PETR

ATHERMIA

PETR

POLE D'EQUILIBRE TERRITORIAL ET RURAL

• Brianconnais • Ecrins • Guillestrois • Queyras

Parc naturel régional du Queyras

TERRITOIRE À ÉNERGIE POSITIVE POUR LA CROISSANCE VERTE

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Formation des élus et des techniciens à la MDE

2017 : les principes

2018 : agir

Synthèse 2018

Principes de base

Un bâtiment ne consomme pas d'énergie

Zéro énergie

Sauf si des êtres humains doivent utiliser ce site ….

Les humains consomment de l'énergie

La consommation d'énergie est une <u>conséquence</u>, d'un besoin <u>humain</u>, pas une cause à traiter

Confort - santé

Alimentation

Culture
Communication

L'objectif certain : l'humain

Le moyen éventuel : la technique

(et il peut y avoir d'autres réponses que techniques)

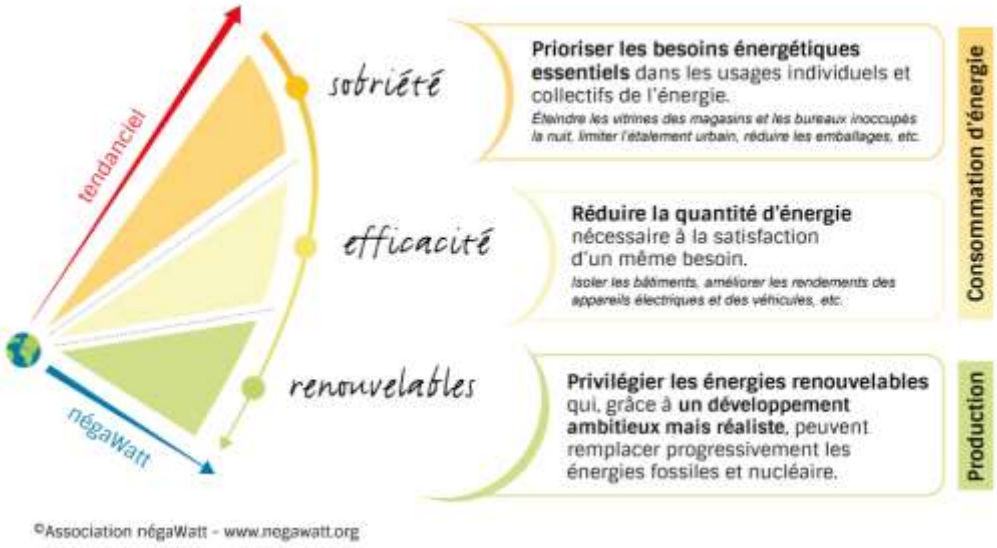
Abandonner les réponses de principe
Revenir aux besoins humains

Abandonner les réponses de principe
Revenir aux besoins humains

On chauffe des être humains

On ne chauffe pas un bâtiment

Le bâtiment importe peu
Sa fonction détermine la bonne réponse



1 - Sobriété : assurer les besoins humains avec moins d'énergie

2 - Efficacité : produire les besoins en énergie avec moins de pertes

3 - Renouvelable : utiliser des ressources durables, créatrices d'emploi

Quelques rappels pour mémoire

→ Plein d'unités différentes pour la même chose :

l'énergie

1 Joule
1 W.s
1 N.m
1 calorie
1 kWh
…

1 Joule = 1 W.s = 1 N.m

1 cal = 4,18 J
1 Wh = 3600 J

K : Kelvin – température
W : Watt – puissance
H : Henry – inductance
J : Joule - énergie

k : kilo
w : travail
h : heure
j : jour

Majuscules

Les mêmes lettres en minuscule : rien à voir

kilo WATT heure

kWh, MWh, TWh, GWh

1 kilo : 1 000	mille
1 méga : 1 000 000	1 million
1 giga : 1 000 000 000	1 milliard
1 téra : 1 000 000 000 000	1000 milliards

L'exception sur les majuscules, qui confirme la règle ☺

Convertir en MWh

Fioul : 10 MWh / **m3**

Propane : 12,5 MWh / **tonne**

Gaz naturel : 14 MWh / **tonne**

Bois plaquette à 25% Hyg : 0,88 MWh / **m3**

Bois granulés : 3 MWh / **m3**

Prix de l'énergie

En 2018 *(prix TTC moyens)* :

Plaquettes :	30-35 €/MWh
Granulés de bois :	50-55 €/MWh
Gaz naturel :	60-65 €/MWh
Fioul :	90-100 €/MWh
Propane :	130-140 €/MWh
Électricité :	150-180 €/MWh *(en hiver)*

ECS : quelques ratios

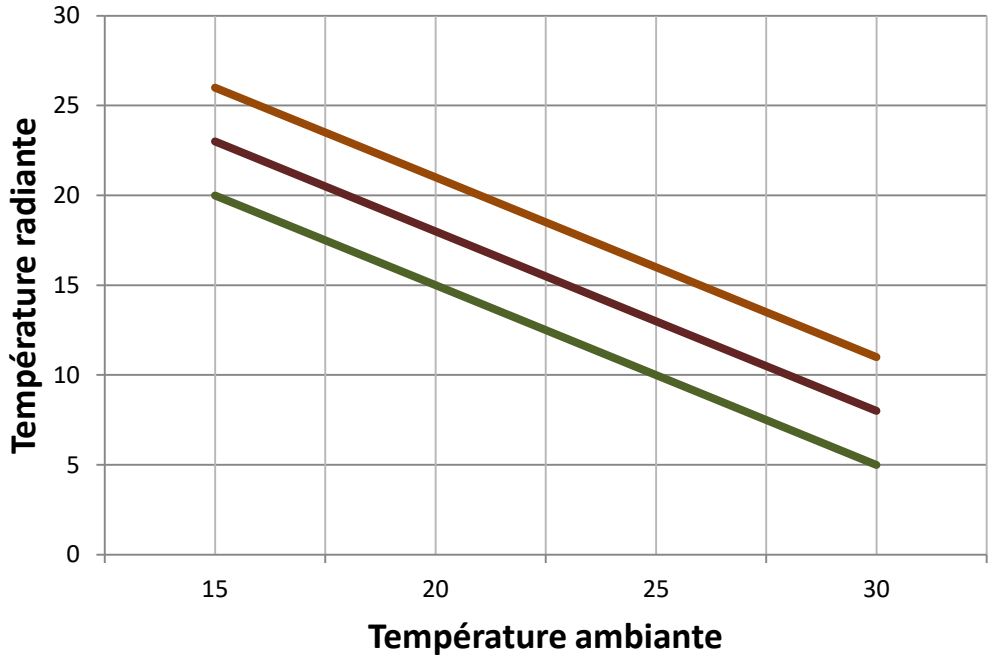
RATIO DES CONSOMMATIONS PAR TYPE DE BATIMENT

Destinations des locaux	Type d'utilisation	Consommation moyenne à 45°C
Logements individuels	Jusqu'à 3 personnes	150 L / j
	Jusqu'à 5 personnes	225 L / j
	Jusqu'à 7 personnes	250 L / j
Logements collectifs	Jusqu'à 3 personnes	120 L / j
	Jusqu'à 5 personnes	175 L / j
	Jusqu'à 7 personnes	220 L / j
Hôtels * à **	Chambres WC / Bains ou douches tous usages	50 L / j / Personne ou 75 L / j / Chambre
Hôtels *** à ****	Chambres WC / Bains ou douches tous usages	80 L / j / Personne ou 120 L / j / Chambre
Restaurants privés	Cuisine / Vaisselle	7 L / couvert
Restaurants collectifs	Repas préparés et servis	5 L / couvert
Cuisines collectives	Repas préparés	2 L / couvert
Hôpitaux – cliniques	Tous usages	50 à 100 L / j / Lit
Maisons de retraite	Tous usages	35 à 50 L / j / Lit
Hébergement Internats et casernement	Tous usages	30 à 35 L / j / pensionnaire
Piscines publiques	Douches	10 L / j / Baigneur
Gymnases – Terrains de sport	Douches	15 L / j / Personne
Campings - Hébergements	Tous usages	20 à 25 L / j / Campeur

