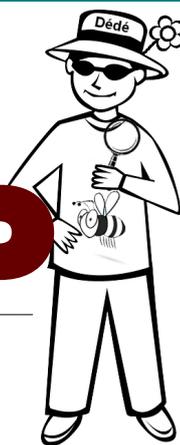


# Les enquêtes



d' **EDD**  
Education au Développement Durable



77

Culture

Scientifique

Direction des  
Services  
Départementaux  
de l'Éducation  
Nationale de  
Seine et Marne

## Le chauffage

### Éléments de réponse et compléments

#### Préambule

Les enquêtes sur le chauffage soulèvent la problématique plus générale de **l'énergie**. Elles renvoient aux trois piliers du développement durable.

**Environnement** : Quel est l'impact sur l'environnement de nos choix énergétiques ?  
Les thématiques des gaz à effet de serre et du changement climatique sont au cœur de ce questionnement. Il est aussi question de sources d'énergie renouvelables ou non et « d'énergie propre ».

**Economie** : Quel est le coût du chauffage ?  
Il est question du coût des matières premières, des investissements ; de l'évolution de ces coûts et des possibilités de les réduire ; de ceux qui sont supportables et de ceux qui ne le sont pas.

**Société** : Quel confort ? Quel mode de vie ?  
La question de ce que nous sommes prêts à accepter en matière de confort se pose (température, gestion des installations). Les choix de cadre de vie (maisons individuelles, logements collectifs) ont de sérieux impacts économiques et écologiques. On peut aussi s'interroger sur la dépendance énergétique et les conditions de productions (extraction du charbon par exemple).

Faire de l'éducation au développement durable, c'est bien entrer dans la complexité et éduquer aux choix !

Les éléments de réponses proposés ci après **ne sont pas tous destinés aux élèves**, ils rendent compte de cette complexité. Aux enseignants d'utiliser ces informations pour **éclairer les recherches des élèves**.

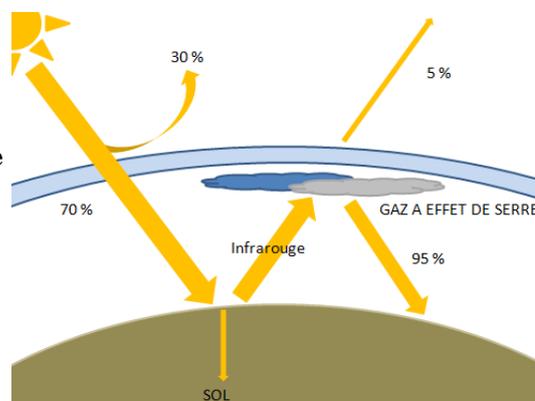
## Pour comprendre

4 minutes pour comprendre :

[http://www.lemonde.fr/planete/video/2014/09/23/comprendre-le-rechauffement-climatique-en-4-minutes\\_4492721\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/video/2014/09/23/comprendre-le-rechauffement-climatique-en-4-minutes_4492721_3244.html)

### *L'effet de serre : un phénomène naturel*

La Terre est entourée d'une mince couche de gaz appelée « **l'atmosphère** ». Quand la Lumière du Soleil arrive sur la Terre, la Terre chauffe et renvoie une partie de sa chaleur vers l'espace. Sans atmosphère, **cette chaleur serait perdue**, mais grâce à elle, une partie est récupérée et renvoyée sur la Terre, **ce qui la réchauffe**. Ce mécanisme naturel s'appelle « l'effet de serre » et les gaz de l'atmosphère qui piègent la chaleur s'appellent des « gaz à effet de serre ».

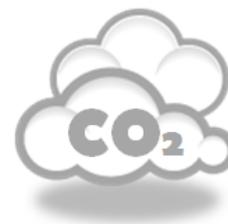


### *Un effet de serre supplémentaire dû aux activités humaines*

Les gaz à effet de serre sont **naturellement présents** dans l'atmosphère. Heureusement, car sans eux la température moyenne sur la Terre serait de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Grâce à l'effet de serre naturel, il fait plus doux :  $+15^{\circ}\text{C}$  en moyenne.

Mais les activités humaines **perturbent ce mécanisme naturel** en rejetant de grandes quantités de gaz à effet de serre, ce qui augmente la quantité de chaleur piégée et réchauffe davantage la planète. A cause de cet effet de serre artificiel, les scientifiques pensent que la Terre **se réchauffera de  $3^{\circ}\text{C}$  d'ici 2050**.

