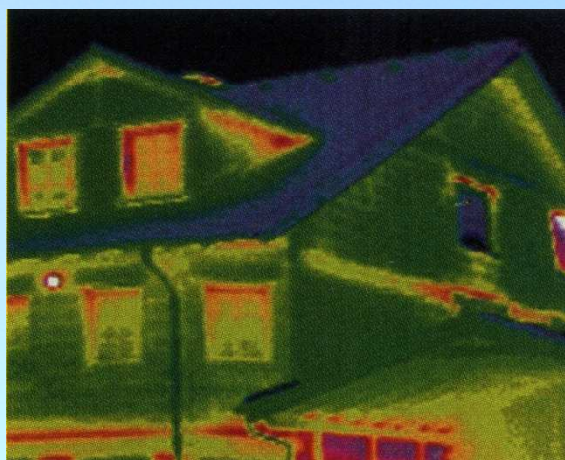


Thermographie infra-rouge des bâtiments

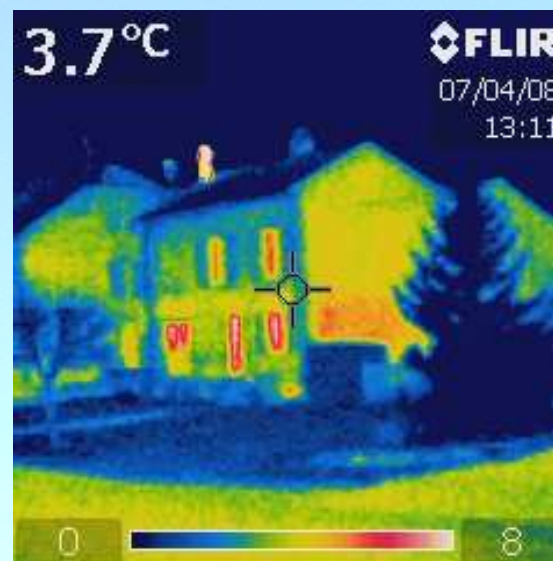
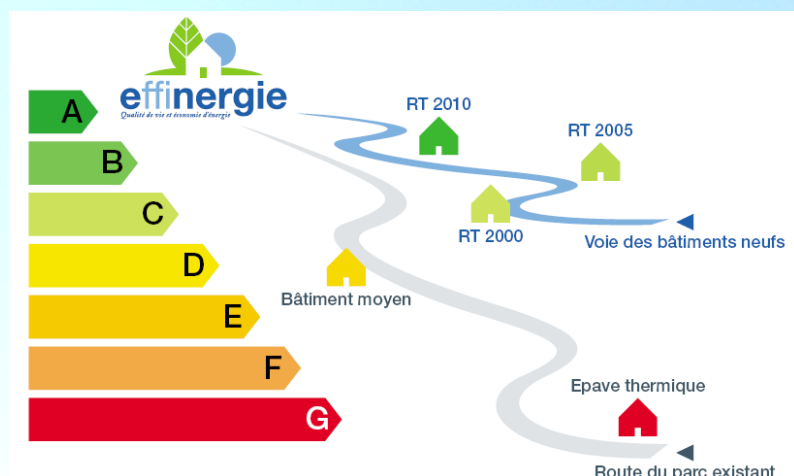
Pierre Pellégrini
Conseiller énergie



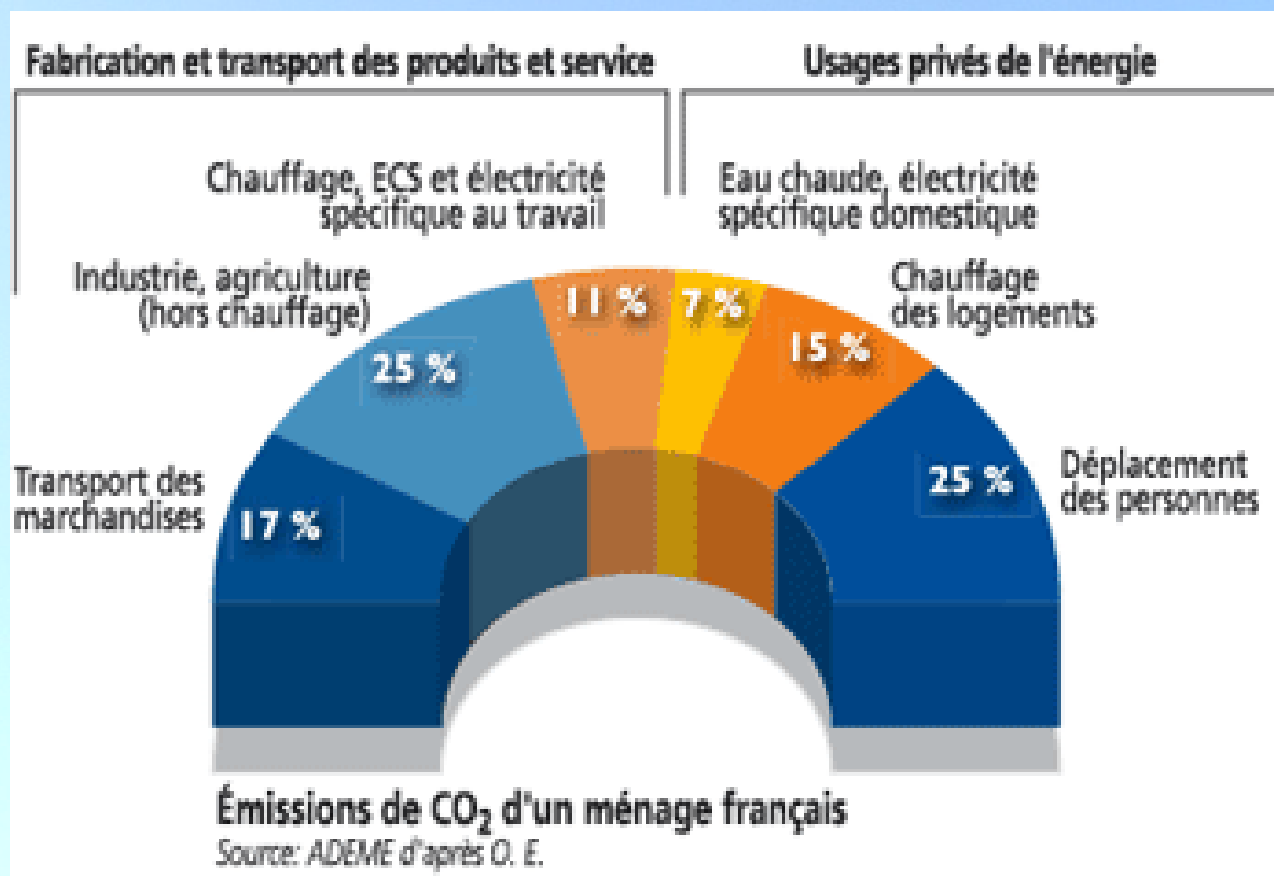
Avec les soutiens de :



- Energies et bâtiments
- Principes de la thermique du bâtiment
- Utiliser la caméra thermique et localiser les déperditions
- Comment corriger les défauts d'isolation