Source : ADEME

Le confort humain : pas uniquement une température d'air

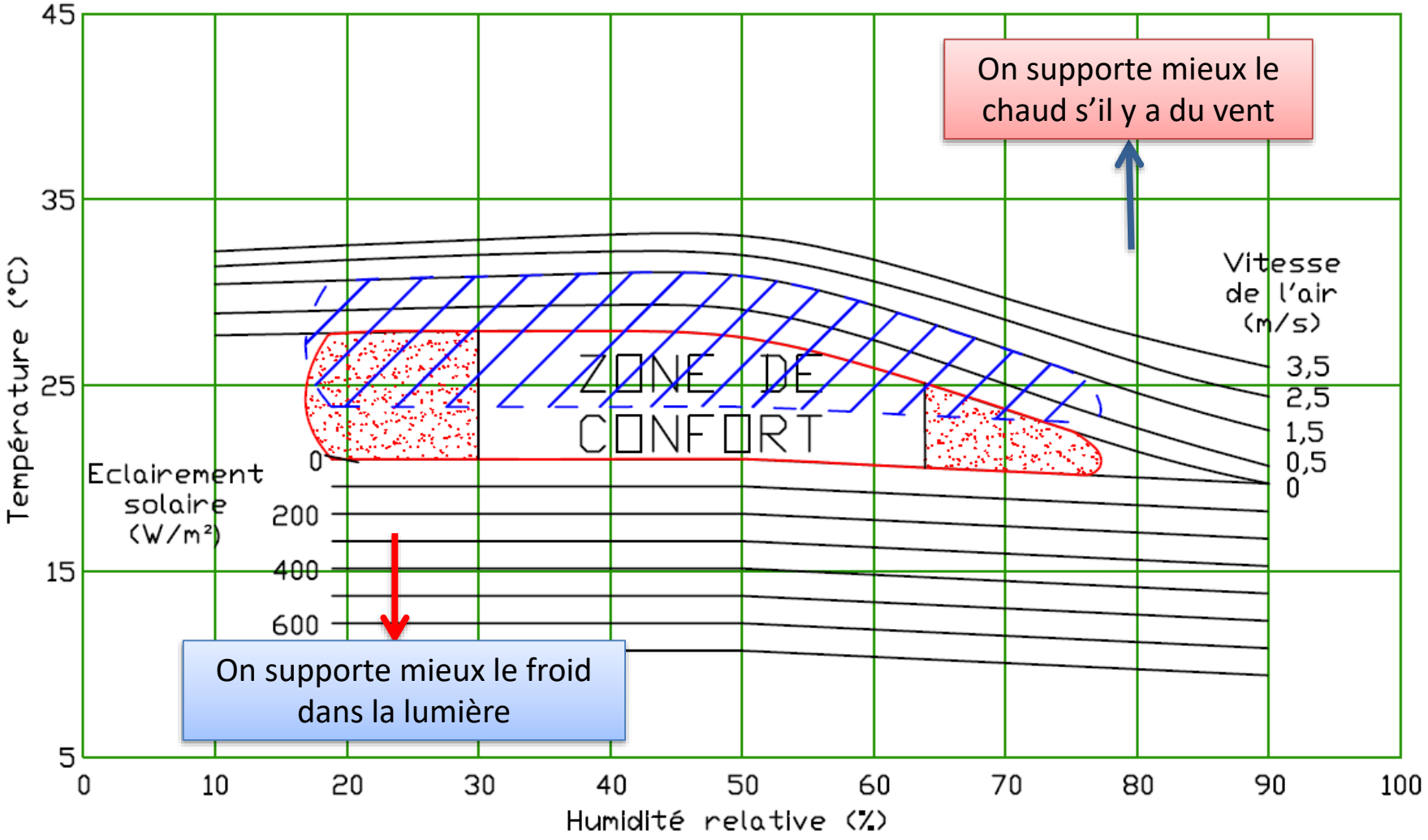
Température de confort → température ressentie



$T_{radiante}$ = Moyenne des températures radiantes des parois du local

$$T_{ambiante} + T_{radiante} = 37,5°C \pm 3°C$$

Zone de confort : °C + humidité + lumière + vent



Variables extensives / variables intensives

extensif	intensif
m² Litres kWh … **Varie** avec la taille du bâtiment	kWh/m² Litres/personne °C … **Ne varie pas** avec la taille du bâtiment
On peut les **additionner** *(en général)*	On peut les **comparer**

Le rapport entre 2 valeurs extensives donne … une valeur intensive

Connaitre ses besoins

Récupérer les bonnes informations

Pour détecter les potentiels
Pas pour trouver les solutions

Savoir repérer les économies faciles, rapides, à investissement nul ou faible

Les 4 informations prioritaires :

kWh

€

Surface

Nb occupants

Suivre les factures

	kWh										€ TTC									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chaufferie bois Molines	2344	2344	2344	2344	2344	5794	6298	6848	8786	8967	380 €	380 €	380 €	380 €	380 €	1 153 €	597 €	1 069 €	1 447 €	1 512 €
Garage Atelier Aiguilles	1122	1122	1122	1122	3111	3158	3780	3641	3653	3443	206 €	206 €	206 €	206 €	521 €	515 €	540 €	634 €	674 €	678 €
Déchetterie Aiguilles	4696	4696	4696	8419	6831	28920	23189	22615	26728	23814	448 €	448 €	448 €	1 283 €	1 012 €	3 697 €	3 195 €	3 251 €	3 934 €	3 707 €
Déchetterie Ceillac	2164	2164	2164	2164	2770	2614	1659	5247	6986	7231	310 €	310 €	310 €	310 €	400 €	356 €	238 €	726 €	980 €	1 100 €
Maison du Queyras Aiguilles	6731	6731	6731	10000	23199	22736	22619	18830	17903	16368	828 €	828 €	828 €	1 230 €	3 097 €	2 731 €	3 098 €	2 778 €	2 773 €	2 701 €
Office du Tourisme Arvieux	9276	9276	9276	9276	9276	9276	9276	12935	12538	12113	1 135 €	1 135 €	1 135 €	1 135 €	1 135 €	1 135 €	1 135 €	1 491 €	1 562 €	1 642 €
Cabinet médical Molines	403	404	405	406	407	408	409	409	-498	227	129 €	130 €	131 €	132 €	133 €	134 €	135 €	135 €	56 €	155 €
Maison de l'Artisanat Château VV	13239	13239	13239	13239	22305	28245	28780	30658	26217	22315	2 220 €	2 220 €	2 220 €	2 220 €	3 785 €	3 494 €	3 793 €	4 176 €	3 903 €	3 590 €
Agence postale ST Véran	20999	20999	20999	20999	20999	20999	20999	18811	21154	20855	2 511 €	2 511 €	2 511 €	2 511 €	2 511 €	2 511 €	2 511 €	2 343 €	2 772 €	3 014 €
Agence postale Arvieux	3488	3488	3488	3488	3488	3488	3488	5887	7186	5282	518 €	518 €	518 €	518 €	518 €	518 €	518 €	829 €	1 041 €	855 €
Agence postale Abriès	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	8498	8412	6571	334 €	335 €	336 €	337 €	338 €	339 €	340 €	1 145 €	1 202 €	1 035 €
STEP Molines				28557	380022	302773	302819	343502	338025	278253				6 053 €	36 491 €	33 610 €	33 474 €	38 703 €	42 599 €	35 788 €

Chaque année on note
des kWh et des €

Ne pas perdre de temps avec une précision inutile

2 chiffres significatifs, c'est largement suffisant

Précision à 1%

Précision impossible à atteindre dans le bâtiment

~~23,637~~ → **24**

Analyser des valeurs « intensives »

€/MWh
kWh/m²
kWh/occupant
…

€/MWh trop élevé : 1ère source d'économie
Abonnement inadapté, usage spécifique, tarif à renégocier, …