Le principal gaz à effet de serre produit par les activités humaines est le **gaz carbonique**, qu'on appelle aussi  $\text{CO}_2$  (dioxyde de carbone).



### *Les activités humaines qui produisent beaucoup de gaz carbonique : ce qu'il faut savoir*

La principale source de libération de gaz carbonique dans l'atmosphère est l'utilisation **du pétrole, du charbon et du gaz naturel** (combustibles non renouvelables utilisés pour fabriquer de l'électricité, pour les moyens de transports, pour se chauffer).



En France une très grande partie de l'électricité est **d'origine nucléaire**, elle produit très peu de gaz carbonique mais fabrique **d'autres déchets dangereux**.

En brûlant, le bois dégage du gaz carbonique mais on considère qu'il **ne produit pas d'effet de serre supplémentaire**, car la croissance d'un arbre pour le remplacer captera le gaz émis.

## Enquête 1 *Comment réduire ma facture de chauffage ?*

Cette enquête vous a permis de vous interroger sur le mode de chauffage de votre école, son coût, son confort et son impact sur l'environnement.

Vous êtes certainement dans l'un des cas suivants :

**Chauffage électrique** : les appareils chauffants des classes sont reliés au circuit électrique de l'école. Il est difficile de calculer exactement la part du chauffage dans la facture d'électricité, mais on peut en avoir une idée si on compare un mois d'hiver et un mois sans chauffage. Même s'il est facile d'entretien, ce type de chauffage est cher. Pour produire l'électricité, il a fallu rejeter des déchets polluants dans l'environnement.

**Chauffage au fuel ou au gaz (ou au bois)** : il y a une chaudière, pour l'école ou commune à plusieurs bâtiments, dans laquelle on fait brûler le combustible. Cela produit de la chaleur qui est conduite dans les classes par un liquide circulant dans des tuyaux et des radiateurs. Dans certains cas, cette chaudière produit aussi l'eau chaude des bâtiments. Le fuel et le gaz ne sont pas bon marché. Leur coût augmente car ces ressources sont de plus en plus rares. Lorsqu'ils brûlent ils dégagent des gaz qui augmentent l'effet de serre et participent au changement climatique de la Terre. Le bois est bon marché, son utilisation ne produit pas d'effet de serre supplémentaire, son utilisation collective est plus contraignante et plus chère que le fuel ou le gaz.

**Chauffage par géothermie** : c'est la chaleur contenue profondément dans le sol qui sert à produire de la chaleur à l'intérieur des bâtiments. Ce système a besoin d'électricité pour réguler et transporter la chaleur. La source de chaleur est gratuite et inépuisable mais elle demande des investissements financiers importants et n'est pas possible partout.

**Les dispositifs de pompes à chaleur** puisent la chaleur contenue dans l'air ou dans le sol (à faible profondeur). Il faut de l'électricité pour faire fonctionner ce type de chauffage. Il faut souvent un autre mode de chauffage quand il fait très froid.

Parfois, dans une même école, il y a une combinaison de plusieurs types de chauffages : électrique dans des préfabriqués et chauffage central au gaz dans le reste des bâtiments, pompe à chaleur et chauffage d'appoint électrique...

Peut être que l'école est dans des cas plus rares :

Chauffer avec la chaleur de l'eau des égouts

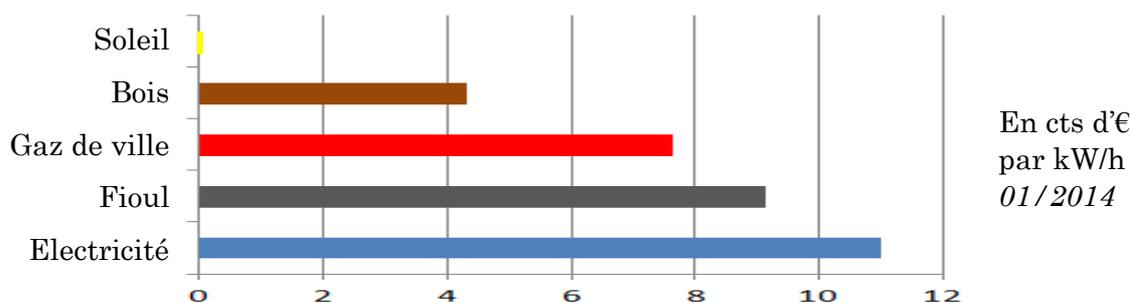
Chauffer avec la valorisation des déchets

Chauffer avec le soleil

...

