouvement d'ensemble d'un fluide (liquide ou gaz). Il peut être naturel ou forcé.	

Exemples de transferts thermiques	
	

Q3) Associer les caractéristiques A, B et C décrites ci-dessus au transfert thermique correspondant.

Q4) Quels sont les types de transferts thermiques mis en jeu au niveau des zones ou des équipements suivants d'une maison : murs ? vitres ? radiateur ? cheminée ?

Q5) Dans quel sens se réalise un transfert énergétique entre deux corps ? Quand s'arrête-t-il ?

2) Isolation thermique des parois :

L'énergie interne d'un système peut varier par travail d'une force ou transfert d'énergie thermique : $\Delta U = W + Q$

Dans le cas où le système est une maison, la variation d'énergie interne est due essentiellement aux transferts d'énergie thermique (le travail des forces de frottement dû au vent, pluie . . . est négligeable) : $\mathbf{\Delta U_{maison} \approx Q}$

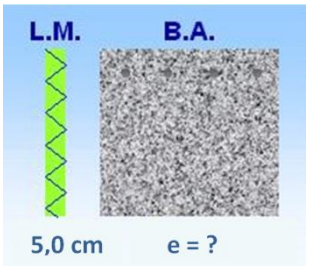
Pour optimiser la consommation d'énergie dans une maison il faut donc limiter les échanges thermiques avec l'extérieur et utiliser des matériaux isolants pour les parois. Nous allons voir quelques exemples dans cette partie . . .

Répondre aux questions suivantes en vous aidant du document 2 (annexe) :

Q6) Pour parler du flux thermique on utilise parfois le terme « puissance » thermique. Est-ce correct ?

Q7) Quelle est l'unité de la résistance thermique R ?

Sur le document ci-contre, e est l'épaisseur nécessaire pour qu'une paroi en béton armé (B.A.) présente les mêmes performances thermiques qu'une paroi en laine minérale (L.M.) d'épaisseur 5,0 cm .



Q8) En vous aidant du doc.3 (annexe), calculer la valeur de e puis commenter cette phrase extraite d'une brochure sur l'isolation thermique : « Les matériaux lourds de maçonnerie ne constituent jamais une bonne isolation »

Pour réduire le flux thermique au niveau des fenêtres, on utilise du double vitrage. Voici le profil thermique d'un ensemble constitué de { 4mm de vitrage + 18mm d'air + 4 mm de vitrage } :

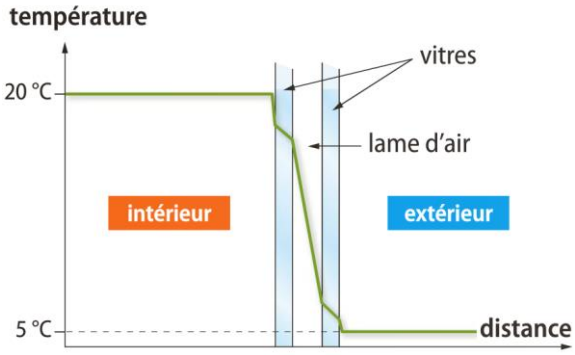
Q9) Comparer qualitativement les résistances thermiques de la paroi en verre et de la paroi constituée d'air. (justifier)

Q10) Déterminer le flux thermique d'une fenêtre constituée d'un simple vitrage puis d'une fenêtre constituée du double vitrage décrit ci-dessus.

<u>Données :</u>

Surface de la fenêtre : $S = 1{,}0\ m^2$

Conduct. therm : $\lambda_{verre} = 1{,}2\ W.m^{-1}.K^{-1}$; $\lambda_{air} = 0{,}0262\ W.m^{-1}.K^{-1}$



Q11) En déduire l'énergie thermique dissipée chaque jour vers l'extérieur en kWh.

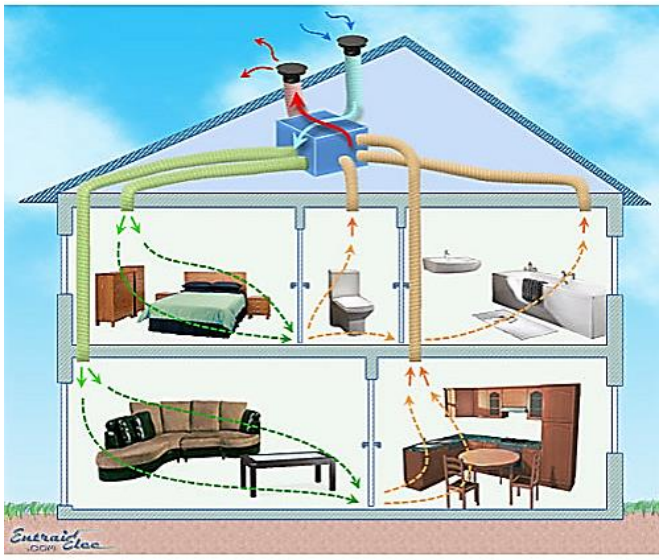
3) Chauffage de la maison BBC :