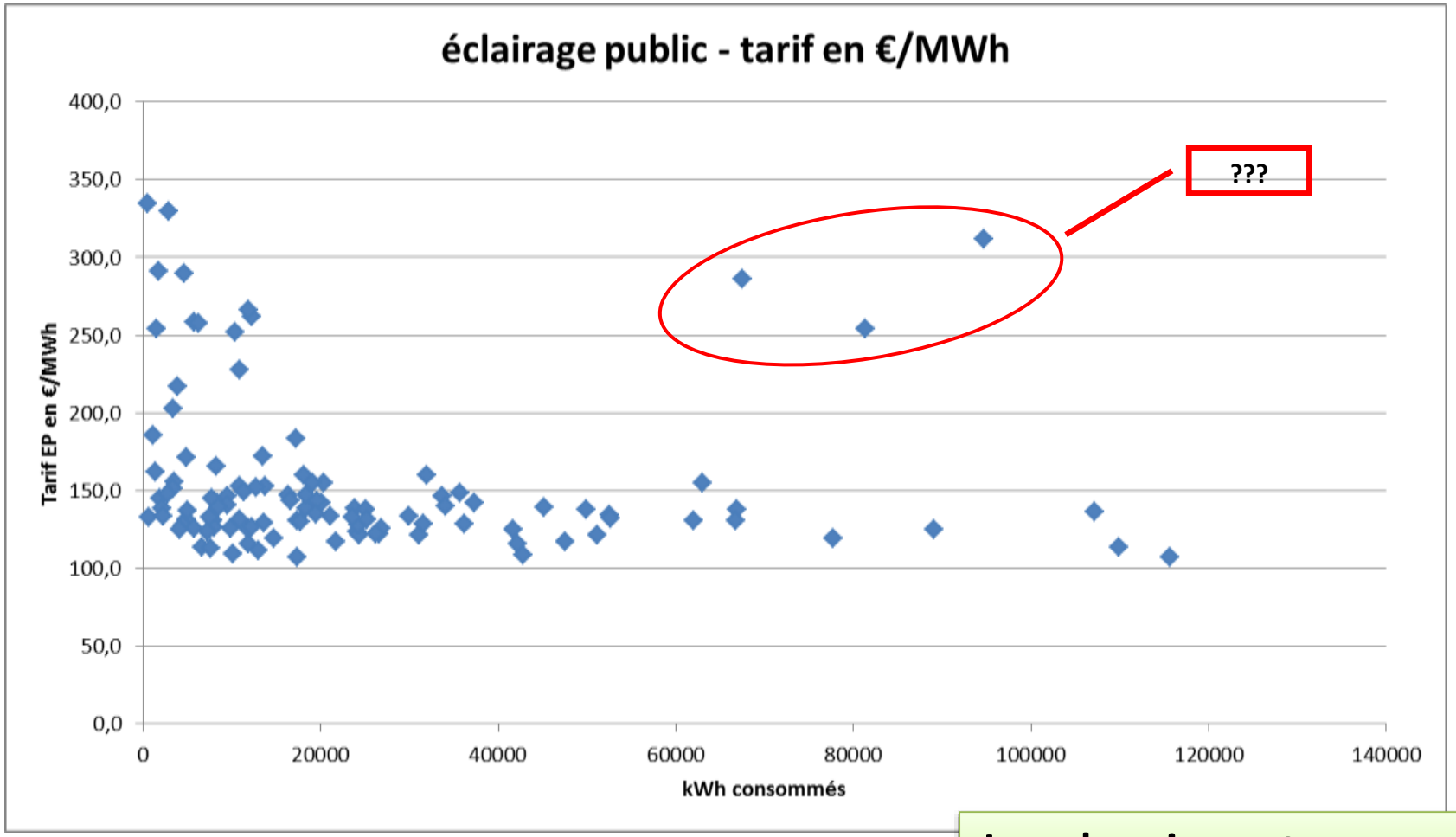
Cerner les priorités

	Consommations d'électricité			
	kWh	€	€/MWh	% total
garage communal	24267	3 917 €	**161 €**	5%
agence postale	7207	1 144 €	**159 €**	1%
salle polyvalente	9326	1 352 €	145 €	2%
bureau canon à neige	7189	975 €	136 €	1%
STEP du Gouret	76236	11 325 €	149 €	16%
patinoire	122696	24 874 €	**203 €**	25%
piscine	93269	12 172 €	131 €	19%