Pour réduire ma facture de chauffage, je peux agir sur le prix de l'énergie et sur ma consommation d'énergie.

La question du prix peut se poser à la construction d'une habitation, en choisissant le type de chauffage. Difficile d'en changer par la suite même si c'est possible. Cependant, il existe des différences importantes dans le prix des énergies, comme tu peux le constater :



Enfin, **voir l'enquête 4** pour tous les gestes à la portée des utilisateurs pour réduire la consommation d'énergie.

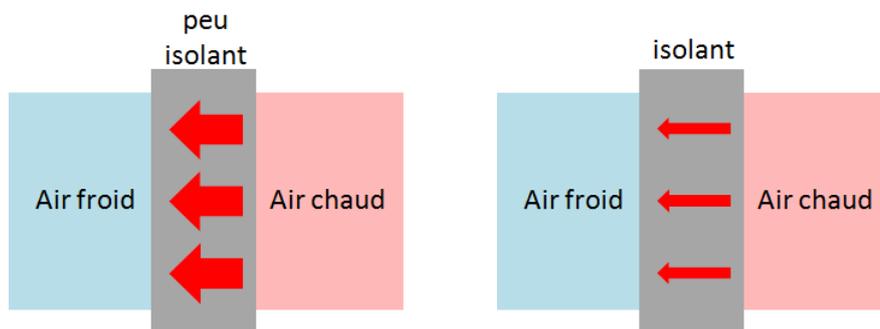
## Enquête 2 *Tenir ma maison au chaud*

c2C3

Une expérience simple permet de répondre : envelopper un verre d'eau avec une écharpe en laine **ne chauffe pas l'eau** ! En revanche, un verre d'eau chaude refroidira moins vite si on l'enveloppe de laine, car celle-ci joue alors le rôle d'un **isolant** : **elle empêche la chaleur de s'échapper** !

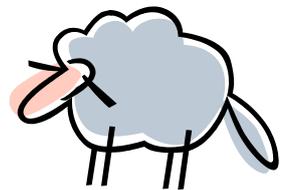
Mais comment fait-elle ?

Tout d'abord, il faut savoir que les échanges de température se font **toujours du chaud vers le froid**. Ensuite, chaque matière a plus ou moins la capacité de transporter la chaleur, c'est sa conductivité thermique. Une matière qui transporte peu la chaleur **la laissera moins passer donc elle restera du bon côté** ! C'est le cas de la laine.



Pour isoler une maison on n'utilise pas une écharpe, mais on colle des grandes plaques de **matière isolante sur les murs**, à l'intérieur ou à l'extérieur.

En France, on utilise principalement des laines minérales (de verre, de roche), de la fibre de bois ou du polystyrène... Ailleurs dans le monde on utilise également des matières naturelles comme le chanvre, la paille ou la **laine de mouton**, un peu comme l'écharpe de Dédé, finalement !



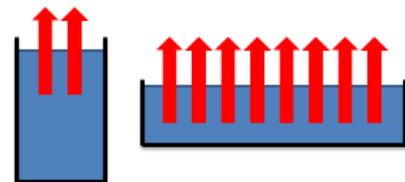
## Enquête 3 *Maison ou appartement ?*

C3

Si tu as réalisé l'expérience, tu as pu constater que **plus la surface est grande, plus la chaleur s'échappe**. Mais pourquoi ?

Une des façons dont la chaleur se transmet s'appelle la conduction. Il s'agit en fait d'un **échange par contact**. Quand une matière touche une autre matière, la plus chaude transmet de la chaleur à la plus froide.

Dans le cadre de l'expérience, l'eau est en contact avec l'air qui est juste au-dessus d'elle. L'eau étant plus chaude que l'air, **elle lui transmet un peu de sa chaleur par contact**, donc elle-même en perd et **elle refroidit**.



Plus la surface de contact entre l'eau et l'air est grande, plus il y a de chaleur qui passe de l'eau à l'air : l'eau refroidit plus vite !



Or, on l'a vu, l'air qui se trouve juste au-dessus de l'eau se réchauffe.

