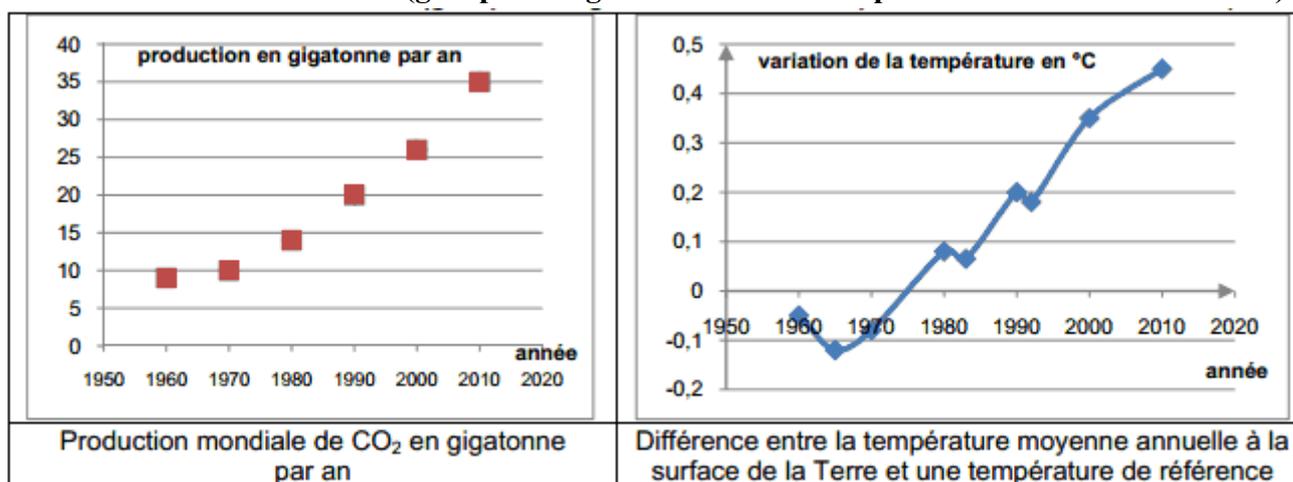


Science et défis du XXI^{ème} siècle

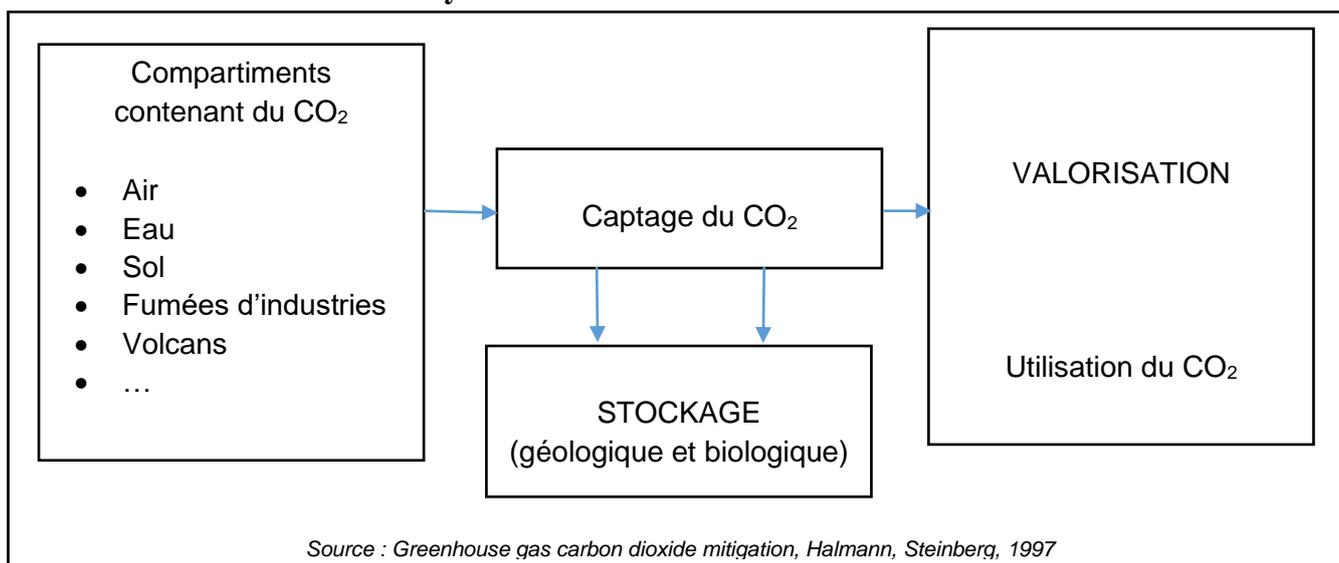
Etude de documents 1 : économiser la matière, valoriser le dioxyde carbone