Consommation annuelle

Concentrer son temps sur <u>ce qui en vaut la peine</u>

Croiser les données
Chercher les incohérences

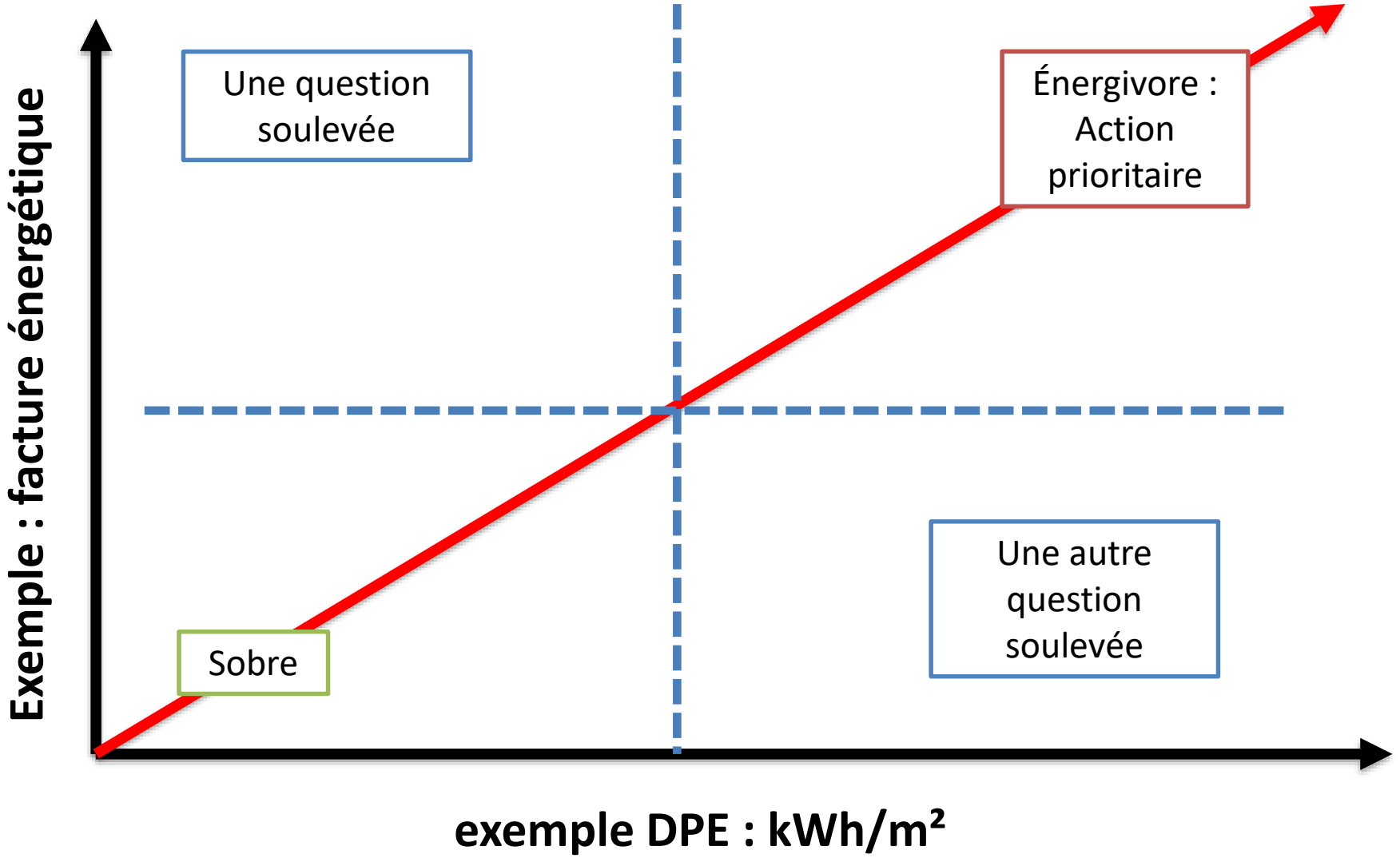


Tarif : €/MWh

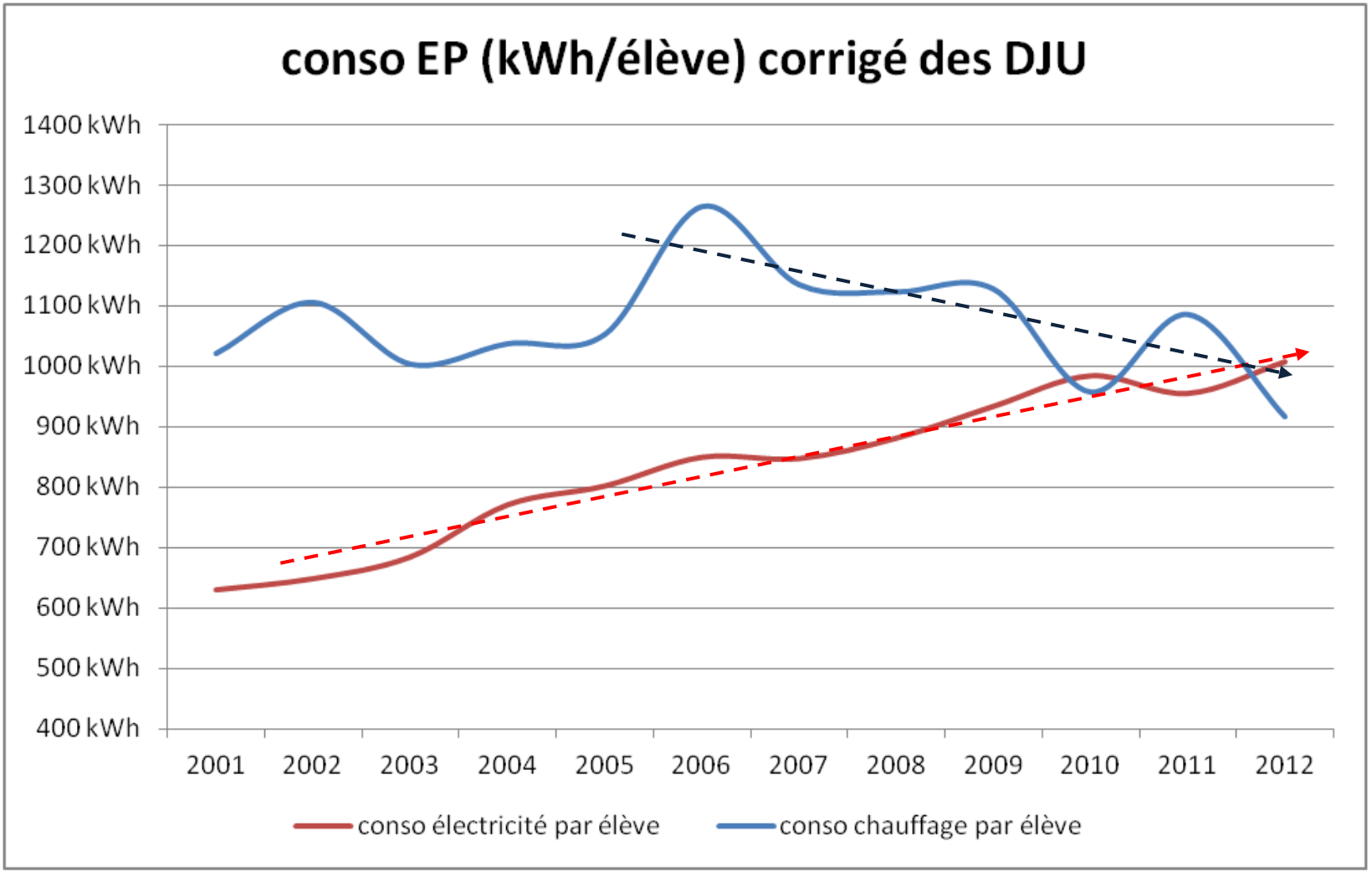
Consommation : kWh

La valeur importe peu …

Croiser les données pour mieux analyser



La tendance est plus importante que la donnée brute



1er travail :
Collecter les données

2ème travail :
Chercher les incohérences

3ème travail :
Faire les premières économies qui vont financer la suite

Maitrise de l'énergie

« Le » grand principe de base

L'être humain vaincra toujours face à la complexité

1ère étape :
Cerner les besoins réels

Ne consommer que pour les besoins humains

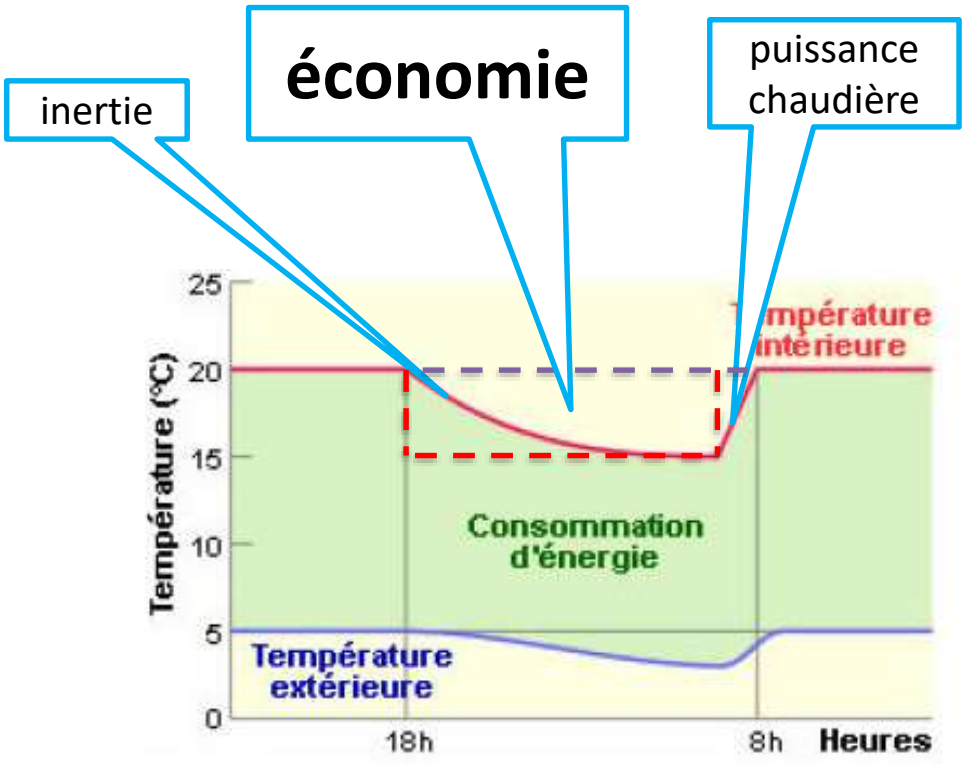
Enquêter sur les ressentis : courants d'air, qualité de l'air, luminosité, sensation froid-chaud, …

Définir les besoins réels : ne pas chauffer les salles inoccupées, décentraliser la régulation, concentrer le chauffage là où le besoin existe, …

Le système est-il conçu pour un bâtiment où pour ses occupants ?

Baisser le chauffage ne peut que provoquer des économies

1°C en moins = 7% d'économie !



Consommation d'énergie *:*

- *Proportionnelle aux pertes*
- *Proportionnelle à la différence de température entre dedans et dehors*

Connaitre son patrimoine

Les 4 informations prioritaires :

kWh

€

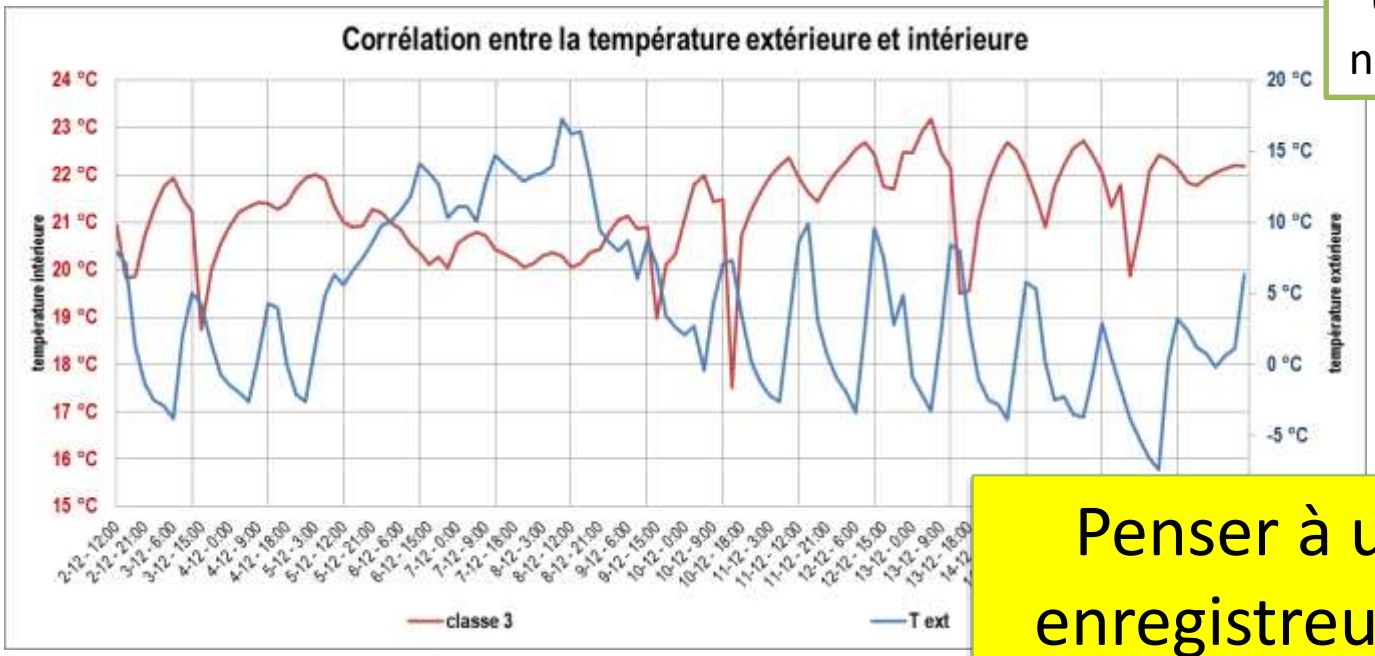
Surface

Nb occupants

Pour aller plus loin :
Enregistrer les températures en hiver 24h/24

Comparer les informations
Chercher les incohérences

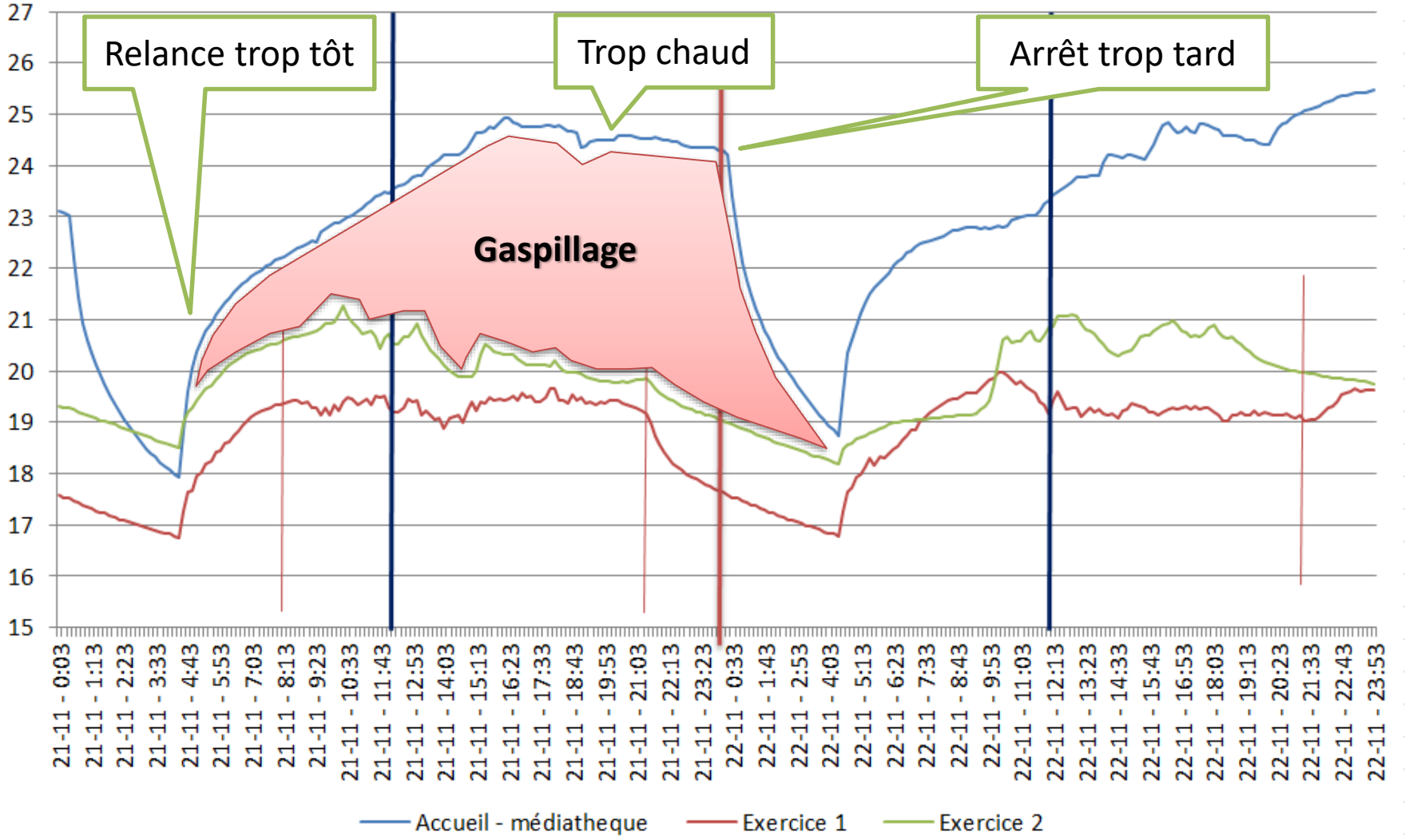
On veut chauffer des élèves (17 à 23% du temps)
On ne chauffe pas une école (100% du temps)