L'eau va donc lui transmettre de moins en moins de chaleur, sauf **si on chasse l'air chaud** pour le remplacer par du froid... C'est ce que tu fais **lorsque tu souffles sur tes aliments** pour qu'ils refroidissent plus vite !

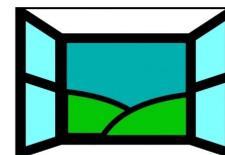
## Enquête 4

## Les bons gestes

C1C2c3

Parmi les éco-gestes relatifs au chauffage...

**Ne pas laisser inutilement les ouvertures (portes et fenêtres) ouvertes** : l'air frais de l'extérieur va s'engouffrer à l'intérieur et faire baisser la température de la pièce. Même sans vent, la chaleur de l'intérieur va très facilement se disperser à l'extérieur.



**Aérer régulièrement la salle de classe** : en respirant, la trentaine d'individus de la salle rejette de la vapeur d'eau et un air humide est plus difficile à chauffer qu'un air sec. Par temps froid, 5 à 10 minutes fenêtres grandes ouvertes (et chauffage éteint si possible) suffisent à renouveler l'air de la classe, sans que les murs se refroidissent. Cette solution est à préférer à celle qui consiste à laisser entrebâiller une fenêtre en continu, plus consommatrice d'énergie.

**Dégager les bouches d'aération** : elles évacuent l'humidité et évitent la formation de moisissures.

**Conserver les radiateurs ou les convecteurs de la classe propres, dépoussiérés et dégagés** : ne rien poser dessus, ne pas y adosser de meubles, ne pas les couvrir de rideaux permet un meilleur rendement énergétique.



**Régler le chauffage pour avoir une température de 19°C** : la température de confort ne nécessite pas de travailler en tee-shirt dans la classe l'hiver.

**Baisser le chauffage quand on n'occupe pas la classe.**

**En hiver, dans la journée ouvrir volets et rideaux des fenêtres exposées au soleil** (et fermer les volets et les rideaux des salles inoccupées).

## Enquête 9

## L'eau chaude

C2c3

Se chauffer grâce à l'eau chaude, c'est possible.

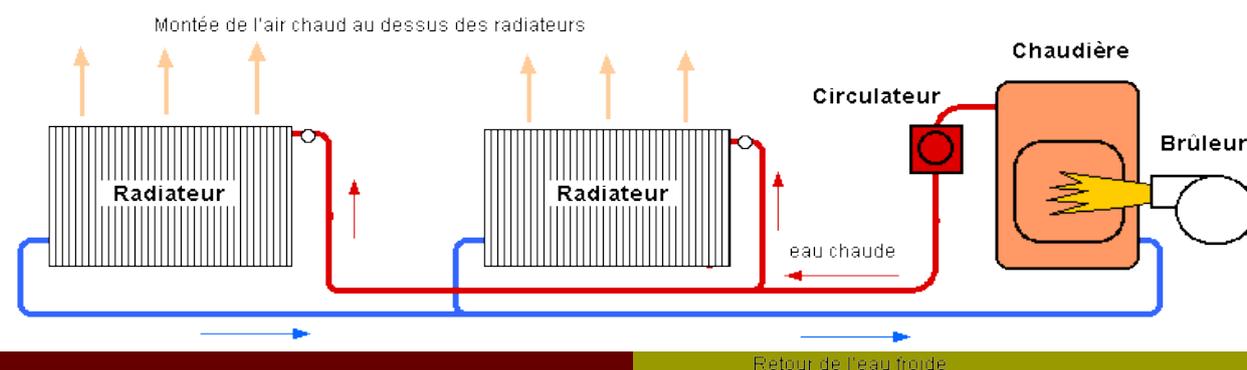
De **l'eau chaude circule** dans des tuyaux et passe dans des radiateurs. Les radiateurs **chauffent** et l'air de la pièce est chauffé à son tour.

L'eau qui repart des radiateurs est **refroidie** (car elle a transmis sa chaleur au radiateur). Il faut la chauffer à nouveau, dans une **chaudière** et la **renvoyer dans le circuit**.

La chaudière peut être alimentée par le gaz, l'électricité, des panneaux solaires...

On peut aussi installer une **pompe à chaleur** qui puise la chaleur à l'extérieur pour chauffer un circuit d'eau qui passe dans le sol par exemple.