Diminuer les émissions de gaz carbonique constitue l'un des défis majeurs du XXI^e siècle. Si aujourd'hui, une faible quantité (0,5%) des émissions de CO₂ issues des activités humaines est valorisée au niveau mondial, certains experts estiment que la valorisation du CO₂ pourrait à terme absorber annuellement jusqu'à 5 à 10% des émissions mondiales.

Document 1 – Données du GIEC (groupe intergouvernemental d'expert sur l'évolution du climat)



Document 2 – Traitement du dioxyde de carbone



Document 3 – L'hydrogénation, une voie de valorisation du dioxyde de carbone

Actuellement, le CO₂ est valorisé soit de manière directe, par exemple en étant utilisé comme gaz réfrigérant, soit de manière indirecte. Le CO₂ est alors converti en un autre produit d'intérêt industriel.

L'hydrogénation du CO₂ (réaction avec le dihydrogène et production d'eau dite réaction de Sabatier) est la voie de conversion la plus étudiée. Elle peut conduire directement à la formation d'alcools, d'hydrocarbures... C'est ainsi que les synthèses du méthanol et de l'éthanal CH₃-CHO sont souvent envisagées, de même que la réaction qui mène au méthane. Cette dernière implique toutefois une plus large consommation de dihydrogène.

Document 4 – Unité de production de méthane au Japon

L'un des grands groupes pétroliers – BP – et l'université technologique de Tohoku développent, depuis 2003, une unité pilote de production de méthane à partir de CO₂ industriel et de dihydrogène produit par électrolyse de l'eau de mer. Cette électrolyse est alimentée par de l'énergie solaire.

L'unité consomme 4 m³/h de dihydrogène et 1 m³/h de CO₂ pour produire 1 m³/h de méthane. À l'heure actuelle, le méthane produit n'est pas utilisé industriellement mais pourrait être utilisé comme combustible pour produire de l'électricité ou comme carburant pour des véhicules.

La production d'électricité avec ce méthane serait préférable, elle permettrait le recyclage des émissions de CO₂ ; alors que l'utilisation du méthane comme carburant pour véhicule n'autoriserait pas ce recyclage car les émissions de CO₂ sont diffuses.

D'après le rapport de l'ADEME – panorama sur la valorisation du CO₂, juin 2010.

Données énergétiques

Énergie nécessaire pour :

réaliser l'électrolyse de l'eau afin de fabriquer 1,0 m³ de dihydrogène : 20,0 MJ ;

capturer et stocker 1,0 m³ de dioxyde de carbone industriel : 8,0 MJ

réaliser l'hydrogénation de 1,0 m³ de CO₂ selon la réaction de Sabatier : 7,0 MJ

Énergie récupérable par la combustion de 1,0 L de méthane : 33,0 kJ

Question 1 : à l'aide de vos connaissances et des documents fournis, proposez trois pistes mises en œuvre actuellement pour limiter l'émission de CO₂ dans l'atmosphère.

Question 2 : faire le bilan énergétique global de la production et de la combustion de 1,0 m³ de méthane obtenu par hydrogénation du CO₂.

Question 3 : à partir des documents et d'autres connaissances, rédiger (environ 20 lignes) une synthèse argumentée répondant à la problématique suivante :

Quels sont les enjeux environnementaux et l'intérêt énergétique de la valorisation du dioxyde de carbone ?

Etude de documents 2 : faire des économies d'énergie, exemple dans l'habitat

Document 1 : doc1 livre p 428

Document 2 : doc 2 livre p 429

Document 3 : doc 3 livre p 429

Question 1 : Associer chaque légende du document 2 à un des 5 grands principes énoncés dans le document 1. Quelles sont les énergies renouvelables utilisées ?

Question 2 : Quelle amélioration proposeriez-vous sur la maison du document 3 ?

Question 3 : La maison du document 2 est-elle une maison du futur à énergie positive ?

Document 4a : principe de la VMC

La ventilation double flux est une VMC (ventilation mécanique contrôlée) qui permet, en plus de renouveler l'air du bâtiment, de récupérer la chaleur (en hiver) ou la fraîcheur (en été) 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 ou la climatisation.

