

Focus sur la
consommation d'un
bâtiment

Consommations d'un bâtiment

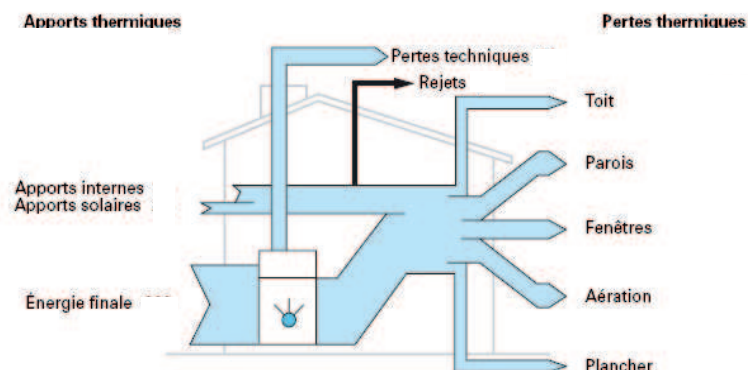
Où passe l'énergie dans un bâtiment ?

Les différents postes de consommation sont destinés à :

- **Créer une ambiance confortable** (confort thermique, lumineux, et air sain)
- **Apporter les utilités nécessaires** aux activités des occupants (principalement énergie électrique et eau chaude sanitaire).

Mesurer et analyser ces consommations est un exercice nécessaire mais difficile, compte tenu de la diversité des bâtiments, de leurs usages ainsi que de l'interaction entre les différents composants d'un bâtiment.

Principaux flux énergétiques



Les valeurs qui suivent sont exprimées en énergie primaire, en considérant que le chauffage est effectué par combustible ou pompe à chaleur.

Chauffage (climat moyen français)

15 → 400

15 KWhep/m2.an
enveloppe très performante
installation très performante
usage modéré
400 KWhep/m2.an
isolation faible
équipement ancien
usage non maîtrisé

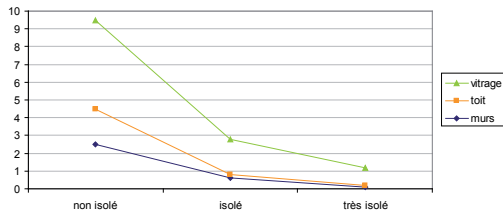
Consommations du chauffage

La quantité d'énergie nécessaire au chauffage peut varier entre 15 & 400 Kwhep/m2.an dans un climat de type français.

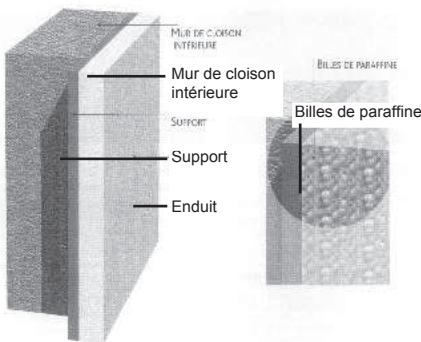
Elle dépend de l'enveloppe, de la performance de l'installation de chauffage (efficacité du générateur de chaleur, du réseau de distribution & de l'équipement émetteur de chaleur), de la ventilation, & des usages.

Consommations d'un bâtiment

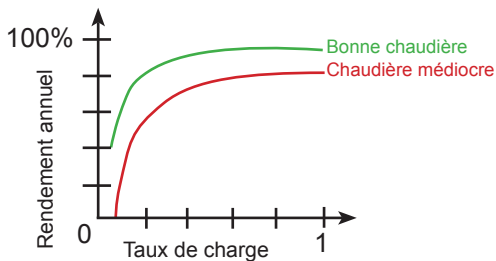
>> Où passe l'énergie dans un bâtiment



Progrès de l'isolation : évolution du paramètre U dimensionnant les transferts thermiques (W/m2.K)



Nouveaux matériaux (à changement de phase)



Exemple de rendement annuel en fonction du taux de charge.
(à noter : le rendement annuel dépend également du taux de surdimensionnement)

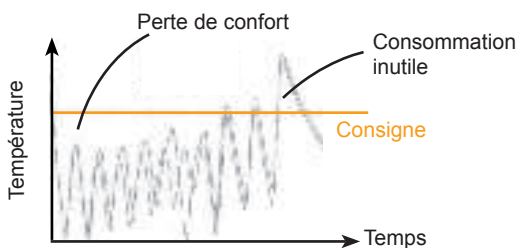


Image de régulation de température : un écart de température avec la consigne diminue le confort et distribue une énergie « inutile »

■ Influence de l'enveloppe

Elle se caractérise par l'isolation, l'inertie (et dans une moindre mesure par la perméabilité).