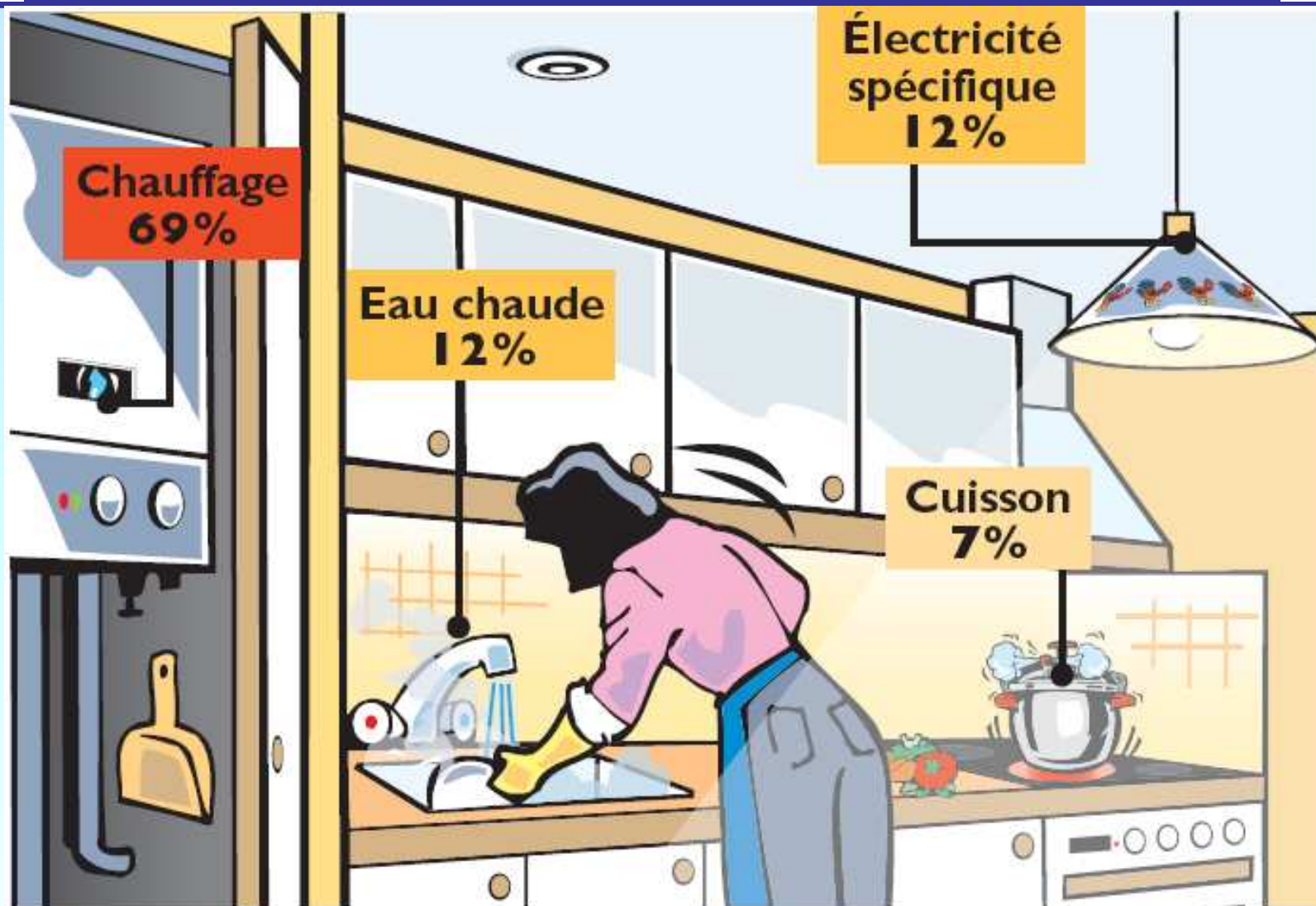


Les enjeux du bâtiment



Le secteur du bâtiment est responsable de **23 %** des émissions de gaz à effet de serre en France.
2ème poste juste derrière les transports

Où va l'énergie ?



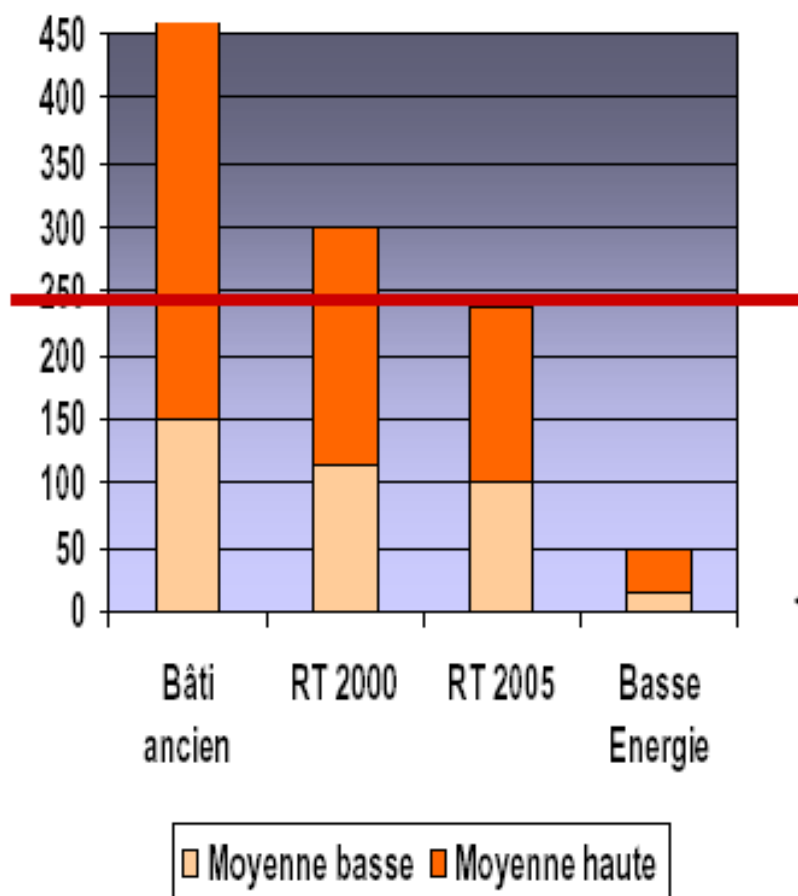
Consommation d'énergie dans les résidences principales

Source : CEREN, Les chiffres clés du bâtiment, Édition 2002, ADEME.

Les enjeux du bâtiment

kWh/m².an

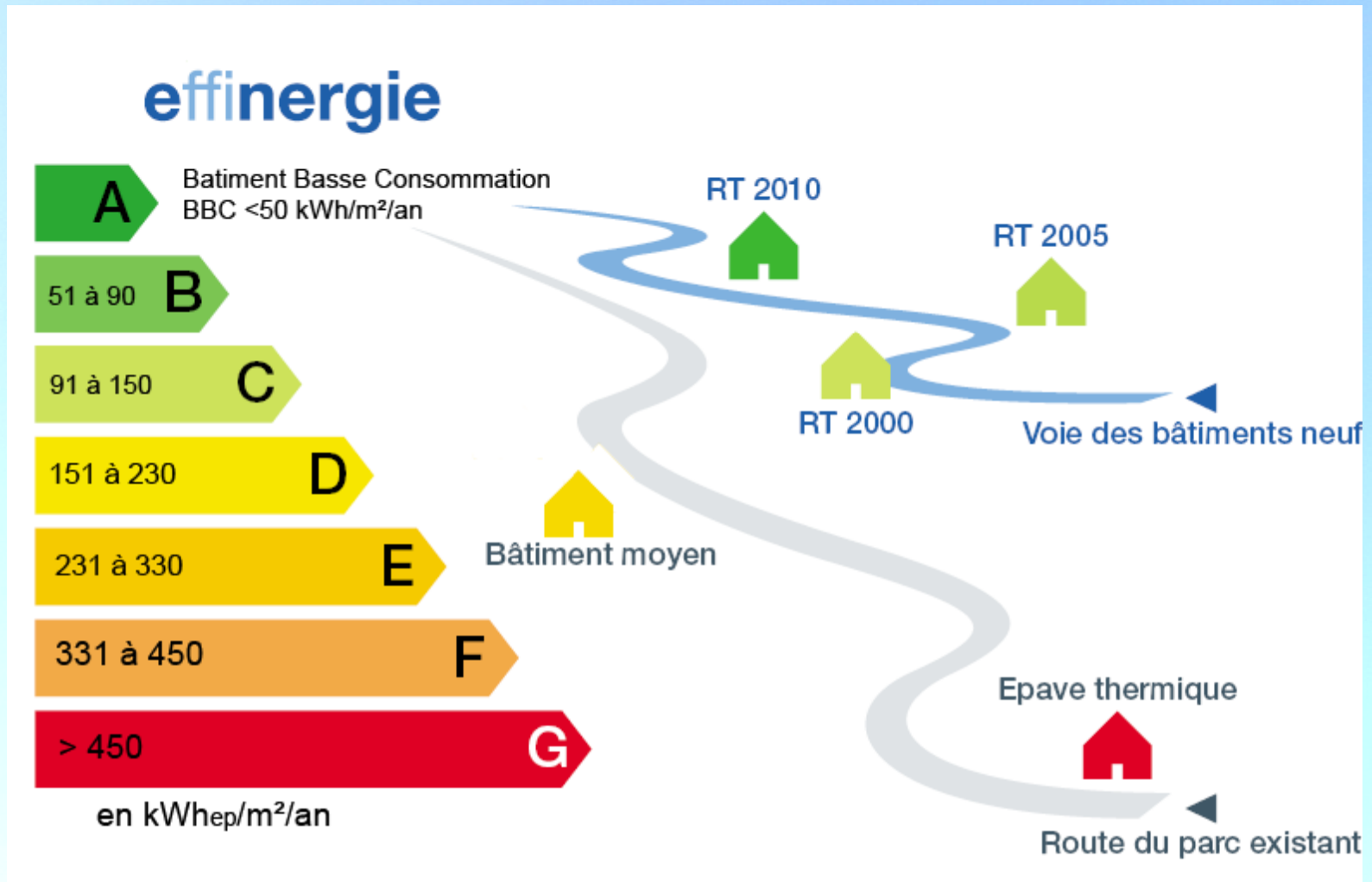
Consommations énergétiques...