En plus d'avoir des pertes d'énergie limitées grâce à des parois isolantes, la maison BBC consomme peu d'énergies fossiles grâce à des systèmes de récupération de la chaleur comme la **ventilation double flux** et la **pompe à chaleur** :

<u>3.1) La ventilation double flux</u> est une VMC (ventilation mécanique contrôlée) qui permet, en plus de renouveler l'air du bâtiment, de récupérer la chaleur contenue dans l'air évacué du logement et de la fournir à l'air entrant. Elle permet donc d'éviter le gâchis d'énergie pour le chauffage. (et inversement en été pour la climatisation)

Ce système d'échange de chaleur est constitué de :

- un circuit de récupération d'air vicié de la salle de bain et cuisine, constitué de gaines, d'un ventilateur et de filtres.
- un circuit d'insufflation d'air neuf dans les autres pièces, constitué de gaines, d'un ventilateur et de filtres.
- un échangeur permettant l'échange de chaleur entre les deux circuits d'air.



Q12) Sur le schéma ci-dessus, repasser en rouge le circuit d'insufflation d'air vicié et en vert le circuit d'insufflation d'air neuf. Entourer l'échangeur de chaleur.

Q13) Expliquer dans quel sens se fait le transfert de chaleur entre l'air entrant et l'air sortant suivant les saisons.

On effectue les relevés suivants pour une maison équipée d'une VMC double-flux :

débit d'air : 120 $m^3.h^{-1}$	Air extérieur entrant	Air repris	Air insufflé	Air sortant
Température (°C)	2,0	19,0	15,0	5,0

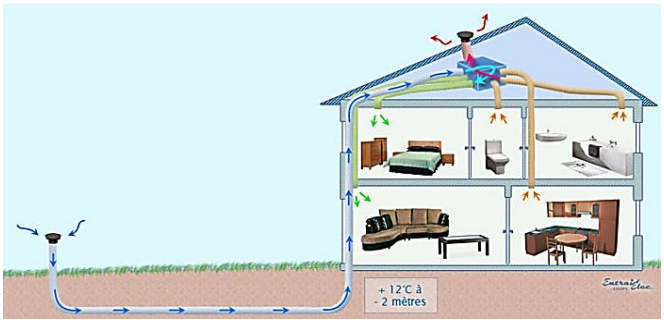
Q14) Calculer les quantités de chaleur Q_1 et Q_2 reçues et perdues chaque seconde par l'air entrant et par l'air sortant. En déduire si le fonctionnement de la VMC est optimal ?

Données :

Q = m.c.ΔT

Masse volumique de l'air : ρ_{air} = 1,28 $kg.m^{-3}$

Capacité thermique massique de l'air : $c_{air} = 1{,}00.10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

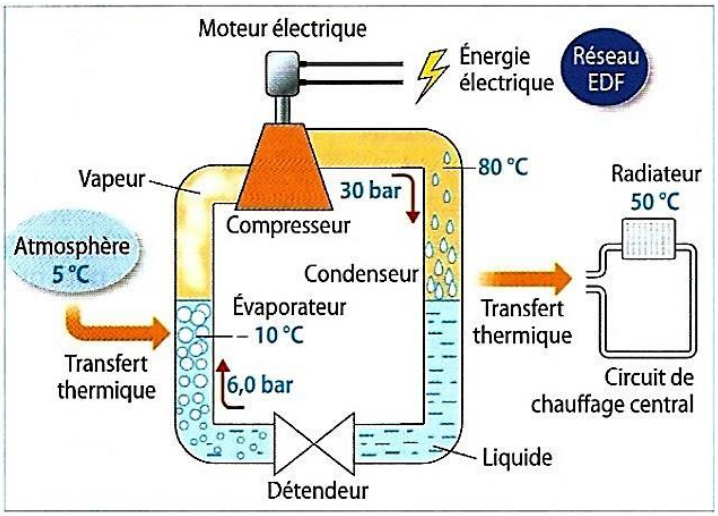


Une VMC double flux est parfois associée à un puits canadien (voir schéma ci-contre). Dans ce cas, l'air entrant passe dans un tube enterré à quelques mètres de profondeur.