L'isolation : permet de réduire les transferts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur. Les progrès sur l'isolation des murs, du toit et des vitrages, sur les bâtiments les mieux isolés, mettent les ponts thermiques au premier plan.

L'inertie : caractérise l'aptitude d'un bâtiment à accumuler et à restituer la chaleur. Elle dépend, en simplifiant, de la masse des murs, et donc, en première approximation, de l'épaisseur des murs. A noter toutefois l'émergence de nouveaux matériaux dits « à changement de phase » permettant d'obtenir une inertie thermique forte avec une faible épaisseur.

L'inertie joue notamment sur la gestion des intermittences :

□ Une inertie thermique faible permet de chauffer/refroidir rapidement.

■ Une inertie forte permet de stocker la chaleur et notamment d'utiliser les gains solaires passifs.

■ Influence de l'installation de chauffage

Une installation de chauffage comprend :

- Un ou plusieurs équipements « sources » (ou plus précisément transformateurs d'énergie (mazout, gaz, elec, bois charbon) : chaudière, résistance électrique, pompe à chaleur, capteur solaire,
- Un réseau de distribution,
- Des distributeurs de chaleur
- Eventuellement un accumulateur de chaleur.

Le rendement global de l'installation est donné par le rapport chaleur utile fournie/ énergie primaire consommée. Il dépend :

- Du rendement nominal de l'équipement source, mais aussi du taux de charge de l'équipement et de la variation du rendement (poids du dimensionnement)
- Des pertes thermiques du réseau de distribution dont une partie seulement peut être récupérée
- De la consommation des pompes et ventilateurs
- Du type d'énergie utilisé : distinguer les aspects coût final et efficacité énergétique de la source
- De l'utilisation d'énergie « gratuite » (capteurs solaires, PAC)
- De l'efficacité des émetteurs de chaleur : performance des échangeurs et performance du contrôle

Consommations d'un bâtiment

>> Où passe l'énergie dans un bâtiment

Refroidissement

0 → 400

0 KWh/m².an
pas de système de refroidissement actif
climat favorable
niveau d'exigence faible

400 KWh/m².an
locaux à fort apport interne
climat défavorable
pas de conception bioclimatique

■ Influence de la ventilation

Le chauffage de l'air neuf apporté par la ventilation représente :

- 30 à 40 % des besoins du bâtiment pour les logements, les bureaux
- 45% à 80 % des besoins de chauffage pour les locaux à forte densité d'occupation (enseignement, salles polyvalentes, ...).

■ Influence de la température de consigne

Un degré en plus sur la consigne engendre une sur-consommation de chauffage de 5 à 10 %.

Consommation du refroidissement

La consommation pour le refroidissement des locaux est très variable. Elle dépend de l'enveloppe, du climat, de la performance des équipements et des installations, du niveau d'exigence relatif au confort d'été et, dans une moindre mesure, des apports internes.

■ Influence de l'enveloppe

Comme pour le chauffage, **la performance de l'isolation** est un élément clé. L'enveloppe est également un moyen de maîtriser les apports solaires directs par occultation des vitrages et/ou par utilisation de pers-soleil.

■ Influence de l'installation de refroidissement

Deux types d'installations sont possibles :

- des unités individuelles pour chaque partie du bâtiment,
- un système centralisé comprenant une batterie de groupes générateurs de froid et un circuit de distribution de froid par air ou par eau.

Dans les deux cas, le fonctionnement de base est le même : un circuit frigorifique comportant un compresseur absorbe la chaleur de l'air intérieur et la rejette à l'extérieur.

Toutefois, les systèmes frigorifiques peuvent avoir des performances très diverses, dues à la qualité intrinsèque de la production de froid (conception des échangeurs & du contrôle, performance de la compression), mais aussi à sa maintenance (problème des fuites de fluide frigorigène, des givrages, de l'usure des compresseurs, ...)