...le combat du siècle

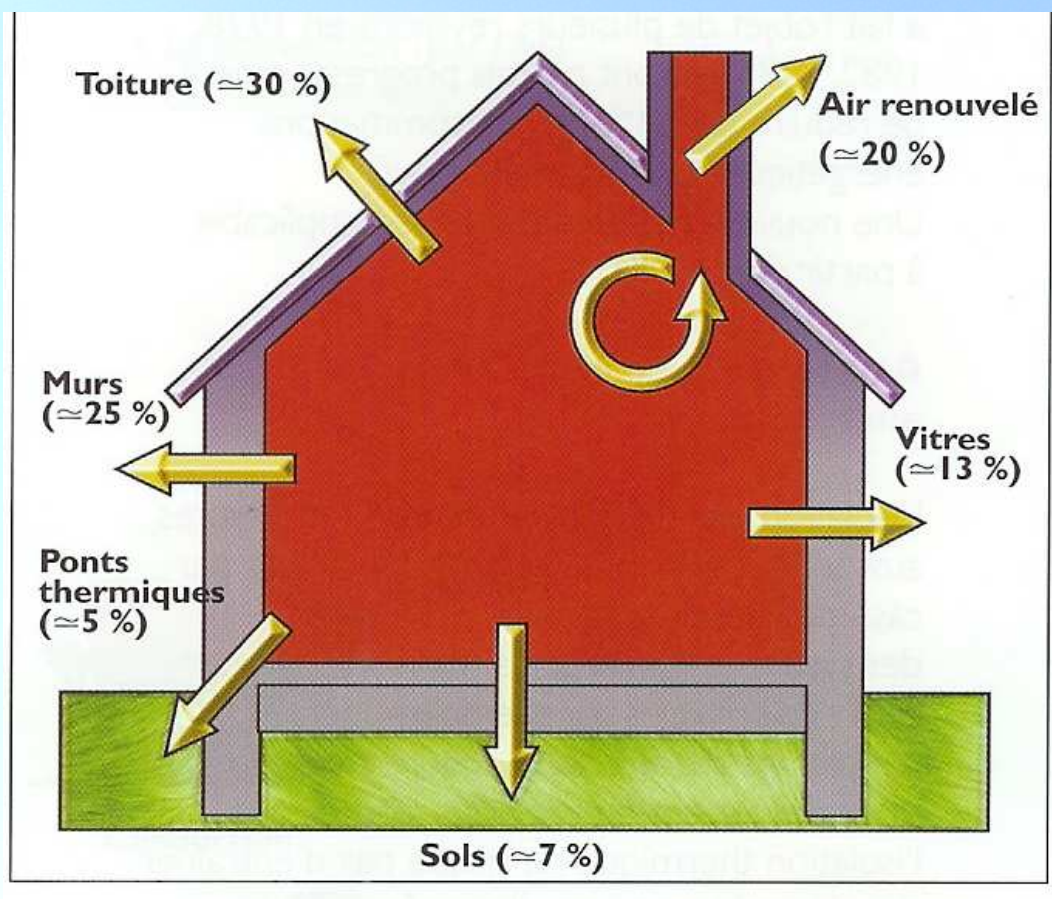
Les enjeux du bâtiment

L'étiquette énergie du bâtiment :

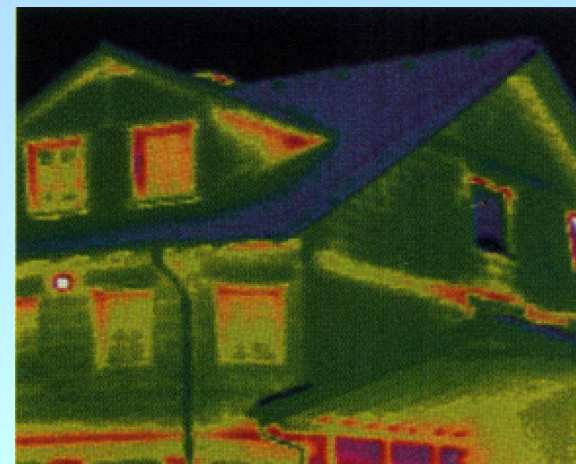


Chauffage et isolation :

1er poste de consommation d'énergie d'un logement



Il est souvent nécessaire de réaliser des investissements relativement importants pour améliorer l'isolation



Les principes de la thermique du bâtiment

Maison non isolée :

Les flux de chaleur au travers de l'enveloppe sont élevés.
Les parois (murs, fenêtres...) sont froides.
Le renouvellement d'air est incontrôlé.
Nombreuses entrées d'air parasites



Maison de 150 m² en Lorraine sur 2 niveaux.
Chauffage et ECS au fioul.
Petite isolation des combles
Consommation :
457 kWh/m².an soit 35 à 40 €/m²/an

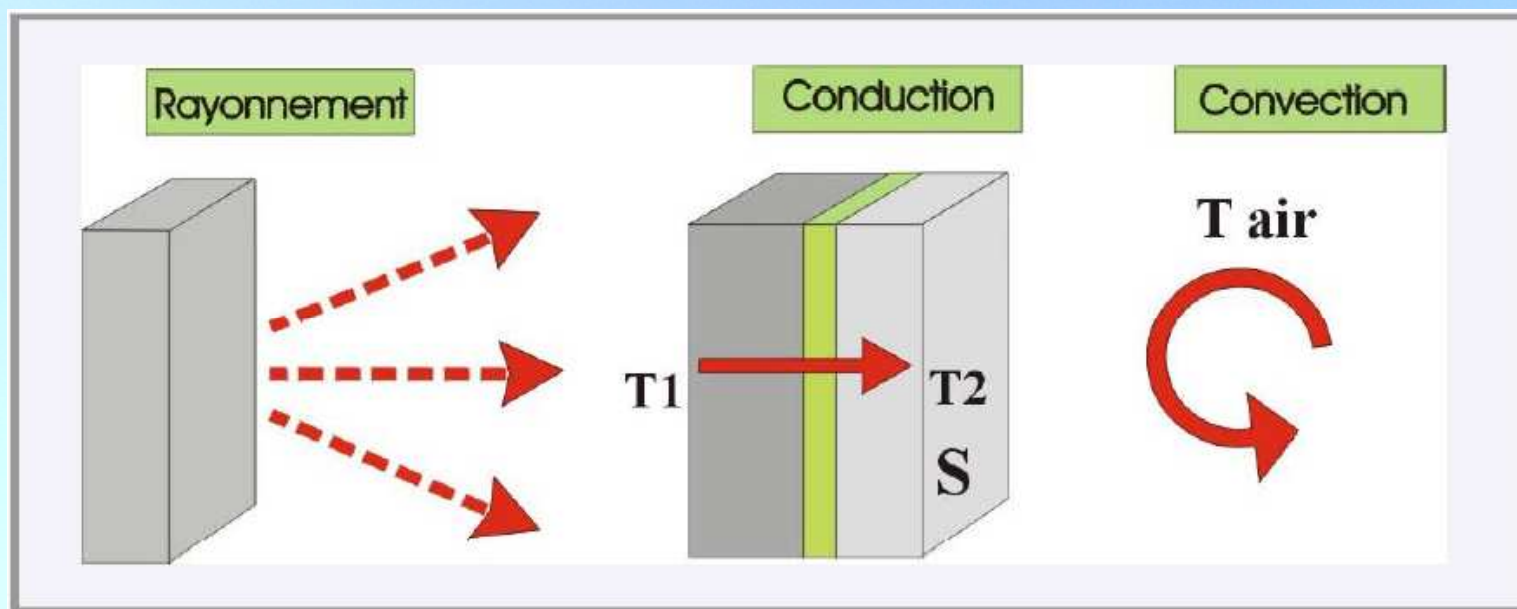
Maison isolée :

Les flux de chaleur au travers de l'enveloppe sont limités.
La température des parois est confortable
Le renouvellement d'air est contrôlé.
Les entrées d'air sont maîtrisées



Après travaux de rénovation thermique.
Chaudière basse température fioul.
VMC hygroréglable. Double vitrage
Consommation :
130 kWh/m².an soit 10 à 13 €/m²/an

Les 3 modes de transfert de chaleur :



- le **rayonnement** : transfert d'un corps à un autre par ondes électromagnétiques, donc sans contact direct.

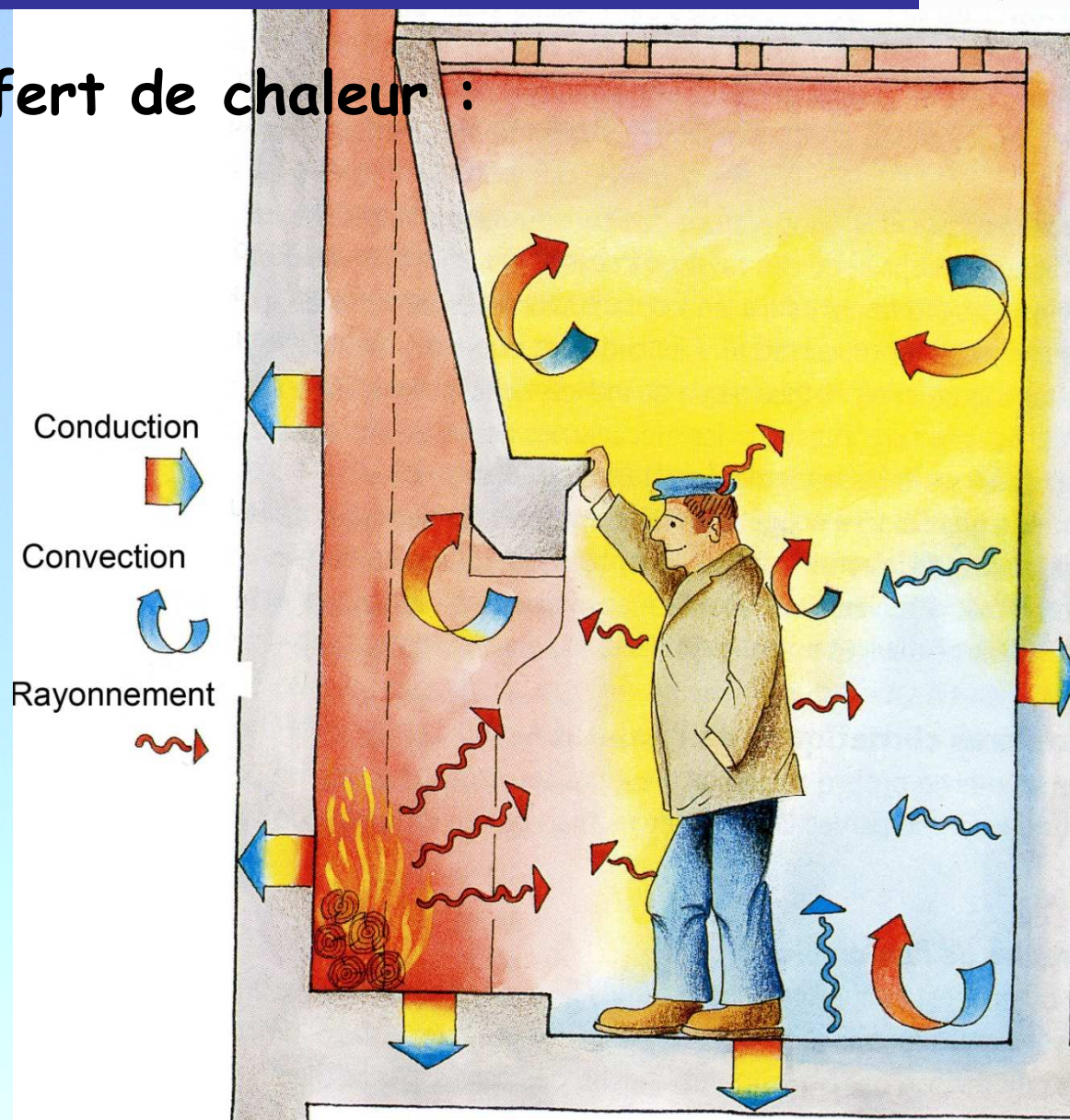
- la **conduction** : la chaleur se propage à l'intérieur de la matière (un même corps solide ou un même fluide liquide ou gazeux), de particule à particule.