Schéma simplifié d'un circuit de chauffage



## Enquête 5

## Construis un quartier

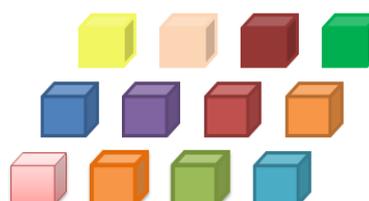
C3

Comme vous avez pu le constater, il n'y a pas une bonne réponse à cette enquête. Le problème, c'est de trouver **le juste compromis** entre économie d'énergie et confort des habitants.

Pour la disposition qui prend le moins de place au sol, Dédé a imaginé cette grande tour (1)... pas très joli, quand même, et pas **très économique ni bon pour l'environnement** !

Une disposition qui privilégie le confort des personnes serait celle-ci (2) :

En revanche, que de **gaspillage** de place et d'énergie ! Cependant, cette disposition est celle qui est **le plus utilisée dans la grande banlieue de Paris**. On appelle ça des logements individuels périurbains. (2)



(1)



Pour la disposition qui perd le moins de chaleur, il a imaginé ceci (3).

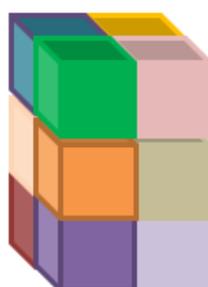
Sans compter le sol, il n'y a que 26 murs en contact avec l'extérieur.

Pour la disposition qui économise de la matière, il a trouvé la même disposition, avec 52 « faces » à construire, en comptant le sol et le toit.

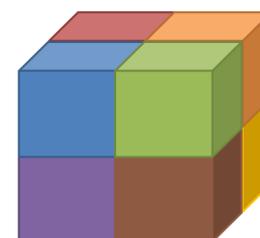
Ou même celui-ci (4), pour le gain de place au sol.



(3)



(4)



(5)

On pourrait même le réduire à des petits cubes de 8 logements (5), qui constitueraient **un bon compromis entre environnement, économie et confort de vie** !

## Enquête 6

## Relevé de températures

c1C2

As-tu trouvé des différences de température entre les pièces de l'école ?

Certaines pièces **ne sont-elles pas trop chauffées**, d'autres pas assez ?

Rien qu'en baissant **d'un degré** la température de la pièce, une famille peut réaliser en moyenne **une centaine d'euros d'économies** par an. Alors si tu as un peu froid, mets un pull plutôt que d'augmenter le chauffage, **c'est bon pour la planète et pour le porte-monnaie** !



# Enquête 7 Avec quoi se chauffer?

c1C2c3

Les objets qui permettent de se chauffer sont, par exemple : une chaudière, un radiateur, une cheminée, un poêle...

Les objets doivent être distingués de la manière dont ils sont alimentés : eau chaude, combustible (bois, granules, charbon, pétrole...), électricité, fioul, gaz, capteur solaire.

On peut essayer de **classer** les objets suivant leur rendement (c'est-à-dire leur efficacité par rapport à l'énergie consommée), suivant le **nombre de pièces qu'ils chauffent**, suivant leur **coût d'installation** ou leur **coût de revient** et enfin suivant la **source d'énergie** utilisée.

Pour l'environnement et le long terme, les énergies **renouvelables** sont à privilégier, c'est-à-dire celles dont on **disposera tout le temps** (solaire, éolienne, marémotrice... à l'inverse des énergies dites « fossiles » (pétrole, gaz, ...) et qui sont dites « propres » car **elles ne polluent pas ou peu**.

# Enquête 8 Histoires de symboles

C3

Il est intéressant pour cette enquête que les élèves recherchent dans l'école **les documents qui sont affichés** et qui leur donneront tous les renseignements à ce sujet.

En voici des exemples :

**Diagnostic de performance énergétique - (6.1 bis public)**

Descriptif du bâtiment (ou de la partie de bâtiment) et de ses équipements

Lot	Chauffage et refroidissement	Eau chaude sanitaire, éclairage, ventilations
Murs :	Système de chauffage : Chauffage collectif - Réseau de chaleur	Système de production ECS: ECS individuelle assurée par le générateur de chauffage
Toiture :	Système de refroidissement :	Système d'éclairage :
Menuiseries ou parois vitrées :		Système de ventilation :
Plancher bas :		
Nombre d'occupants :	Autres équipements consommant de l'énergie :	
Energies renouvelables :	Quantité d'énergie d'origine renouvelable :	
Type d'équipements présents utilisant des énergies renouvelables :	Aucun	
Pourquoi un diagnostic dans les bâtiments publics :		
Factures et performance énergétique :		
Énergie finale et énergie primaire :		