Il existe plusieurs types de ventilation double flux et notamment avec des échangeurs de chaleur. Un tel système est constitué de :

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

d'après sites Ekopedia.org et www.entraid.elec.com



Document 4b

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

Débit d'air : $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

	Air extérieur entrant	Air repris	Air insufflé	Air sortant
Température (°C)	2,0	19,0	15,0	5,0

Document 4c : couplage VMC/puits canadien

Une VMC double flux est parfois associée à un puits canadien, comme indiqué dans le document ci-contre. Dans ce cas, l'air entrant passe dans un tube enterré à quelques mètres.



Question 4 : en quoi une ventilation à double flux suit-elle les principes du le grenelle de l'environnement ?

Expliquer en quoi son couplage avec le puits canadien apporte un plus.

Question 5 : localiser l'échangeur sur

l'image du document 4a et associer les deux parties du tableau ci-contre avec des flèches :

Question 6 : d'après le document 4b, montrer que le fonctionnement de la VMC n'est pas optimal. Pour cela, calculer les transferts thermiques Q_1 et Q_2 reçues ou perdues chaque seconde par l'air entrant et par l'air sortant. Données : masse volumique de l'air $\rho_{\text{air}} = 1,28 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ $c_{\text{air}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$, on considèrera que la relation entre variation de l'énergie interne et variation de température est encore valable pour l'air ici bien que ce ne soit pas un corps condensé.

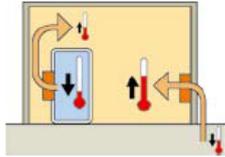
Circuit d'air		Pièces concernées	
Circuit d'insufflation d'air neuf (air insufflé)	●	●	Pièces humides (WC, cuisine, SdB)
Circuit de récupération d'air vicié (air repris)	●	●	Pièces sèches (séjour, chambres)

Document 5a : présentation de la pompe à chaleur

un réfrigérateur à l'envers

Dans un réfrigérateur, de la chaleur est puisée à l'intérieur de celui-ci, ce qui en abaisse la température, puis est rejetée à l'extérieur, dans l'air de la cuisine.

Les pompes à chaleur fonctionnent selon le même principe, mais c'est l'environnement extérieur (sol, air ou eau) qui fournit la chaleur et l'intérieur du logement qui la récupère.



Le principe de base,...

La pompe à chaleur ou PAC est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un **fluide frigorigène** à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse. Ces organes sont au nombre de quatre : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur, et le détendeur.

Pour simplifier, on peut dire que la pompe à chaleur prélève un peu de chaleur d'une « **source froide** » (sol du jardin, air environnant ou eau d'une nappe), augmente son niveau de température et restitue une chaleur à une température plus élevée dans le logement.

Son fonctionnement est d'autant plus efficace que la différence entre la température du milieu où est puisée la chaleur et celle des émetteurs de chaleur du logement est réduite.

... ses applications

À partir du principe de base de la pompe à chaleur, différents systèmes existent, avec des performances et des possibilités d'application différentes. On peut regrouper les PAC destinées au chauffage des particuliers en deux grandes familles :