- la **convection** : transfert entre l'air et la matière solide résultant du déplacement des particules (de l'air) au niveau de l'interface.

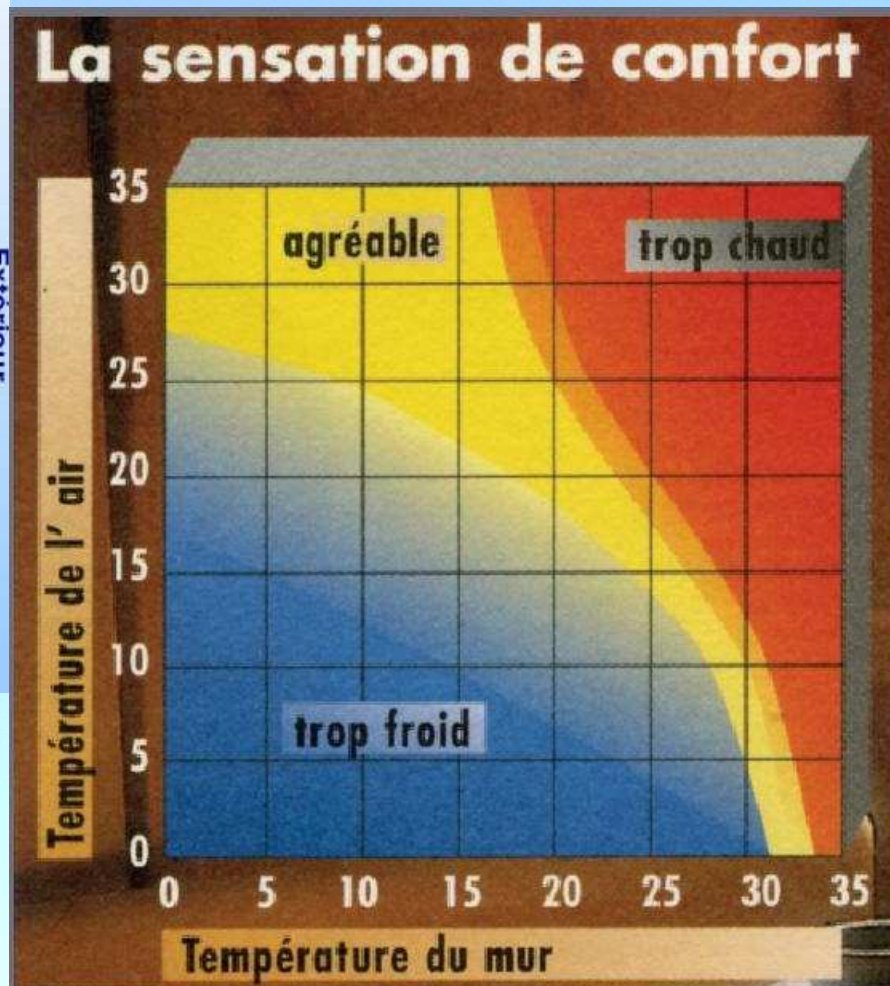
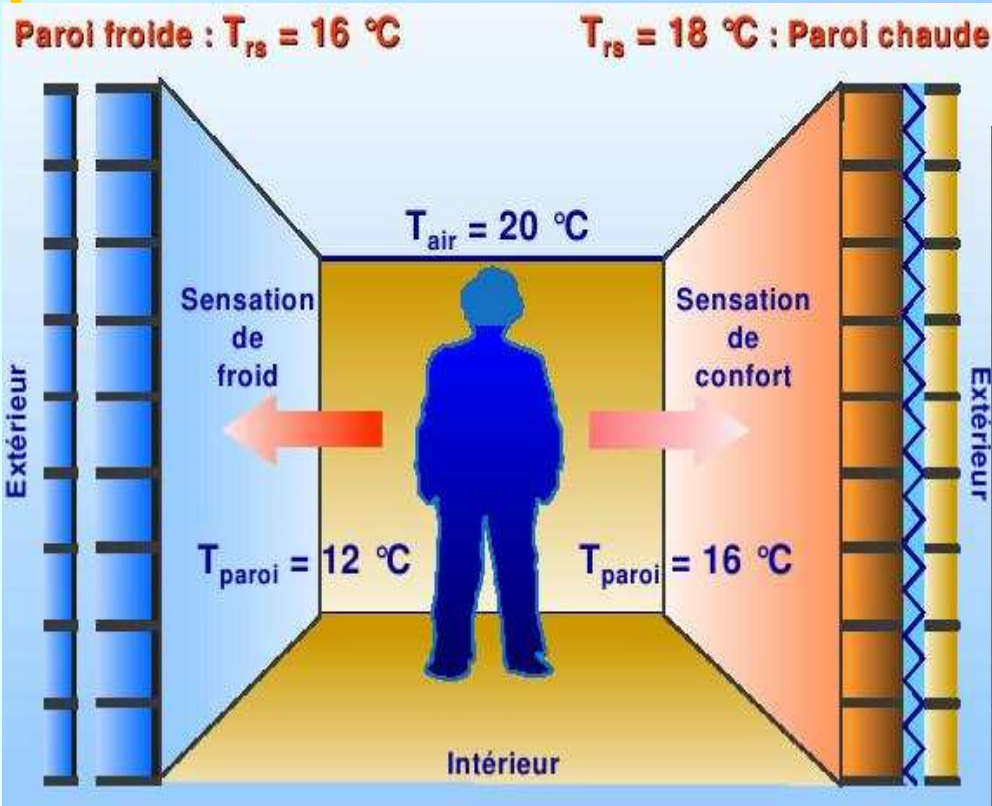
Les 3 modes de transfert de chaleur :

La température ressentie est fonction de ces paramètres mais aussi du taux d'humidité et de la vitesse de l'air.

Agir sur ces phénomènes permet d'atteindre le confort thermique tout en maîtrisant la consommation d'énergie



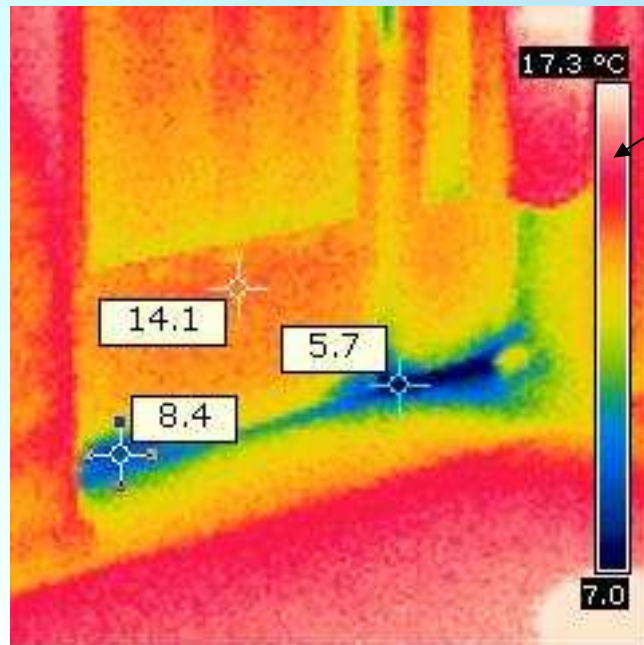
Le confort thermique :



Comment lire une image thermique ?

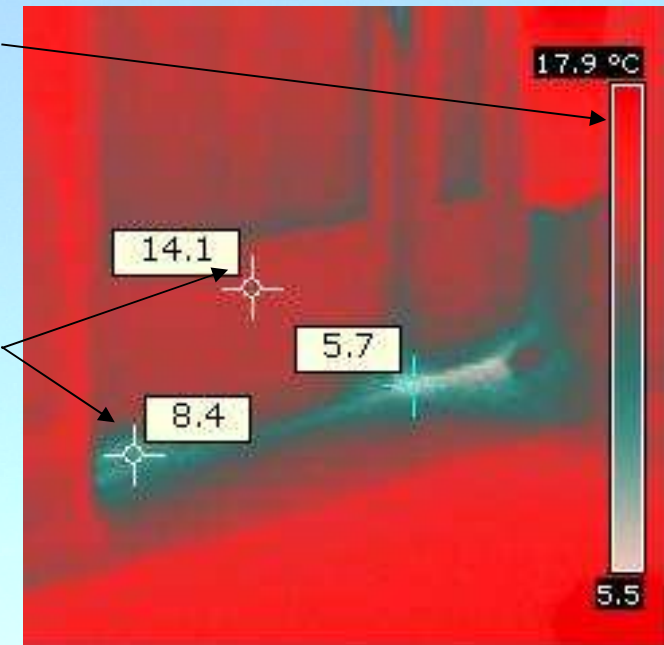
Une photographie infrarouge permet de mesurer et visualiser les températures de surface de la zone étudiée.