Chauffé plus la nuit que le jour ?

Penser à utiliser les enregistreurs du PETR

Comparer les informations
Chercher les incohérences

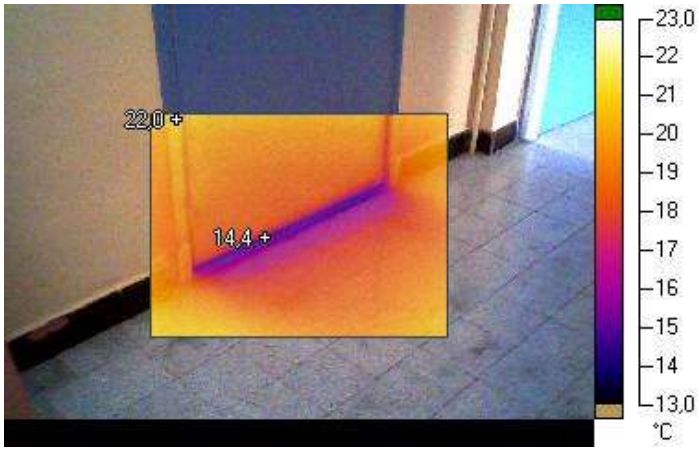


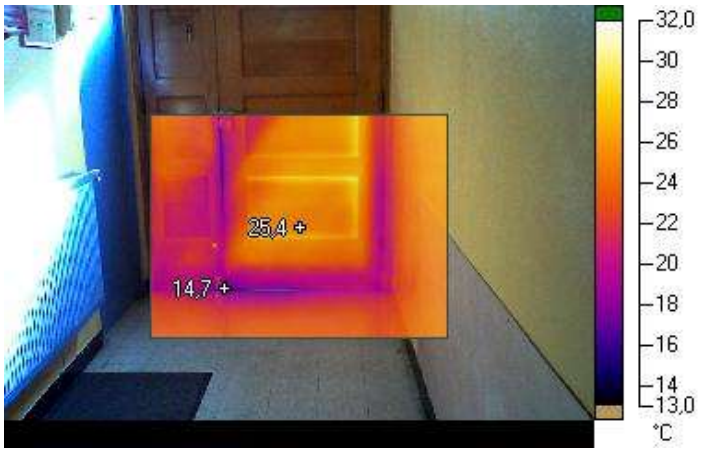
P1 : combustible
P2 : entretien courant
P3 : maintenance lourde
P4 : amortissement investissement

P1 : consommer plus
P2 + P3 : consommer moins

P1+P2+P3 :
Demander au fournisseur d'agir pour moins vendre
➔ **incompatibilité**

Solutions prioritaires :
Contrôler les menuiseries
« Boucher » les fuites



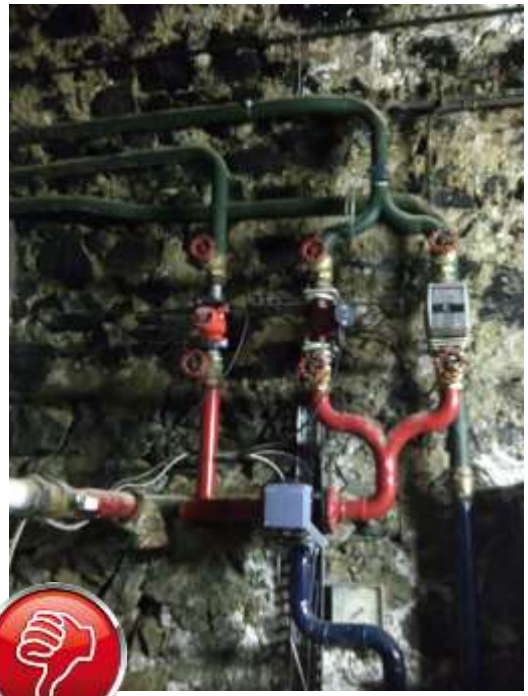


Un courant d'air, c'est une sensation de froid

Penser à utiliser les caméras thermiques du PETR

Solutions prioritaires :
Chauffer les humains, pas le bâtiment

Isoler les canalisations



Un radiateur n'est qu'un tuyau non isolé
→ un tuyau non isolé, c'est un radiateur

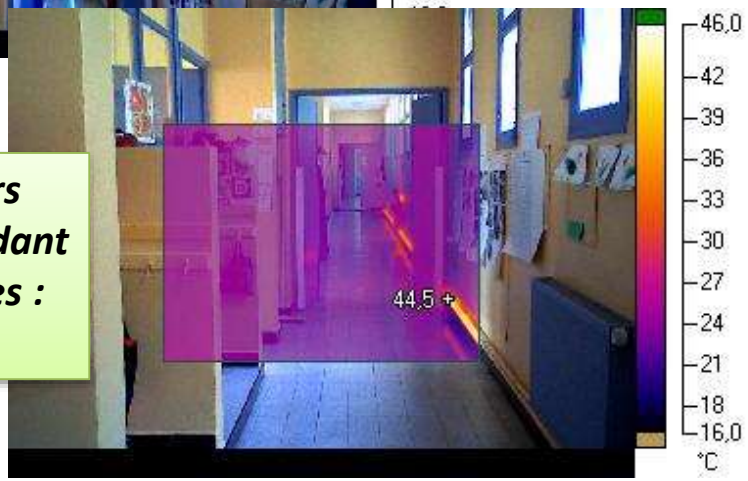
Solutions prioritaires :
Chauffer les humains, pas le bâtiment

Mettre les tuyaux sous gaine
Utiliser des tuyaux pré-isolés

Un tuyau peut chauffer plus qu'un radiateur

Solutions prioritaires :
Chauffer les humains, pas le bâtiment

Ne pas chauffer les circulations



Radiateurs éteints, pendant les vacances : 25°C

Passer d'un couloir chaud à une pièce normalement chauffée rend la pièce froide

Solutions prioritaires :
Isoler

L'isolant doit venir au contact de la menuiserie

Solutions prioritaires :
Isoler

Sur bâti ancien, penser à la double fenêtre intérieure, moins chère et plus facile à mettre en œuvre

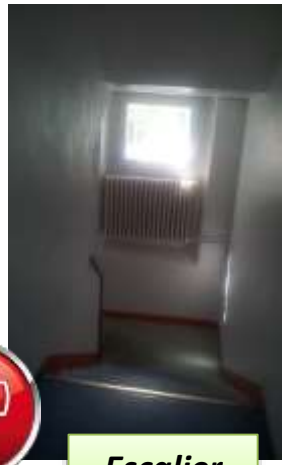
Quand il y a du soleil : elle chauffe !
La nuit, elle isole