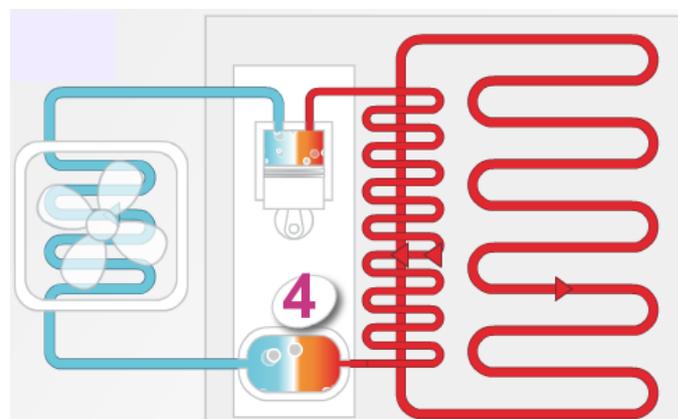
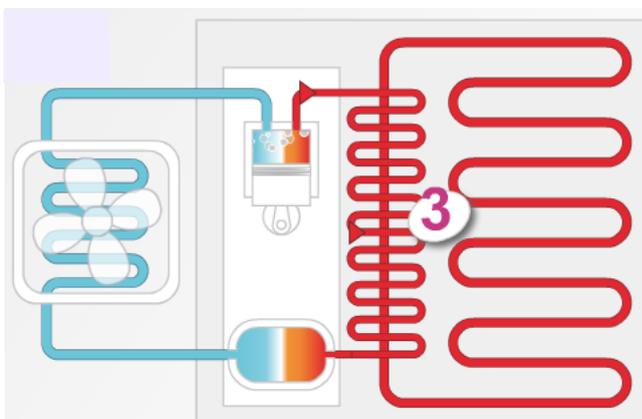
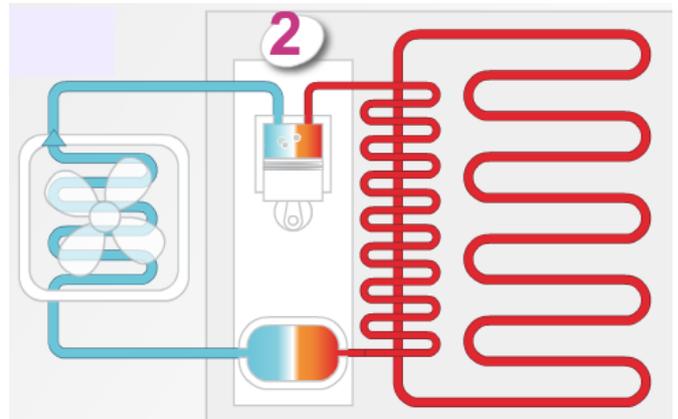
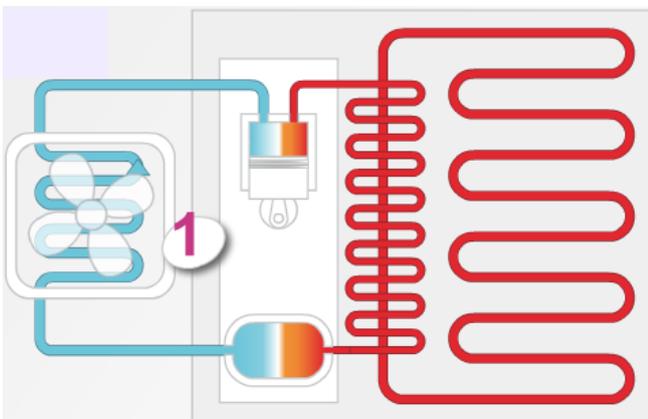
- les **PAC géothermiques** qui puisent la chaleur dans le sol ou l'eau d'une nappe par l'intermédiaire d'un réseau de capteurs ou de forages ;
- les **PAC aérothermiques** qui la puisent directement dans l'air ambiant, extérieur ou intérieur au logement.

On parle selon les cas de modèles **air / air**, **air / eau**, **sol / sol**, **sol / eau**, **eau / eau** ou **eau glycolée / eau**. Le premier terme désigne l'origine du prélèvement, le second le mode de distribution de la chaleur. Seule exception : la PAC eau glycolée / eau qui puise la chaleur dans le sol (avec des capteurs enterrés contenant de l'eau glycolée).

Source : guide ADEME « Pompe à chaleur »

Document 5b : pompe à chaleur air-eau

Pompe à chaleur air - eau Principe de fonctionnement



d'après site www.dolcevitagazdefrance.fr

Document 5c : un peu de thermodynamique

Une pompe à chaleur air-eau fonctionne comme une machine frigorifique, dont le principe peut être schématisé comme ci-dessous :

le fluide frigorigène prélève une quantité de chaleur Q_1 à l'air extérieur (considéré comme une « source froide » à la température T_1) et restitue une quantité de chaleur Q_2 à l'eau du circuit de chauffage (considérée comme une « source chaude » à la température T_2) ; un travail électrique W est fourni au compresseur par le moteur.

L'efficacité de la pompe à chaleur est définie à l'aide d'un coefficient appelé COP

$$\text{(Coefficient of Performance) : } \text{COP} = \frac{Q_2}{W}$$

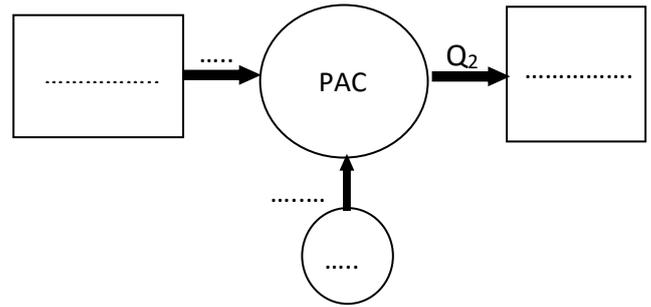
Le bilan d'énergie au niveau de la PAC permet d'écrire : $W + Q_1 = Q_2$