Exemple de performances pour des types d'équipements différents. Efficacité Energétique = quotient de l'énergie frigorifique utile sur l'énergie électrique appelée (COP).

Type d'équipement	Condensation	Efficacité énergétique
Groupe de production d'eau glacée à piston	Air	2,8
	Eau	3,6
Groupe de production d'eau glacée à vis	Air	3,5
	Eau	4,6
Groupe de production d'eau glacée centrifuge	Air	3,0
	Eau	4,2

Consommations d'un bâtiment

>> Où passe l'énergie dans un bâtiment

ECS résidentiel

15 → **50**

15 KWhep/m².an

50 KWhep/m².an

Ventilation résidentiel
système mécanique
« traditionnel »

5 → **15**

5 KWhep/m².an

15 KWhep/m².an

Eclairage résidentiel

5 → **15**

5 KWhep/m².an

15 KWhep/m².an

Eclairage tertiaire bureau

20 → **60**

20 KWhep/m².an

60 KWhep/m².an

Consommation de l'Eau Chaude Sanitaire

La production d'eau chaude dépend du besoin en eau et de la température requise (qui peut varier en fonction de l'usage).

Consommation de la ventilation

Elle correspond ici à la consommation des ventilateurs. Le coût énergétique de chauffage (ou de refroidissement) de l'air renouvelé est pris en compte dans la partie « consommation de chauffage (ou de refroidissement) ».






Elle dépend principalement du dimensionnement en puissance des ventilateurs, des temps de fonctionnement et de l'efficacité énergétique de la commande moteur.

Consommation de l'éclairage

Elle est très variable suivant le type d'occupation (résidentiel, bureaux, commerces, ...), la disponibilité de l'éclairage naturel et l'efficacité du système d'éclairage (dépendant du type de lampe, de leur contrôle, mais également du local lui-même par la couleur des parois en particulier)

■ Influence de l'efficacité des lampes

Efficacité lumineuse (lm/W) en fonction du type de lampe

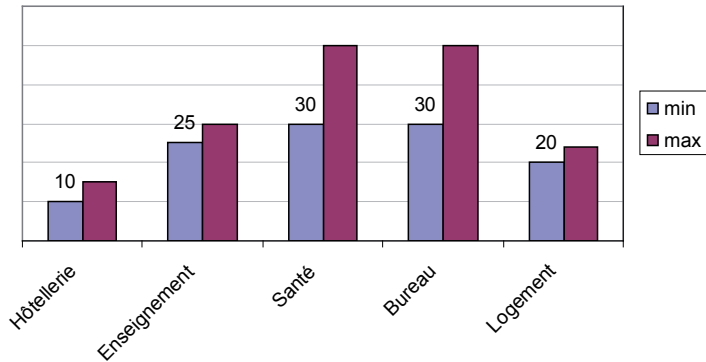
	Efficacité lumineuse (lm/W)	Durée fonctionnement moyenne (h)
 Lampes à incandescence standard (40 W)	14	1000
 Lampe tungstène halogène (60-500)	14	2000
 Tubes fluorescents standards (18-58 W)	58	8000
 Tubes fluorescents à haut rendement	75	8000
 Lampes compactes (à alimentation intégrée électronique (5-32W)	60	8000

Consommations d'un bâtiment

>>Où passe l'énergie dans un bâtiment

■ Influence du type d'occupation

Quelques ratios de consommation pour l'éclairage par type d'usage de locaux :



Usages résidentiel

20 → **60**

20 KWhep/m².an
60 KWhep/m².an

Usages tertiaires
très variable

Consommation des usages électriques (hors éclairage)

Ces consommations sont bien évidemment liées à la nature des activités menées dans les bâtiments.