Solutions prioritaires :
Chauffer les humains, pas le bâtiment

Réguler par zone d'usage

Et en fonction de :
L'activité
L'orientation
La période d'occupation
…

Stock

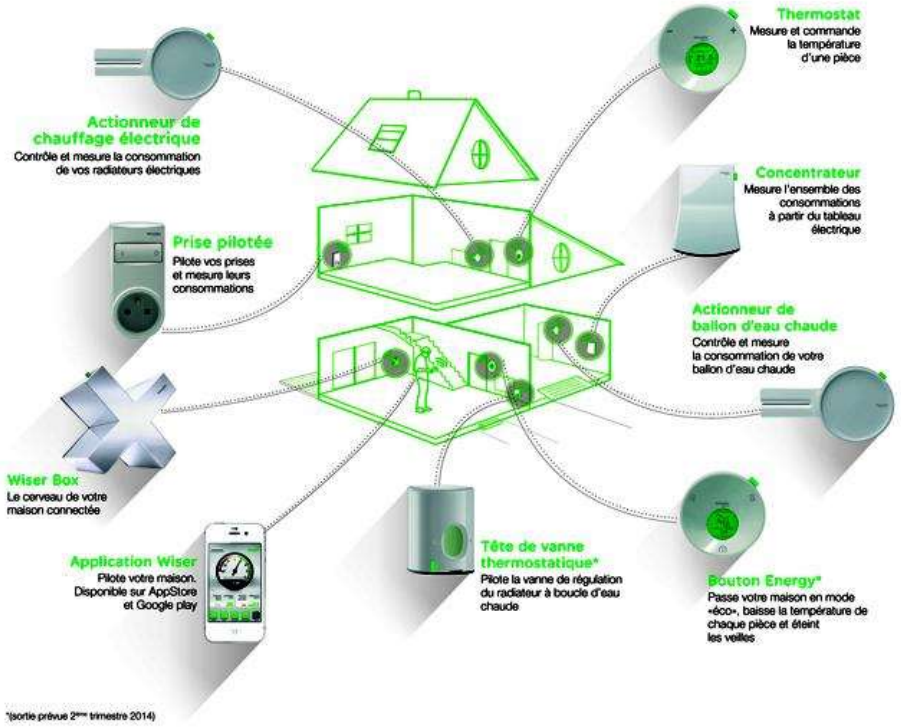


Escalier

Réguler pour les humains, pas pour le bâtiment

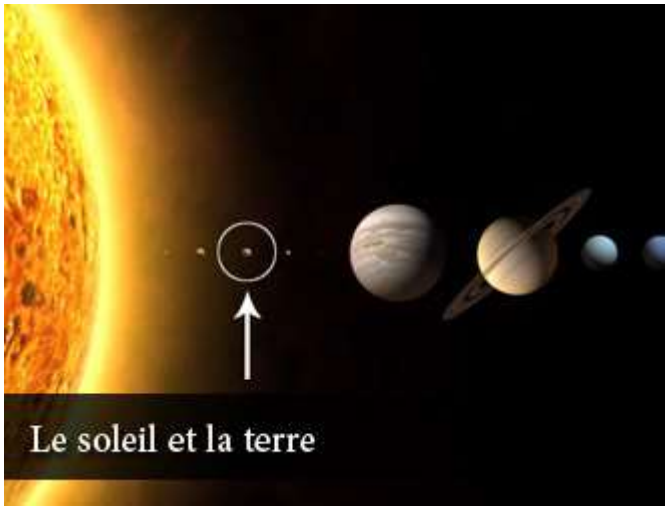
Solutions prioritaires :
Pouvoir contrôler

Utiliser les thermostats et régulateurs connectés
Pour pouvoir contrôler à distance la situation



Exemple : Système Schneider Wiser

EnR



Combien de soleils pour produire les besoins de l'humanité ?

Puissance énergétique de l'humanité :

10 TW

Puissance énergétique envoyée sur la terre par le soleil :

178 000 TW

Le soleil envoie sur terre
18 000 x les besoins actuels de l'humanité

Solaire thermique :

Les besoins humains avant la performance technique annuelle

➔ **Maximiser la production hivernale**

Solaire thermique

Dimensionnement des capteurs :

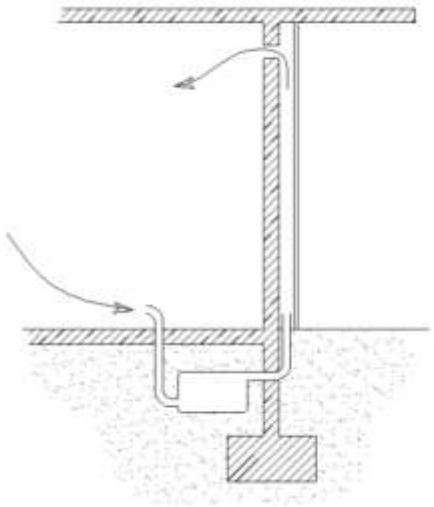
1 m² / usager *(pour ne pas surchauffer en été - Produit 50% des besoins)*

1,5 m² *(si vertical – peut produire 90% des besoins)*

Prix installation :

1000 € / m²

Solaire thermique aéraulique



Siphon thermique

- Un mur noir
- Une fenêtre devant
- Une entrée d'air en bas
- Une sortie d'air en haut

→ **1 m² peut chauffer 25 m²**

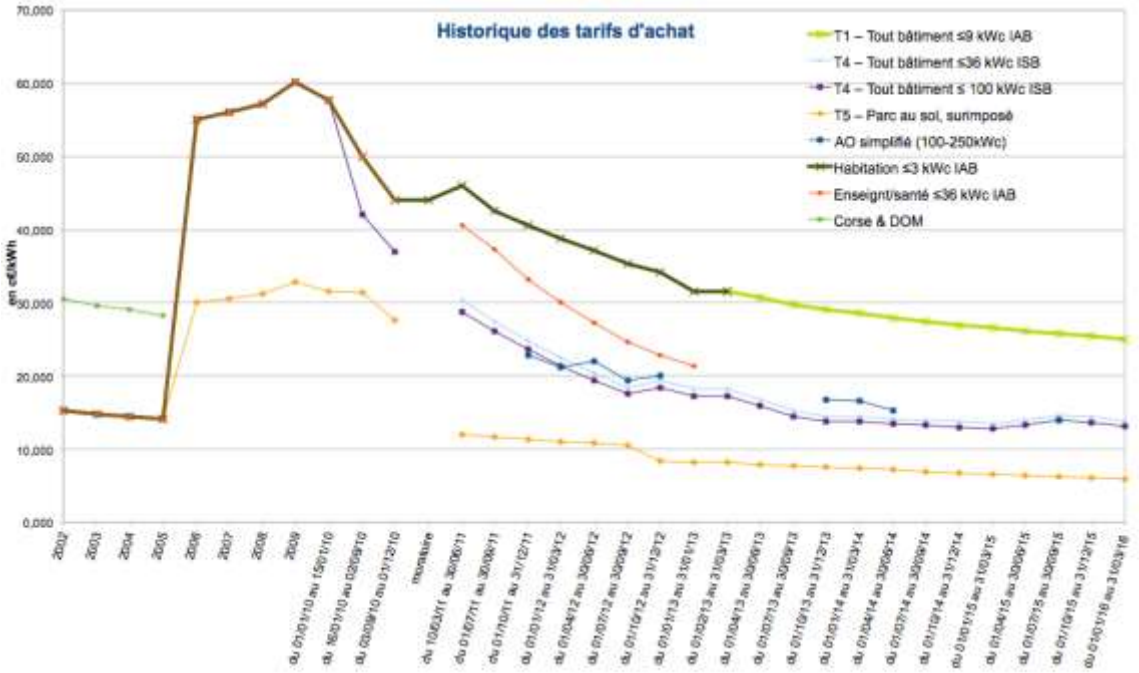
Ne pas oublier :

→ *Les volets pour l'été*

→ *Les clapets sur les entrées d'air, ou un siphon thermique*

Photovoltaïque

Privilégier l'autoconsommation



1 kWc

7 m²
1 MWh
3000 €

20 kWc

140 m²
20 MWh
35 000 €
(1750 €/kWc)

Idem solaire thermique pour l'inclinaison :
➔ Produire quand on en a besoin

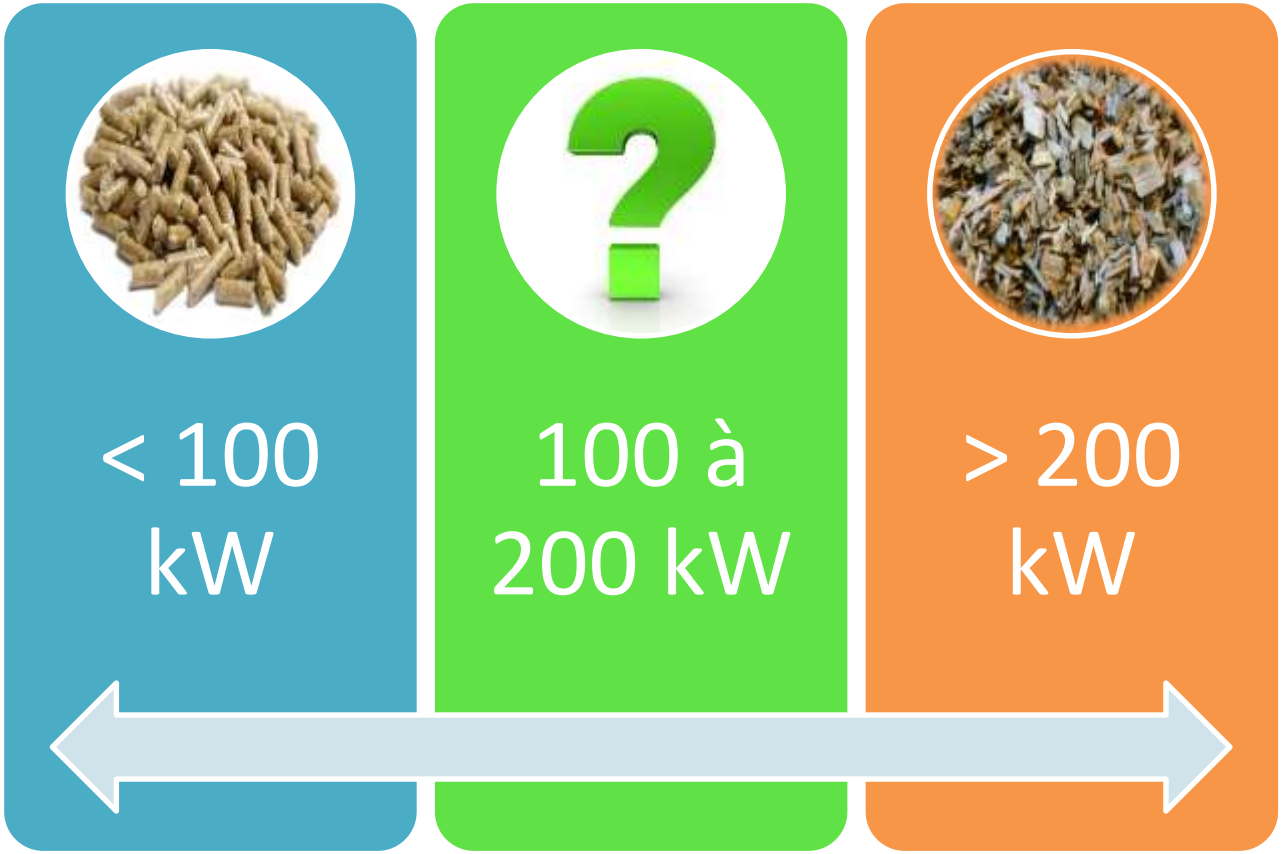
Plaquettes ou granulés de bois ?