Q15) Quel est l'intérêt d'un tel dispositif ?

3.2) La pompe à chaleur (PAC) utilise l'énergie thermique de l'atmosphère extérieure pour le chauffage intérieur d'un habitat. Pour couvrir 100% des besoins d'une habitation, une PAC consomme 30% d'énergie électrique, les 70% restants étant puisés dans la nature.

La PAC est constituée d'un circuit fermé dans lequel circule un fluide frigorigène à l'état liquide ou gazeux suivant les organes traversés (évaporateur, compresseur, condenseur, détendeur). Pour simplifier, le fluide frigorigène prélève une quantité de chaleur Q_1 à l'air extérieur (source froide) et restitue une quantité de chaleur Q_2 au circuit de chauffage intérieur (source chaude).



Un travail électrique W est fourni au compresseur. Ainsi, le bilan d'énergie s'écrit : $W + Q_1 = Q_2$

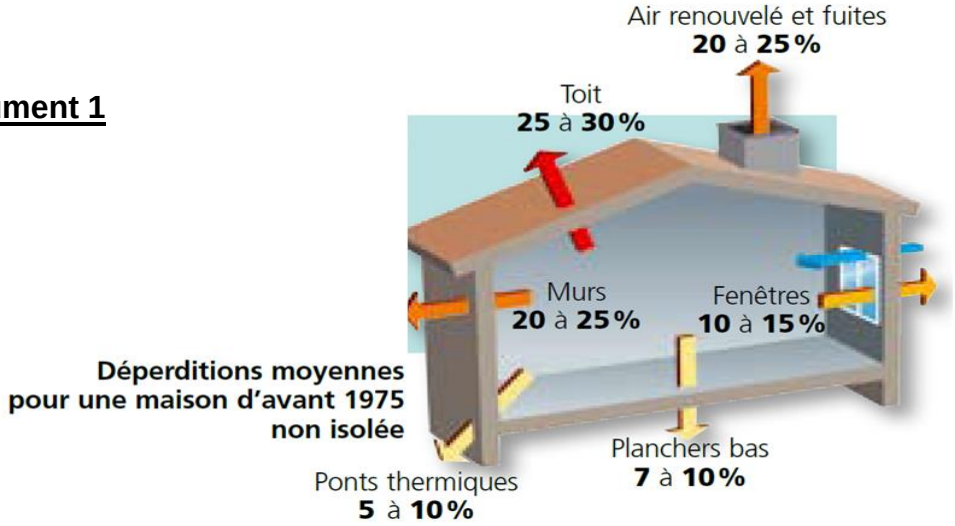
L'efficacité de la pompe à chaleur est définie à l'aide d'un Coefficient of Performance (COP) définit par : $COP = \frac{Q_2}{W}$

Q16) À quels endroits ont lieu les échanges d'énergie thermique ? Comment peut-on les interpréter ?

Une PAC installée dans une maison BBC produit en une heure une énergie thermique de 15 kWh et consomme une énergie électrique de 5 kWh.

Q17) Quelle est, en pourcentage, l'économie d'énergie électrique réalisée pour les usagers de la PAC par rapport au chauffage par radiateurs électriques ?

Document 1



Document 2

- Le **flux thermique Φ** est par définition la quantité d'énergie thermique qui traverse une surface isotherme par unité de temps : $\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$ (s'exprime en Watt)
- La **résistance thermique R** d'une paroi traduit sa résistance aux transferts thermiques. Pour une différence de température ΔT donnée entre les deux faces, plus la résistance thermique est grande et moins le flux thermique Φ est important : $\Phi = \frac{\Delta T}{R}$

  La résistance thermique R d'une paroi est liée à son épaisseur e, à sa surface S et à la conductivité thermique λ du matériau qui la constitue : $R = \frac{e}{\lambda . S}$

  Dans le cas d'une paroi constituée de plusieurs couches de matériaux différents, les résistances thermiques s'additionnent.

Document 3 : Conductivité thermique λ de différents matériaux

Matériau	Béton armé	Béton	Brique	Plâtre	Bois (sapin)	Paille	Laine minérale
λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	2,2	1,7	1,0	0,25	0,14	0,050	0,040