**Consommations annuelles par énergie**  
Période de relevés de consommations considérée : 2008 à 2008

	Consommations en énergies finales	Consommations en énergie primaire	Frais annuels d'énergie
	Détail par énergie en kWh <sub>EP</sub>	Détail par énergie en kWh <sub>EP</sub>	
Bois, biomasse	kWh <sub>EP</sub>	kWh <sub>EP</sub>	€
Electricité	39323 kWh <sub>EP</sub>	101453 kWh <sub>EP</sub>	3562,65 €
Gaz	kWh <sub>EP</sub>	kWh <sub>EP</sub>	€
Autres énergies	250457 kWh <sub>EP</sub>	250457 kWh <sub>EP</sub>	13900,36 €
Production d'électricité à demeure	kWh <sub>EP</sub>	kWh <sub>EP</sub>	€
Abonnements			487,09 €
TOTAL		351910 kWh <sub>EP</sub>	17950,11 €

Consommations énergétiques (en énergie primaire) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et les autres usages, déduction faite de la production d'électricité à demeure

Consommation estimée : 207,7 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an

Estimation des émissions : 21,9 kg éqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an

**Diagnostic de performance énergétique - (6.1 bis public)**

Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire les consommations d'énergie du bâtiment ou de sa partie de bâtiment

Mesures d'amélioration	Commentaires
Remplacement des fenêtres	Remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres en double-voilage peu émissives. Choisir des fenêtres avec Uw ≤ 1,8 W/m <sup>2</sup> .K pour des menuiseries PVC ou Uw ≤ 1,8 W/m <sup>2</sup> .K pour des menuiseries métalliques.
comptabilité énergétique	Mettre en place une comptabilité énergétique afin de suivre dans le temps les consommations énergétiques du bâtiment et d'écarter ainsi les décisions à prendre en matière de gestion énergétique de ce bâtiment.
robinets thermostatiques	La mise en place des robinets thermostatiques ne doit pas créer un déséquilibre sur le réseau de chauffage, choisir des robinets marqués et certifiés CENICER. Dans l'attente, les robinets de consommation de chauffage peuvent être commandés en association des radiateurs basse température équipés de robinets thermostatiques certifiés CENICER à des générateurs performants.
installation solaire photovoltaïque	A envisager si la toiture est orientée vers le sud-est et le sud-ouest, sans masse d'eau sur la toiture et sans obstacle à l'installation.

Commentaires :

Les travaux sont à réaliser par un professionnel qualifié.

Pour plus d'informations : <http://www.agencetd.com>, rubrique performance énergétique

**Diagnostic de performance énergétique - (6.1 bis public)**

Conseils pour un bon usage

La gestion des intermittences constitue un enjeu capital dans les bâtiments publics de bureaux ou d'enseignement; les principaux conseils portent sur la gestion des interruptions ou des ralentis des systèmes pour tous les usages (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage ou autres).

**Gestionnaire énergie**

- Mettre en place une planification énergétique adaptée à votre collectivité ou établissement.

**Chauffage**

- Vérifier la programmation hebdomadaire journalière et celle du week-end.
- Vérifier la température intérieure de consigne en période d'occupation et en période d'inoccupation.
- Réguler les zones de circulation de chauffage asservissement à la régulation du chauffage, ainsi en dehors des relations.

**Ventilation**

- Si le bâtiment possède une ventilation mécanique, programmer-la de manière à l'arrêter ou la ralentir en période d'inoccupation.

**Eau chaude sanitaire**

- Arrêter les chauffe-eau pendant les périodes d'inoccupation.
- Changer la robinetterie traditionnelle au profit de mitigeurs.

**Confort d'été**

- Installer des occultations mobiles sur les fenêtres ou les parois vitrées si il n'en existe pas.

**Eclairage**

- Profitez au maximum de l'éclairage naturel. Evitez d'installer les salles de réunion en second jour ou dans des locaux sans fenêtres.
- Remplacez les lampes à incandescence par des lampes basse consommation.
- Installez des minuterie ou des détecteurs de présence, notamment dans les circulations et les sanitaires.
- Optimisez le pilotage de l'éclairage avec par exemple une régulation automatique des locaux la nuit avec possibilité de réajuster.