+ **Combustible économique**
- **Investissement lourd**

- Place importante
- Maintenance complexe
- Qualité variable du combustible

- **Combustible plus cher**
+ **Investissement plus léger**

+ Normalisé : pas de surprise
+ Stockage compact
+ Facilité de livraison
+ Maintenance négligeable



… et il y aura toujours le cas particulier qui contredit ce principe

Bois-énergie

Granulés de bois

1000 à 1500 € / kW

Maintenance :
2 visites/an

Plaquette de bois

1500 à 2000 € / kW

Maintenance :
1 visite/mois en hiver

Réseaux de chaleur

250 à 500 €/ml

Rentable si :
> 2 MWh/ml
> 2 kW/ml
(pour chaque tronçon)

Bois-énergie

60 kW granulés
18 m²
1 an d'autonomie

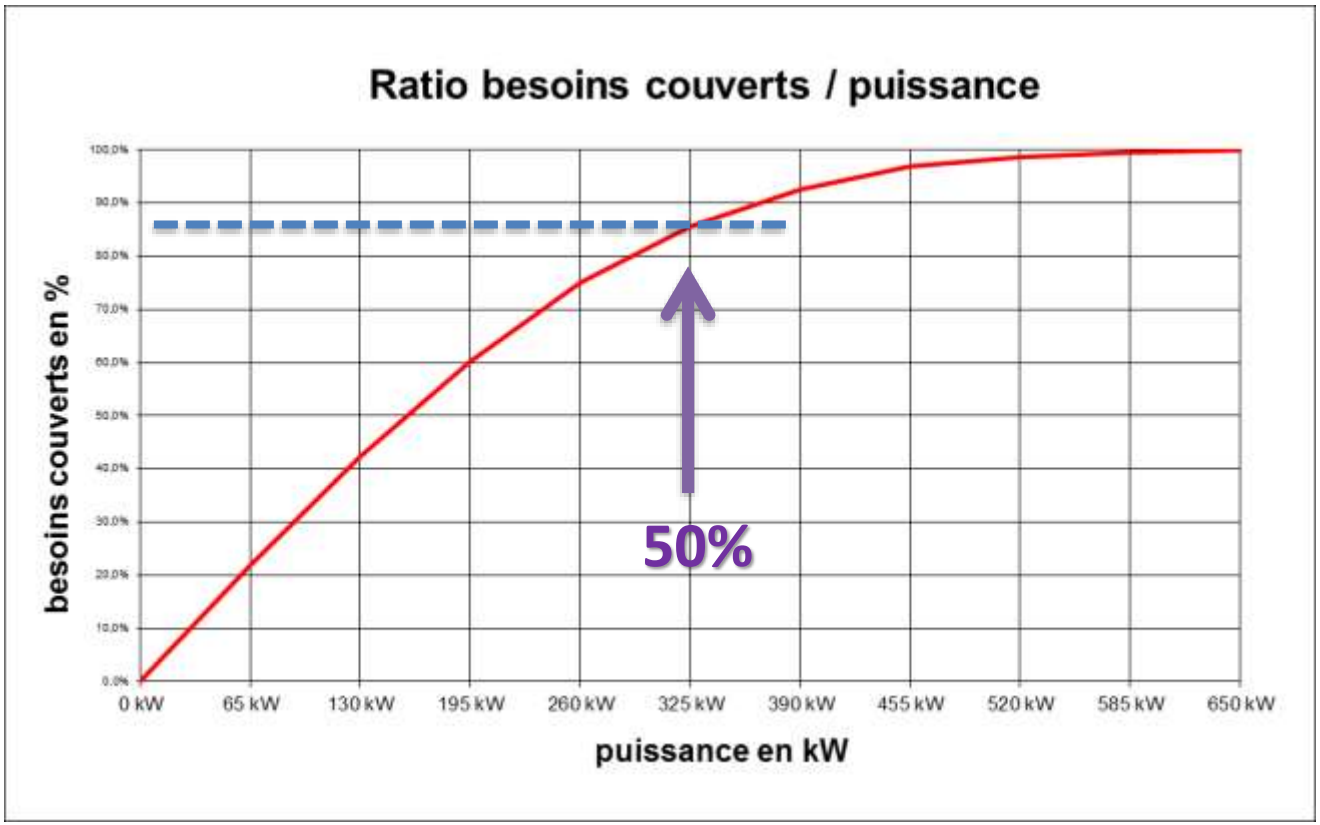
100 k€ y compris GC
et réseau de chaleur

Bois-énergie

120 kW granulés
36 m²
1 an d'autonomie

130 k€ y compris GC

Dimensionnement bois-énergie



Ne pas surdimensionner :
50 % de la puissance = 85% des besoins

Sur-dimension = mauvais rendement

Principe d'appoint :
à appliquer pour
P > 150 kW

Plaquettes : contrôler les livraisons

Mesure de l'humidité

Au milieu du remplissage

Solution artisanale :

un seau de 10 litres

+ une balance =

Bois tendre : *6 kg*

Bois moyen : *7,5 kg*

Bois dur : *9 kg*

Il ne s'agit pas de mesurer précisément, mais de « contrôler »

Pour ne pas acheter de l'eau au prix du bois

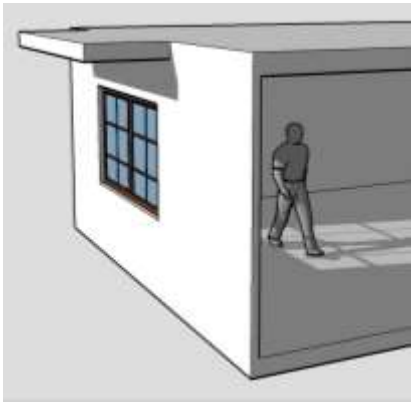
Mesure du volume

Photo camion rempli

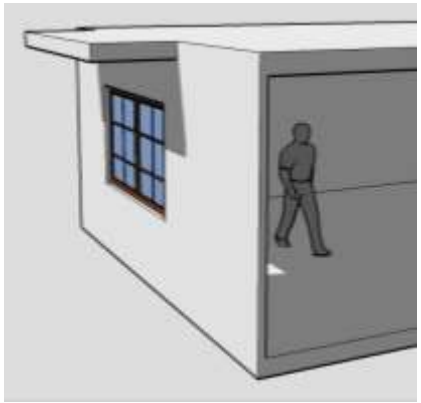
Photo silo vide puis rempli

essence	Hygro	kWh/t	tep/t	kg/m3	kWh/m3
bois tendre (résineux)	0%	5000	0,43	450	2250
	20%	3900	0,33	560	2184
	50%	2200	0,19	900	1980
bois moyen	0%	5000	0,43	550	2750
	20%	3900	0,33	690	2691
	50%	2200	0,19	1100	2420
bois dur (feuillus)	0%	5000	0,43	650	3250
	20%	3900	0,33	810	3159
	50%	2200	0,19	1300	2860
Plaquettes (bois déchiqueté)	25%	3500	0,30	250	875
Granulés (bois reconstitué)	10%	4600	0,39	660	3036
source: industrie.gouv.fr - ADEME					