Ces températures sont représentées par différentes couleurs. La palette de couleurs compose l'échelle de mesure. Cette échelle est modulable en fonction des conditions de mesure.



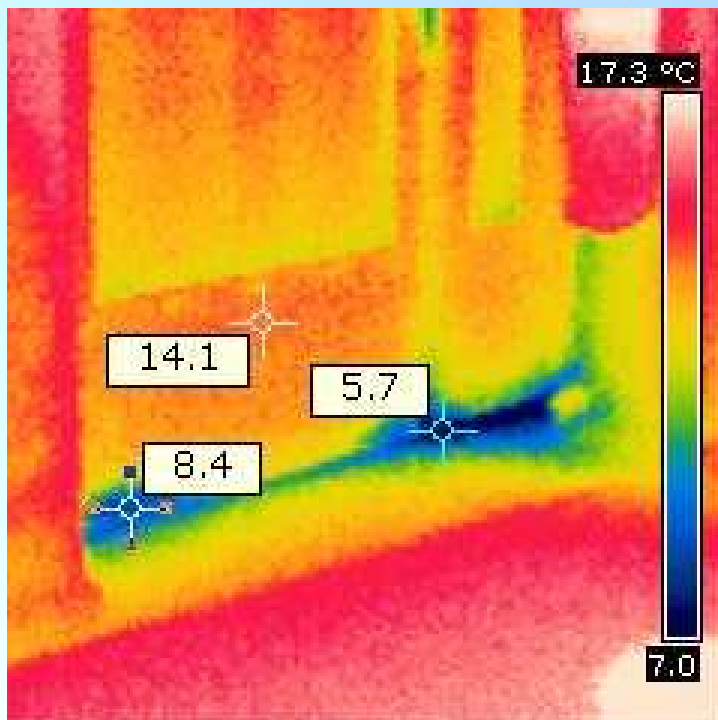
Echelle de mesure

Points de mesure



Comment lire une image thermique ?

Pour exploiter les résultats, il faut connaître les températures intérieure et extérieure.
Ce sont ensuite les différences de température visualisées sur l'image qui permettent de localiser les points froids (ou chauds) et de quantifier leur importance



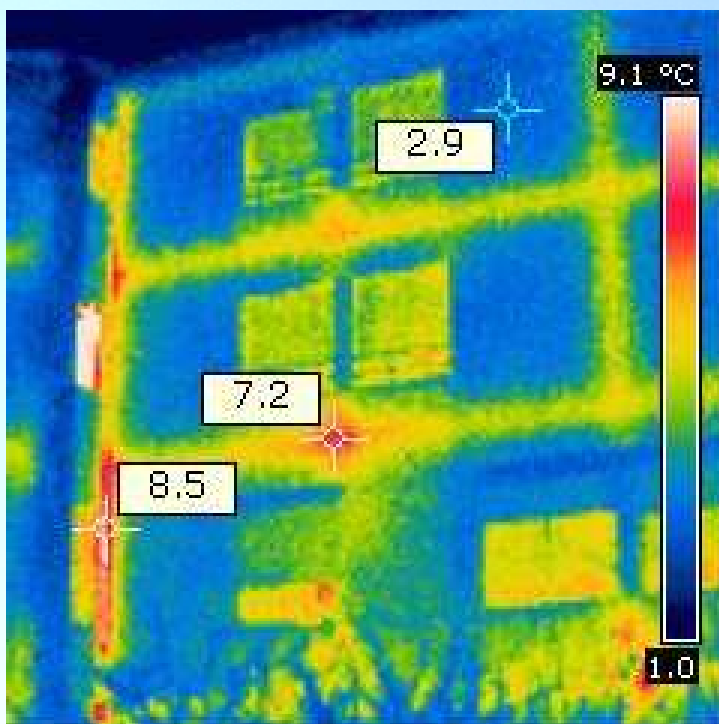
Cette image est prise de l'intérieur.
T°C int : 18°C
T°C ext : 5°C

On constate des entrées d'air très froides sous la porte : à gauche, une réglette « isolante » a été posée, à droite, le jour sous la porte laisse passer un flux d'air conséquent.

Comment lire une image thermique ?

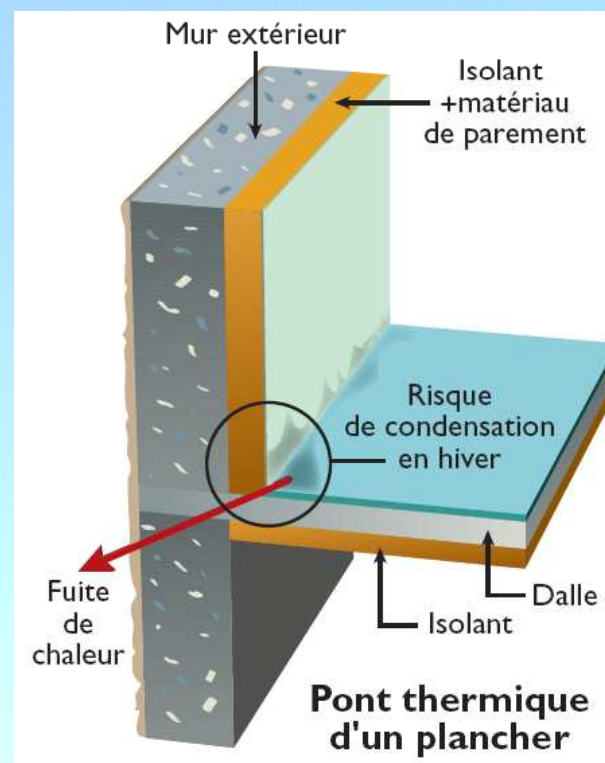
Pour exploiter les résultats, il faut connaître les températures intérieure et extérieure.

Ce sont ensuite les différences de température visualisées sur l'image qui permettent de localiser les points froids (ou chauds) et de quantifier leur importance



Cette image est prise de l'extérieur.
T°C int : 23°C
T°C ext : 1°C

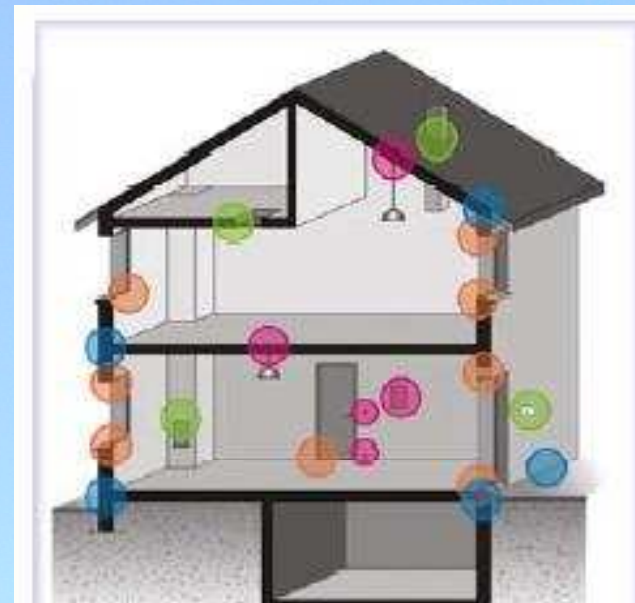
On visualise très nettement les ponts thermiques créés par les dalles et les murs de refend.



L'étanchéité à l'air :

Elle est fondamentale. Les fuites d'air parasites peuvent être responsables de 15 à 40 % des déperditions de chaleur et surtout de sensation d'inconfort.

La rigueur est de mise dans la pose des équipements tels que les fenêtres ou les prises électriques.