**Bureautique :**

- Optez pour la mise en veille automatique des écrans d'ordinateurs et pour le mode économie d'énergie des écrans lors d'une inactivité prolongée (extinction de l'écran et non écran de veille).
- Vérifiez l'extinction totale des appareils de bureautique (imprimantes, photocopieurs) en période de non utilisation (la nuit par exemple) : ils consomment beaucoup d'électricité en mode veille.
- Optez pour le regroupement des moyens d'impression (imprimantes centralisées par étage) : les petites imprimantes individuelles sont très consommatrices.

**Sensibilisation des occupants et du personnel**

- Sensibilisez le personnel à la détection de fuites d'eau afin de les signaler rapidement.
- Vérifiez au nettoyage régulier des lampes et des luminaires, et à leur remplacement en cas de dysfonctionnement.
- Vérifiez à l'extinction totale des appareils de bureautique (imprimantes, photocopieurs) en période de non utilisation (la nuit par exemple) : ils consomment beaucoup d'électricité en mode veille.
- Optez pour le regroupement des moyens d'impression (imprimantes centralisées par étage) : les petites imprimantes individuelles sont très consommatrices.

**Compléments :**

- Sensibilisez le personnel à la détection de fuites d'eau afin de les signaler rapidement.
- Vérifiez au nettoyage régulier des lampes et des luminaires, et à leur remplacement en cas de dysfonctionnement.
- Vérifiez à l'extinction totale des appareils de bureautique (imprimantes, photocopieurs) en période de non utilisation (la nuit par exemple) : ils consomment beaucoup d'électricité en mode veille.
- Optez pour le regroupement des moyens d'impression (imprimantes centralisées par étage) : les petites imprimantes individuelles sont très consommatrices.

## Enquête 10

## Quelle énergie ?

C3

Voici le tableau de Dédé

	Electrique	Gaz naturel	Fioul	Bois
+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de déchets dans l'environnement immédiat</li> <li>- Installation bon marché</li> <li>- Simplicité d'utilisation et d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haut rendement énergétique</li> <li>- Peu de déchets toxiques</li> <li>- Moins polluant et moins cher que le fioul</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haut rendement énergétique</li> <li>- Stockage facile et sûr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilan neutre pour l'effet de serre (le gaz carbonique produit est capturé par de nouveaux arbres plantés)</li> <li>- Haut rendement énergétique avec de bons matériels</li> <li>- Peu coûteux, prix stables</li> <li>- Chaleur agréable</li> <li>- Technologie simple</li> </ul>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des déchets toxiques pour l'électricité nucléaire ou thermique</li> <li>- Très faible rendement énergétique (25% de l'énergie utilisée pour faire l'électricité est transformée en chaleur)</li> <li>- Très cher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production importante de gaz carbonique à effet de serre</li> <li>- Ressource non renouvelable</li> <li>- Dépendance énergétique envers d'autres pays</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production importante de gaz carbonique à effet de serre</li> <li>- Production d'autres polluants (particules et gaz toxiques)</li> <li>- Ressource non renouvelable</li> <li>- Dépendance énergétique envers d'autres pays</li> <li>- Risques de pénuries</li> <li>- Prix fluctuant et élevé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite réglage et entretien pour ne pas libérer de particules nocives</li> <li>- Moins confortable : nécessite un espace de stockage, de la maintenance régulière, la répartition de la chaleur dans les pièces est moins confortable</li> <li>- Technologie des chaudières à bois plus confortable mais chère.</li> </ul>

Chaque type de chauffage a ses **avantages** et ses **inconvenients**.

On voit cependant que le fioul est cher et polluant. Pour ces raisons, **certains pays ont interdit son utilisation** pour le chauffage.

L'électricité est également coûteuse. Son impact sur l'environnement **dépend du moyen de la produire** : très faible pour le soleil, l'éolien ou l'hydraulique, important en gaz carbonique pour le thermique (charbon, gaz, fioul) et en déchets dangereux pour le nucléaire. Là encore, certains pays n'autorisent le chauffage électrique que s'il est prouvé qu'il n'y a pas d'autre solution.

**D'autres ressources** sont possibles : la géothermie, les pompes à chaleur, les réseaux collectifs des grandes villes ... (voir l'enquête 1)