L'efficacité d'une pompe à chaleur décroît avec l'écart de température entre sources et est limitée par la deuxième loi de la thermodynamique. Pour le cycle de Carnot, présentant l'efficacité maximale :

$$\text{COP}_{\text{max}} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \frac{1}{1 - \frac{T_1}{T_2}}$$

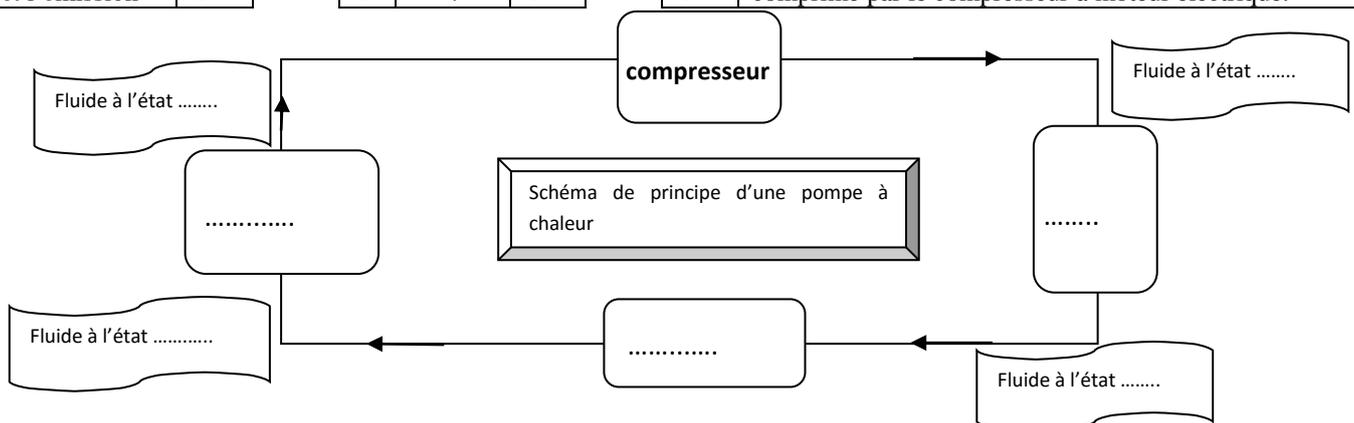
Les températures T sont exprimées en kelvins (K) : $T[\text{K}] = \theta[^\circ\text{C}] + 273,15$

D'après site wikipédia



Question 6 : dans le tableau ci-dessous, attribuer à chacune des étapes successives 1, 2, 3 et 4 figurant sur le document 5b le titre et la description qui conviennent puis compléter l'organigramme qui suit :

Titre		Etape			Description	
La détente	●	●	1	●	●	Le fluide frigorigène, sous forme de vapeur haute pression, passe de l'état vapeur à l'état liquide dans le condenseur. En se condensant, il cède de la chaleur à l'eau du circuit de chauffage qui alimente le plancher chauffant, les radiateurs ou les ventilo-convecteurs.
L'évaporation	●	●	2	●	●	Le fluide frigorigène passe de l'état liquide à l'état vapeur en prélevant une partie de l'énergie contenue dans l'air extérieur.
La compression	●	●	3	●	●	Le fluide frigorigène sous forme liquide passe à travers le détendeur qui abaisse sa pression jusqu'au niveau nécessaire à l'évaporation
La condensation et l'émission	●	●	4	●	●	Le fluide frigorigène à l'état vapeur est aspiré et comprimé par le compresseur à moteur électrique.



Question 7 : légendez le schéma du document 5c. Expliquez en quoi le COP représente bien l'efficacité (ou rendement) énergétique de la PAC.

Question 8 : une PAC air-eau installée dans une maison a une puissance thermique (restituée au circuit de chauffage) de 15 kW.

a) Sachant que le COP de la PAC vaut 3,0, calculez, en kWh, l'énergie électrique consommée en une heure et l'énergie prélevée à l'air extérieur en une heure.

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

Question 9 : A l'aide des documents précédents, rédigez une synthèse argumentée de 10 lignes sur les solutions permettant de réaliser des économies d'énergies dans le domaine de l'habitat tout en préservant l'environnement.