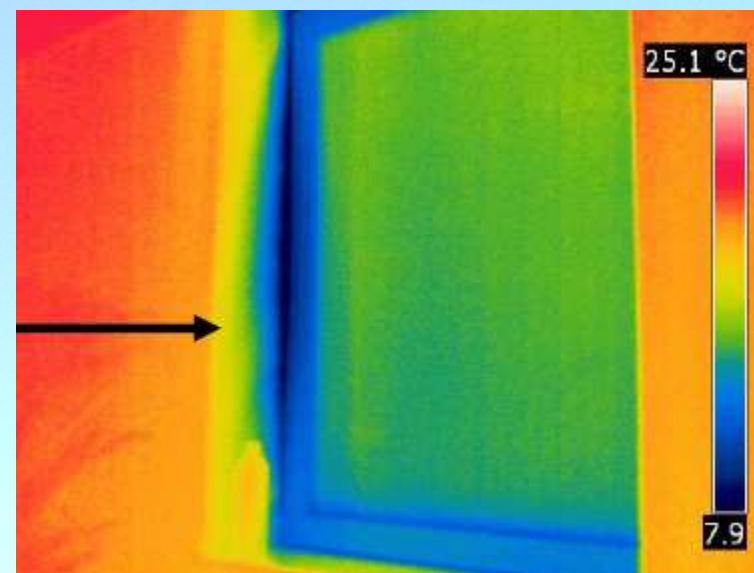
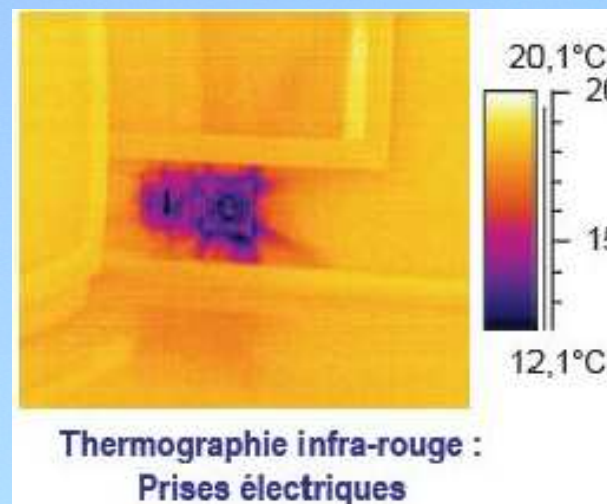
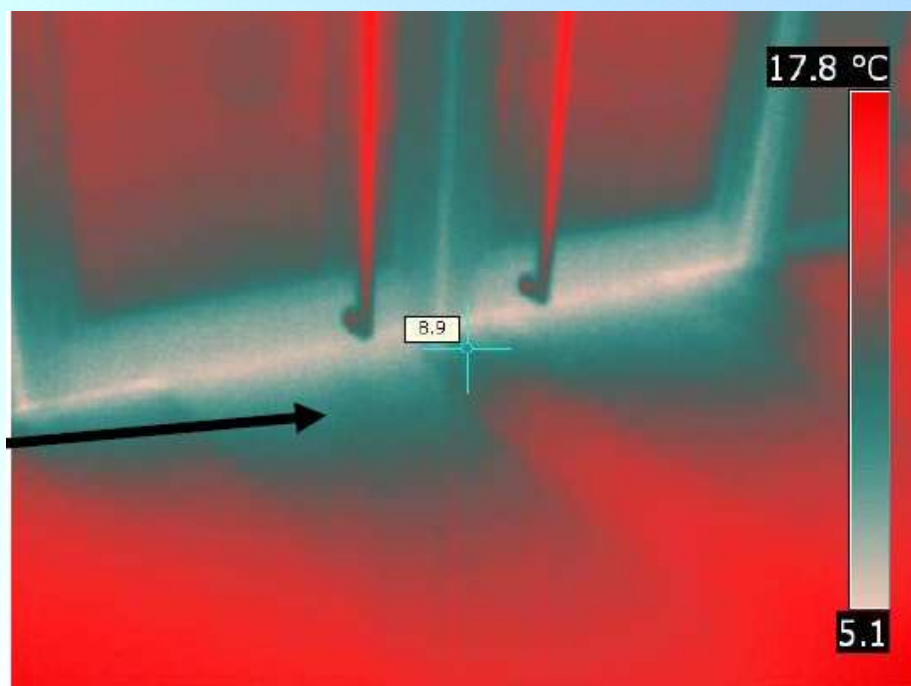


- *Liaisons façades et planchers*
 Liaison mur / dalle sur terre plein, liaison mur / dalle ou plancher en partie courante...
- *Menuiseries extérieures*
 Seuil de porte palière, seuil de porte fenêtre, liaison mur / fenêtre au niveau du linteau...
- *Équipements électriques*
 Interrupteurs sur paroi extérieure, prises de courant sur paroi extérieure...
- *Trappes et les éléments traversant les parois*
 Trappe d'accès aux combles, Trappe d'accès aux gaines techniques...

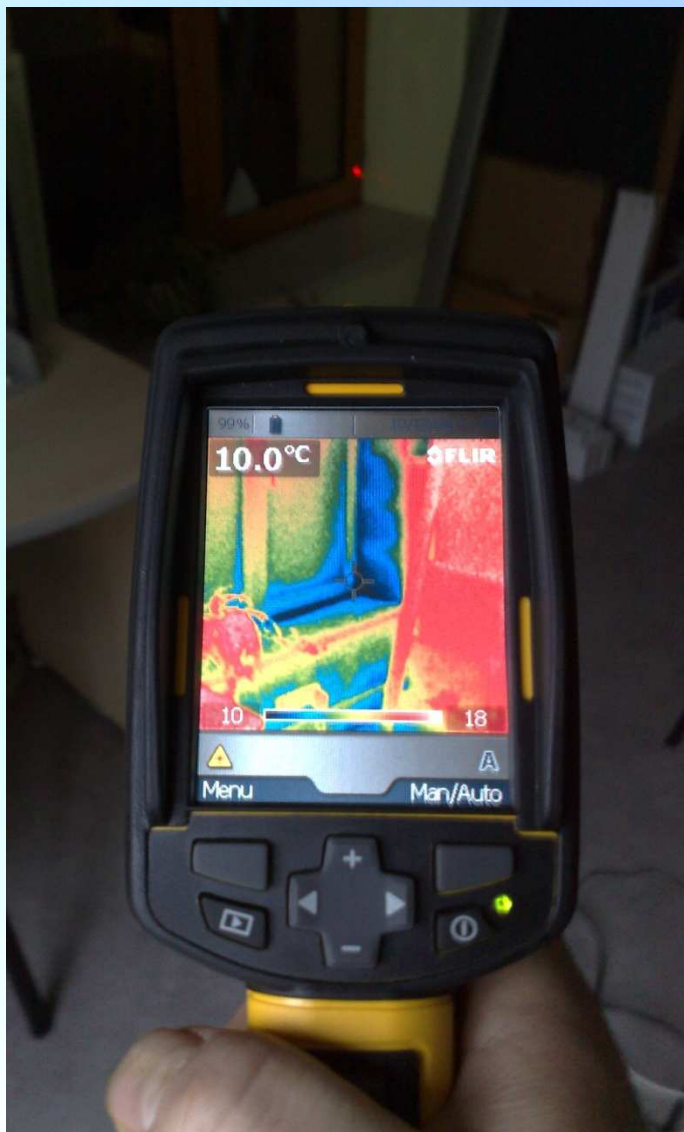
L'étanchéité à l'air :

La rigueur est de mise dans la pose des équipements tels que les fenêtres ou prises électriques.

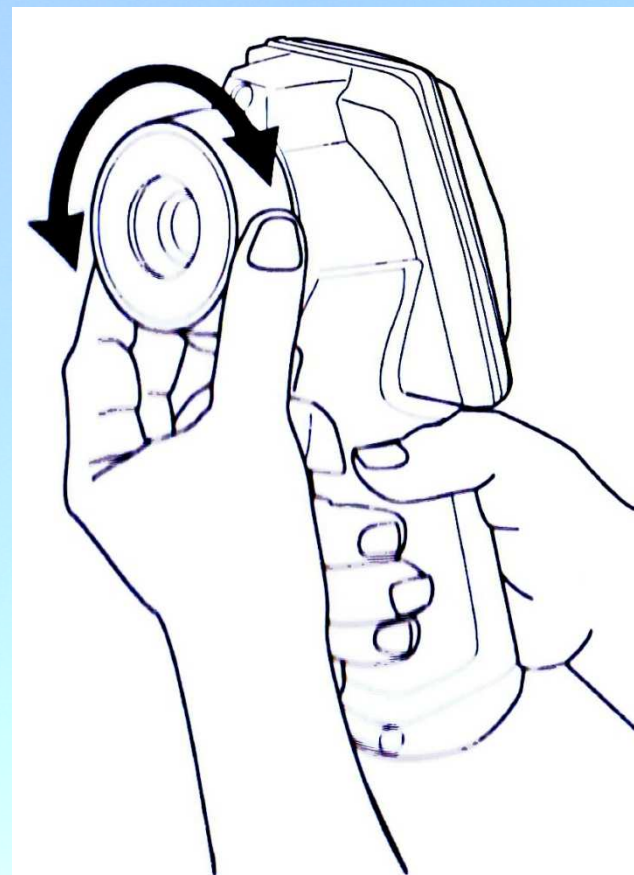
Si de l'air froid entre, c'est qu'il y a de l'air chaud qui sort



Comment utiliser la caméra ?



Caméra allumée, la première étape est de faire la mise au point (focus) en tournant la molette de réglage pour obtenir l'image la plus nette possible.



Comment utiliser la caméra ?



Au centre de l'image, un point de mesure permet de visualiser instantanément la température de l'objet ou du détail souhaité.

Ce point peut être visualisé grâce au pointeur laser.

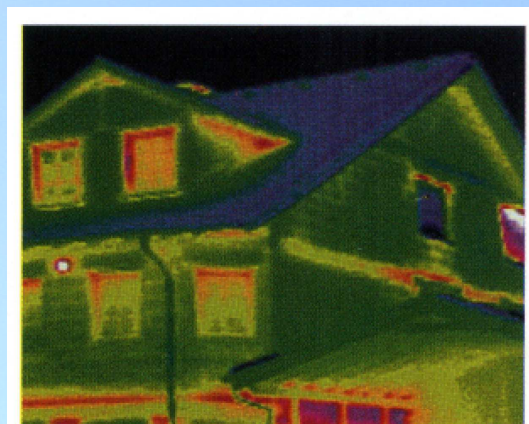
Echelle de mesure automatique A

Passage en échelle manuelle

Si des « parasites » déforment l'échelle automatique, il faudra passer en manuel pour affiner les paramètres de mesures.