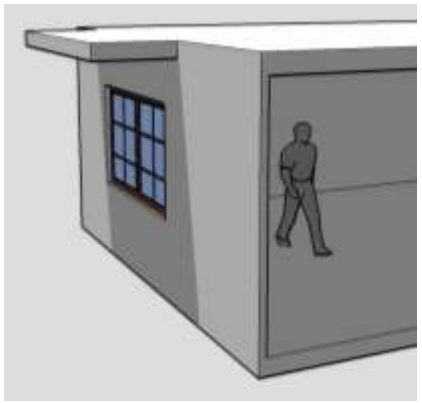
Protection solaire au sud



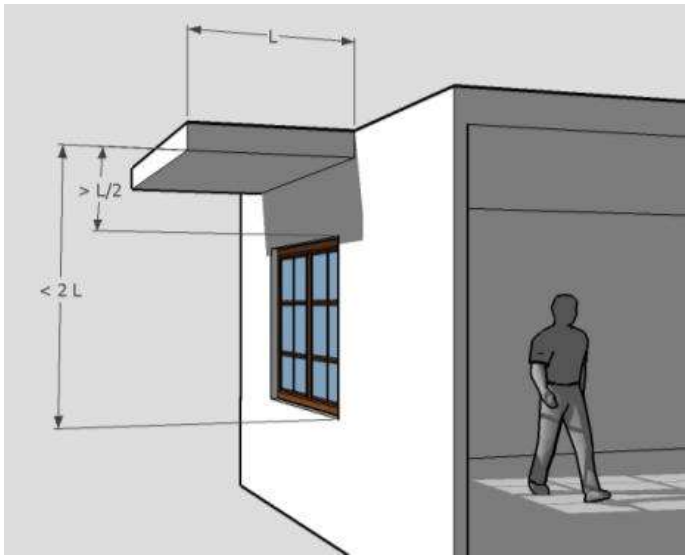
Hiver



Mi-saison



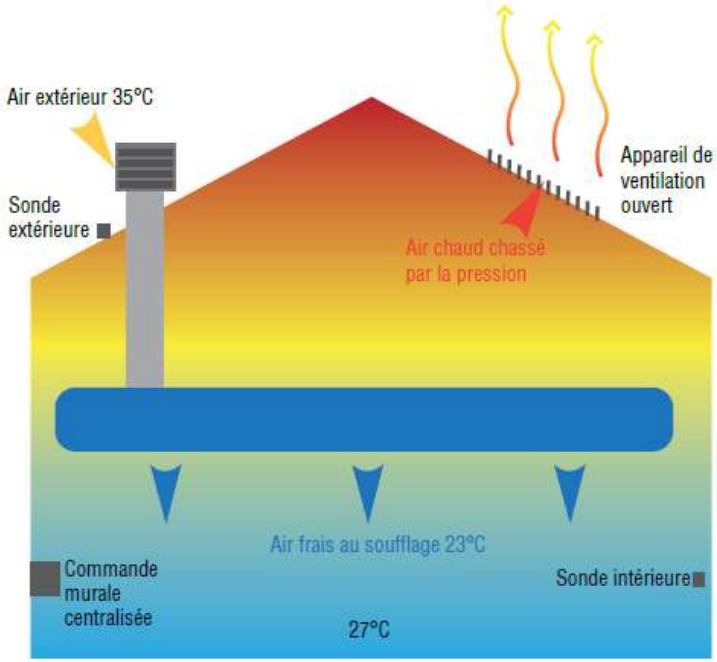
Été



Pour ne pas avoir à climatiser

Rafraichissement adiabatique

Rafraichir en évaporant de l'eau

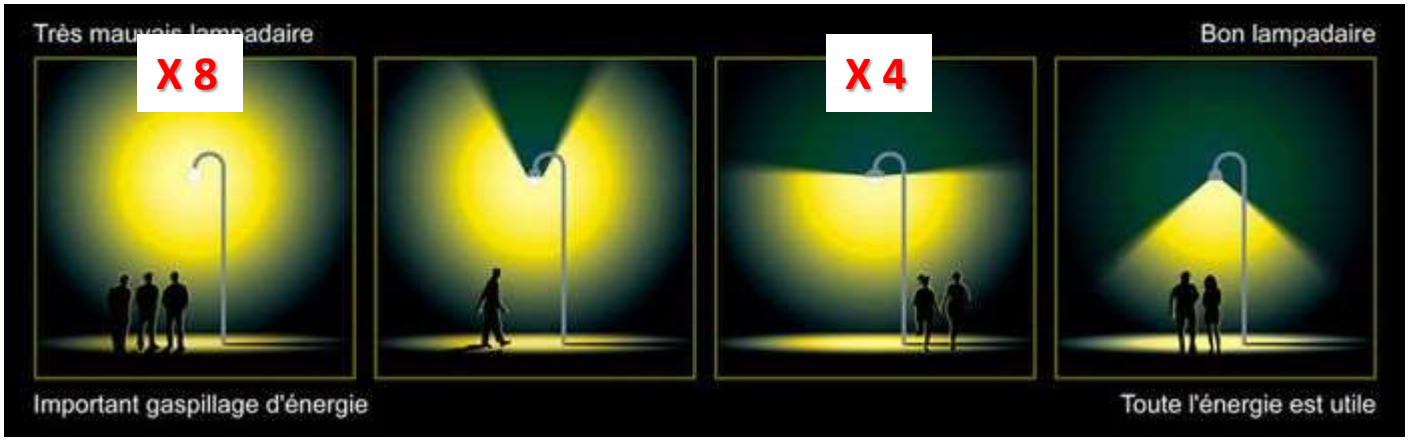


Éclairage public

Ce sont les humains qu'il faut éclairer

Pas les oiseaux
Ni les étoiles
Ni les voitures

Les mauvais lampadaires coûtent très cher en énergie, et éclairent mal

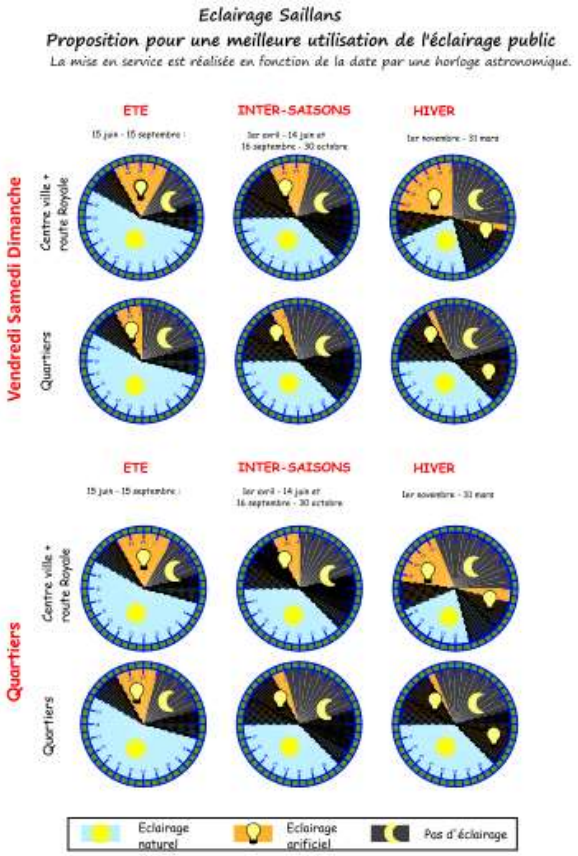


Extinction nocturne ou pas ?

Entre « allumer » et « éteindre »,
il existe des compromis
On peut « réduire » en pleine nuit

Commencer par la concertation avec les habitants → INFORMER

Commencer « modeste »
(par exemple 2H00-5H00)



Lampe led ou lampe à décharge ?

La bonne réponse : éclairer moins

→ Il est plus facile de maitriser l'éclairage avec une led
→ Un lampadaire récent consomme moins

Ce n'est pas la led qui fait faire des économies,
c'est le fait de pouvoir réduire l'intensité lumineuse
et d'utiliser des produits récents

Exemple : L'Argentière la Bessée

Investissement : 11 k€
(27 horloges, y compris mise en conformité)

Extinction de 0H30 à 5H30
44% du temps de fonctionnement
(Mise en œuvre progressive pour habituer la population)

Gains :
Économie annuelle : 12 k€

A faire, pour répondre à certaines réticences :
avis de la Gendarmerie sur l'impact sécuritaire constaté

Comment agir ?

Échanger entre communes sur :

- les actions testées
- les retours d'expérience
- Les économies réalisées
- Les difficultés rencontrées
- Les solutions trouvées
- …

Communiquer sur les gains produits

→ Action de concertation publique animée par le PETR

Réhabilitation du patrimoine

Coût d'une réhabilitation

Réhabilitation légère : 500 € / m²
On isole et on régule

Réhabilitation moyenne : 1000 € / m²
On isole et on refait l'intérieur

Réhabilitation lourde : 1500 € / m²
On touche à la structure (toit, murs, …)

Neuf : 2000 € / m²

Coût d'une réhabilitation

Régulation : 2 à 10 €/ m²
TRI : 1 à 5 ans

Remplacement menuiseries : 4 à 600 € / m²
TRI : 40 à 50 ans

Isolation toit : 30 à 80 € / m²
TRI : 5 à 15 ans

Isolation murs : 80 à 150 € / m²
TRI : 10 à 20 ans (si peu isolé avant) – 30 à 50 ans (si déjà isolé)

***TRI** : temps de retour sur investissement*
= temps pour rembourser l'investissement par les économies

Isolation intérieure (ITI) ou extérieure (ITE)

ITI

\+ Généralement moins cher

\- Intervention en site occupé difficile
\- Besoin de reprendre l'électricité, la plomberie et la peinture
\- Ponts thermiques aux planchers et refends

ITE

\- Généralement plus cher
\- Contraintes architecturales
\- Retours à faire sur menuiseries

\+ Gène peu l'activité
\+ Réhabilitation de la façade
\+ Ponts thermiques plus facilement traités

Préférer l'ITE quand c'est possible

Merci de votre attention