Pour les activités domestiques, on distingue les gros équipements électro-ménagers (machines à laver, froid alimentaire -réfrigérateur & congélateur, appareils de cuisson) et le petit électro-ménager (consommations ponctuelles, nombre d'équipements importants et types d'équipements très variés)

A titre indicatif, le tableau suivant donne quelques consommations moyennes (en KWh électrique/an)

Consommations indicatives d'électricité des usages domestiques

Équipement	2 à 3 personnes (kWh/an)	5 à 6 personnes (kWh/an)
Réfrigérateur	200 à 300	300 à 400
Congélateur	250 à 350	360 à 550
Petit électroménager	250 à 500	400 à 600
Cuisson	700 à 1 000	1 300 à 1 500
Lave-vaisselle, lave-linge ..	500 à 700	800 à 1 200

A noter le poids des consommations des équipements en mode veille :

Pour les produits bruns (télévisions, hifi, magnétoscopes, ordinateurs...), éteindre les appareils permet une économie d'énergie de 70% sur leur consommation.

Comment réduire les consommations des bâtiments ?

>> En résumé, les points clés

■ En réduisant les besoins intrinsèques des bâtiments

- par la maîtrise des déperditions thermiques :
 - qualité de l'isolation et des vitrages
 - optimisation de la ventilation (contrôle des débits de ventilation, récupération de l'énergie de l'air extrait)

>> impact sur les consommations du chauffage et du refroidissement

- par la maîtrise des apports solaires :
 - conception du bâtiment (orientation, inertie)
 - protections solaires & occultations

>> impacts principaux sur les consommations de l'éclairage et du refroidissement

■ En utilisant au mieux l'énergie

- par l'émission de la juste quantité de chaleur, de froid, de ventilation, d'éclairage où il faut & quand il faut
- par la réduction des pertes liées à la distribution (fluides, électricité) et à la génération de l'énergie thermique & lumineuse

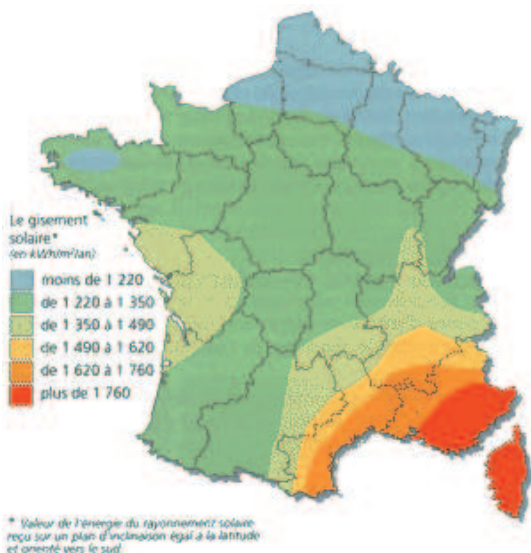
>> impact sur l'ensemble des consommations

■ En utilisant les sources de l'environnement

L'environnement représente une source énergétique majeure.

Les sources disponibles sont le soleil (en termes énergétiques, et en termes d'éclairage), l'air extérieur (température et humidité), l'eau (nappe, rivières...), la chaleur de la terre (géothermie), le vent, la biomasse.

la différence temporelle entre la disponibilité de la source et les besoins du bâtiment est une difficulté. La combinaison de sources et/ou le stockage doivent être envisagés.



Carte française de l'énergie solaire incidente (varie entre 1000 et 1500kWh/(an.m²) : environ 10 fois les consommations en énergie primaire des bâtiments actuels).

Conduire le processus d'amélioration

En France, les bâtiments neufs et récents ont atteint des performances de l'ordre de **150 KWhep/m².an**.
Le parc restant (**70 % des bâtiments**) a une performance moyenne de **400 KWhep/m².an**.

Pour faire évoluer cette moyenne dans les décennies à venir, il faudra :

- Apporter les améliorations d'enveloppe et d'équipement à l'ensemble du parc ancien,
- Améliorer de façon importante les performances des bâtiments neufs :
 - Traiter les ponts thermiques
 - Traiter les défauts d'étanchéité de l'enveloppe
 - Adapter les systèmes de chauffage à des besoins de chauffage faibles mais très variables
 - Réduire les consommations d'Eau Chaude Sanitaire et des autres usages (devenues supérieures aux consommations de chauffage)
 - Traiter le confort d'été et de mi-saison
 - Exploiter le potentiel des énergies renouvelables (les besoins en énergie des bâtiments étant devenus plus faibles grâce aux diverses améliorations de performance, le potentiel des énergies renouvelables devient supérieur aux consommations).

Evolution des performances dans le résidentiel

Source : CSTB