Départ pour la promenade thermographique

Énergie		Lave-vaisselle
Fabricant		
Modèle		
Économe	A	A
	A	
	B	
	C	
	D	
	E	
	F	
	G	
Peu économe		
Consommation d'énergie kWh/cycle	1,5	
Efficacité de lavage	A	BCDEFG
Efficacité de séchage	A	BCDEFG
Nombre de couverts	12	
Consommation d'eau l/cycle	16	
Bruit [dB(A) re 1 pW]	45	
Norme EN 50242 Directive 97/17/CE relative à l'étiquetage des lave-vaisselle		



Vos questions

Contact :

Espace **INFO → ÉNERGIE**: Centre & Ouest
Vosges

Pierre PELLEGRINI

03 29 82 93 85

20 allée des Blanches Croix

88051 EPINAL

cov@eie-lorraine.fr



Maîtriser sa consommation



Avant de lancer des travaux importants :

Les premières choses à faire :

16-17°C pour dormir / 18 à 20°C dans une pièce de vie

-1°C = - 7% sur la facture de chauffage

Baisser la température de 3 à 4 °C lorsque vous vous absentez

Entretien de la chaudière, asservissement

Radiateurs : implanter, isoler, dégager, purger, nettoyer

Calfeutrer les portes et les fenêtres, fermer les volets et rideaux pendant la nuit.

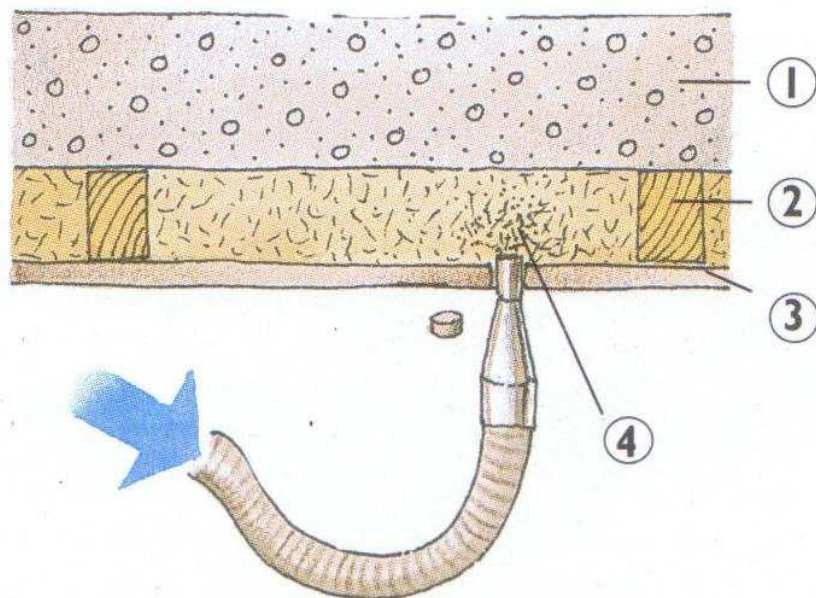
Aérer en grand pendant 5 min (en fermant les radiateurs)

Dégager les bouches d'aération

La toiture ou les combles :

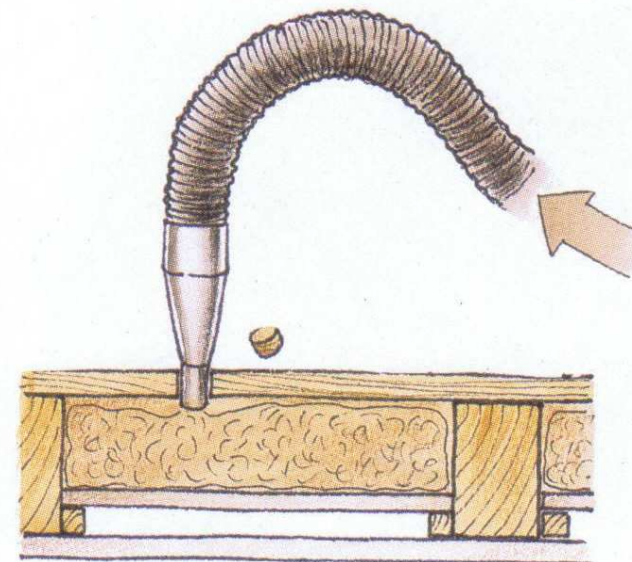


Dans une maison non isolée, isoler **seulement les combles** avec une résistance thermique $R = 5,5$ (22cm d'isolant) permet de **diminuer** ses dépenses de chauffage de **15 % à 25 %**.

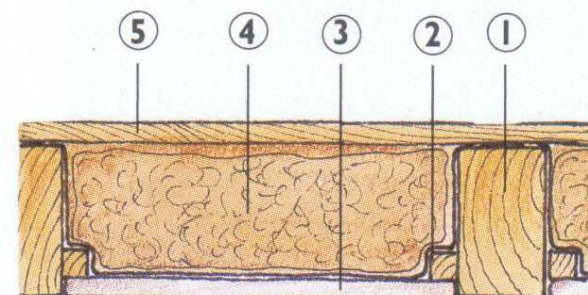


Insufflation de laine de cellulose sur faux plafond (doc. Isofloc).

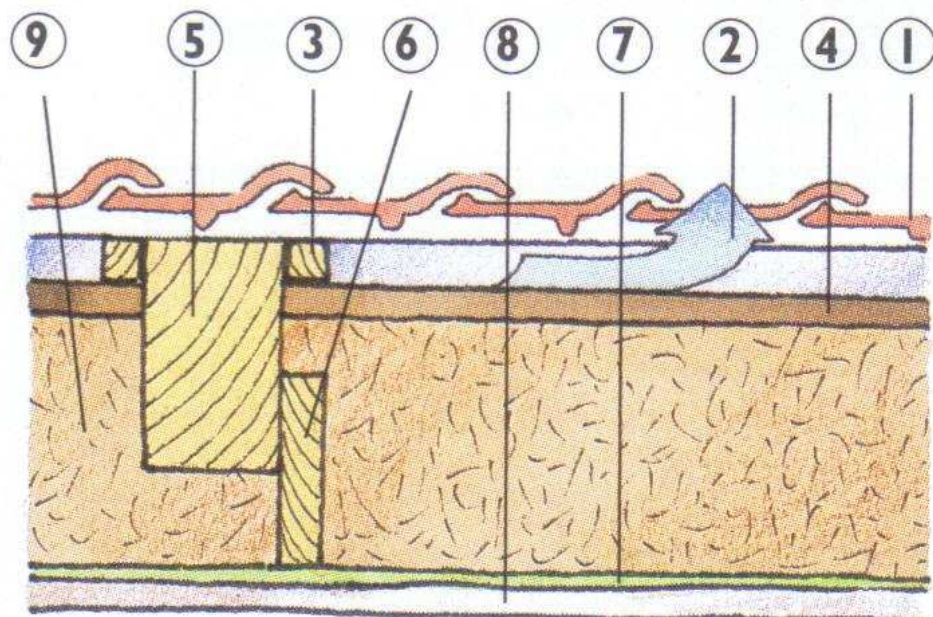
- 1 Dalle existante
- 2 Ossature du faux plafond
- 3 Panneaux de plafond en plâtre
- 4 Laine de cellulose insufflée



Isolation par insufflation de laine de cellulose entre solives (doc. Isofloc).



Isolation par insufflation de laine de cellulose entre solives



2. Isolation d'une toiture en rénovation par laine de cellulose insufflée (doc. Isofloc).

- 1 Couverture
- 2 lame d'air ventilée
- 3 Tasseau de lame d'air
- 4 Panneau de sous-toiture en laine de bois
- 5 Chevron d'origine
- 6 Chevron de renfort
- 7 Film pare-vent ou freine-vapeur
- 8 Plafond
- 9 Laine de cellulose insufflée

Les murs par l'intérieur :



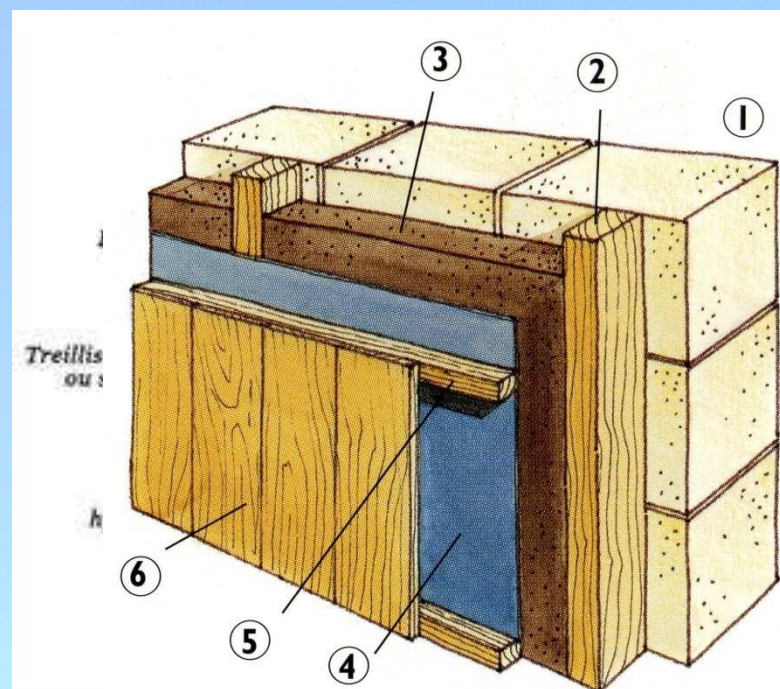
Entre une maison non isolée et une maison avec **seulement les murs isolés** avec $R = 3,15$ (12 cm d'isolant) diminue les dépenses de chauffage de plus de **32 %**



ATTENTION :
fixé sur ossature bois,
retenez 80 % de R

fixé sur ossature métallique,
retenez 50 % de R

Les murs par l'extérieur :



Isolation extérieure par panneaux isolants en liège expansé et bardage bois (doc. J.-P. Oliva).

- 1 Mur d'origine
- 2 Montants bois (6 x 8 cm)
- 3 Panneaux liège expansé 8 cm
- 4 Film pare-pluie respirant
- 5 Tasseaux et lame d'air
- 6 Bardage bois

L'isolation thermique par l'extérieur permet

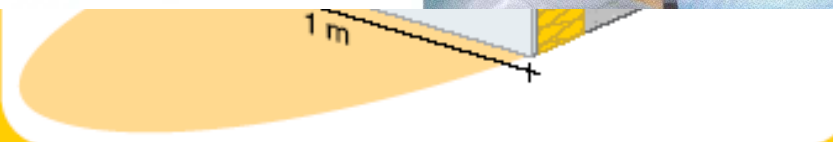
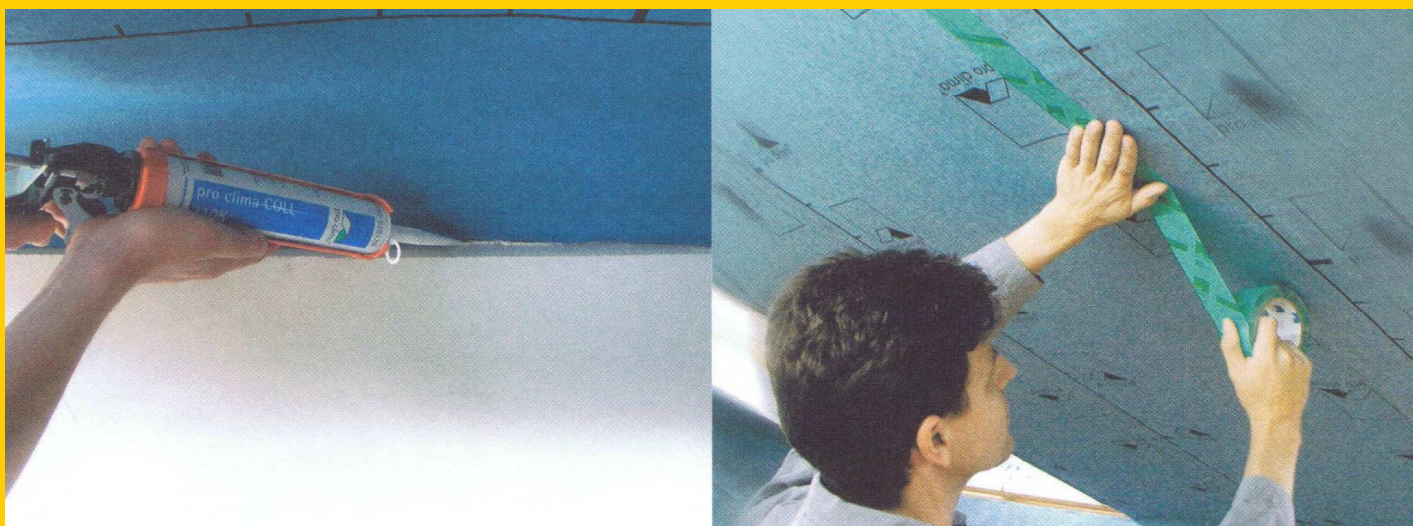
- ne pas perdre de surface habitable
- supprimer les ponts thermiques
- maintenir l'inertie du bâtiment

L'étanchéité à l'air :

À SAVOIR

Étanchéité à l'air et économie d'énergie

Sur une surface d'isolation de 1m² et d'une épaisseur de 14 cm, une fente d'une largeur de 1 mm dans le système isolant, due à un mauvais jointoiment et mise en oeuvre de l'isolation, entraîne 4,8 fois plus de déperditions de chaleur que l'ensemble de la surface isolante.



Source : Institut allemand de physique du bâtiment de Stuttgart, DB Z 12/89.
Conditions de la mesure : T_i : 20 °C, T_{ext} : - 10 °C, différence de pression 20 Pa.

ATTENTION

Le choix des matériaux :



Vue de deux maisons test : celle de gauche isolée avec de ouate de cellulose, celle de droite avec de laine minérale, à coefficient U théorique équivalent. Les déperditions de chaleur supérieures dans le second exemple sont attribuables aux inétanchéités à l'air.

Pour aller plus loin . . .



Le réseau des EIE de Lorraine

est là pour répondre
à toutes vos questions

▪ www.eie-lorraine.fr

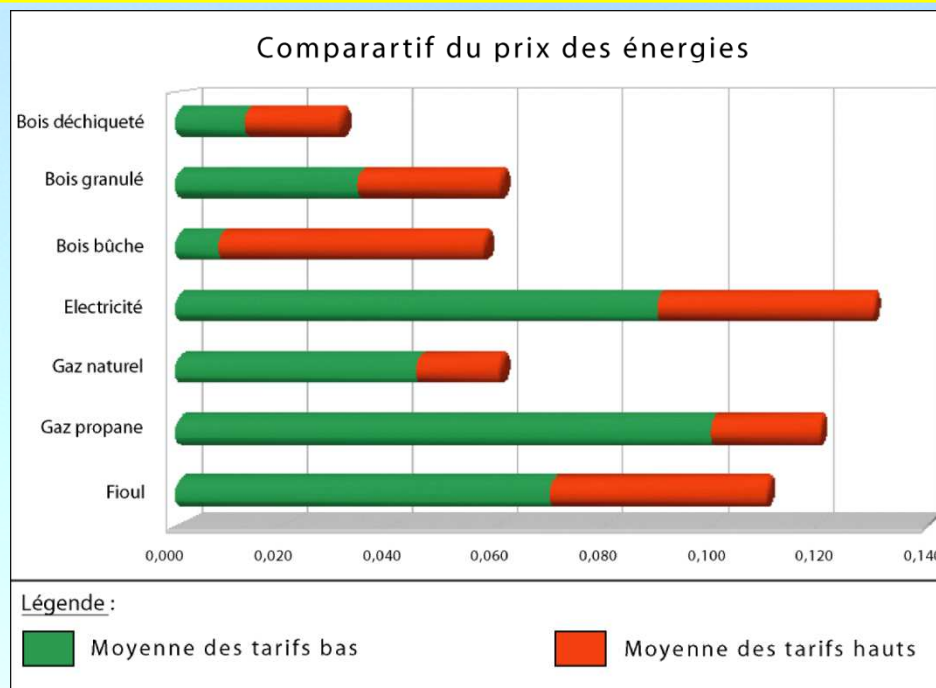
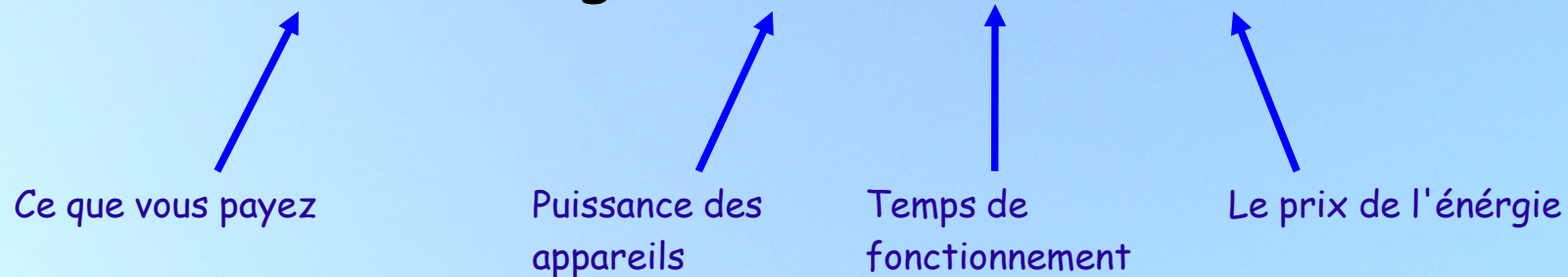


▶ N°Azur 0 810 422 422
PRIX APPEL LOCAL

Du lundi au vendredi de 10h00 à 12h00 et de 13h30 à 17h30 :

Réduire sa facture énergétique

$$\text{Facture d'énergie} = \text{kW} \times \text{h} \times \text{€}/\text{kWh}$$



L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas !



Observons les toitures pour comprendre les phénomènes



Observons les toitures pour comprendre les phénomènes



Observons les toitures pour comprendre les phénomènes



Observons les toitures pour comprendre les phénomènes



Observons les toitures pour comprendre les phénomènes

Thermographie infra-rouge des bâtiments



Merci de votre écoute
et à votre disposition . . .

Espace **INFO → ÉNERGIE**
Centre & Ouest Vosges
20 allée des Blanches Croix
Zone des Tuileries BP 91058
88051 EPINAL Cedex 9
03 29 82 93 85
cov@eie-lorraine.fr



L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas !