

# Salle de sport et Efficacité énergétique



Les bons gestes pour maîtriser ses consommations

# Préface

Dans un contexte économique et environnemental très difficile, plus que jamais la maîtrise des coûts et des consommations demeure un impératif pour toute entreprise. La concurrence a conduit, d'une part, à la réduction des marges sur les prix des abonnements et, d'autre part, à la nécessité d'offrir des services et du confort à un niveau de plus en plus élevé.

C'est pourquoi, outre la promotion de la construction durable, la maîtrise des coûts énergétiques est un objectif crucial pour le secteur du sport.

Il est indispensable de partir d'un diagnostic énergétique pour identifier les actions à mettre en œuvre. L'efficacité énergétique doit s'envisager comme une chasse au gaspillage visant à optimiser chaque kilowattheure utilisé.

Ce guide a pour ambition de constituer une liste non exhaustive de pistes d'actions capables de réduire l'impact tant économique qu'environnemental des consommations énergétiques.

Leur temps de retour est généralement assez court, permettant de rapidement réaliser des gains financiers mobilisables pour de nouvelles améliorations plus structurelles.

Instaurer une politique d'efficacité énergétique au sein d'une salle de sport nécessite aussi un engagement humain, notamment destiné à diffuser auprès du personnel et des coachs sportifs les bonnes pratiques à adopter.

Le jeu en vaut la chandelle puisque les résultats obtenus sont souvent spectaculaires.

Bonne découverte !

## TABLE DES MATIÈRES

1.	CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES D'UNE SALLE DE SPORT	5
A.	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES	5
B.	POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE	6
2.	EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS) ET SON UTILISATION	7
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	7
1.	TEMPÉRATURES - LÉGIONELLOSE	7
2.	MOYENNE DES CONSOMMATIONS EN ECS	8
3.	CONVERSION DE LA QUANTITE D'EAU ENTRE 40°C ET 60°C	8
4.	ESTIMATION DES CONSOMMATIONS AUX POINTS DE PUISAGE	9
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE	9
1.	COLLECTE DES DONNÉES	9
2.	ANALYSE DES DONNÉES	10
3.	PISTES D'AMÉLIORATION	10
3.	VENTILATION DES LOCAUX	18
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	18
1.	AIR VICIE ET HUMIDE DANS LES SALLES DE SPORT	18
2.	OBLIGATIONS « COVID » POUR ACTIVITÉS INTÉRIEURES	19
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE	21
1.	COLLECTE DES DONNÉES	21
2.	PISTES D'AMÉLIORATION	21
4.	CHAUFFAGE DES LOCAUX	24
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	24
1.	CHAUFFAGE DES SALLES POLYVALENTES	24
2.	CHAUFFAGE DES BUREAUX, VESTIAIRES, CAFETARIA	25
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	25
1.	COLLECTE DES DONNÉES	25
2.	PISTES D'AMÉLIORATION	25
5.	ECLAIRAGE	33
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	33
1.	NORMES	33
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	34
1.	COLLECTE DES DONNÉES	34
2.	PISTES D'AMÉLIORATION	34
C.	EXEMPLE	40
6.	ISOLATION ET ÉTANCHÉITÉ	41
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	41

1.	DÉPERDITIONS DE CHALEUR DU BÂTIMENT	41
2.	EXIGENCES <b>PEB</b> DE LA WALLONIE	42
3.	ISOLANTS	42
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	43
1.	COLLECTE DE DONNÉES	43
2.	PISTES D'AMÉLIORATION	43
7.	CLIMATISATION	46
A.	CHIFFRES & GÉNÉRALITÉS	46
1.	CAUSES DE LA SURCHAUFFE	46
B.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	47
1.	PISTES D'AMÉLIORATION	47
8.	ÉNERGIES RENOUVELABLES OU TECHNOLOGIES INTÉRESSANTES	51
A.	TECHNOLOGIES DÉVELOPPÉES.	51
1.	SOLAIRE THERMIQUE	51
2.	PHOTOVOLTAÏQUE	53
3.	POMPES À CHALEUR	54
4.	COGÉNÉRATION	56
9.	RESTAURANT – CAFÉTARIA	58
A.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	58
1.	PISTES D'AMÉLIORATION	58
10.	BUREAUTIQUE	60
A.	ÉTAT DE LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE.	60
1.	PISTES D'AMÉLIORATION	60
11.	AIDES FINANCIÈRES	61
A.	CATÉGORIES D'AIDES.	61
B.	EXPLICATIONS	61
1.	AIDES FINANCIÈRES POUR LES AUDITS ET ÉTUDES	61
2.	AIDES FINANCIÈRES POUR LES INVESTISSEMENTS	61
3.	AIDES FINANCIÈRES POUR LE FINANCEMENT DE L'INVESTISSEMENT	63
4.	AIDES FINANCIÈRES POUR LA PRODUCTION RENOUVELABLE	63
12.	UN RÉSEAU DE FACILITATEURS <b>URE</b> À VOTRE SERVICE	64
13.	AUDITEURS AGRÉÉS <b>AMURE</b>	65
14.	BIBLIOGRAPHIE	66

# 1. Consommations énergétiques d'une salle de sport

Au niveau européen, on estime que le monde du sport représente environ 10 % de la consommation d'énergie associée aux bâtiments, qui à leur tour représentent plus de 40 % des besoins énergétiques de toute l'Europe<sup>1</sup>.

Les installations sportives se composent généralement de plusieurs salles ayant des usages différents : piscines, gymnases, vestiaires, terrains couverts, buvettes. Chacune de ces zones a des fonctions distinctes à gérer en fonction des profils d'utilisation variant selon la fréquentation.

Il s'agit de structures présentant des particularités spécifiques par rapport aux bâtiments généralement attribuables aux services : le maintien du microclimat des piscines et des salles de sport est, en effet, une activité lourde du point de vue de la gestion des installations ainsi qu'extrêmement énergivore.

La consommation est souvent aggravée par l'ancienneté des systèmes qui, dans plus de 60% des cas, datent d'avant 1980.

## A. Répartition des consommations énergétiques

Il existe peu de données sur la répartition des consommations énergétiques des salles de sport.

Tous les centres sportifs ne disposent pas d'une zone « Bien-être » (Sauna, Hammam, Jacuzzi et piscine) mais lorsqu'elle existe, elle est bel et bien la plus gourmande en énergie. Nous traiterons de ces sujets dans un guide spécifique.

La production d'eau chaude sanitaire, la mise à température de confort des locaux (chauffage mais surtout climatisation) et la ventilation y compris l'extraction sont les principaux consommateurs énergétiques.

A titre de comparaison, voici les chiffres de consommations moyennes annuelles/m<sup>2</sup> pour la Wallonie :

2018	Electricité kWh/m <sup>2</sup>	Combustibles kWh/m <sup>2</sup>
Complexe sportifs	67	135
Ecoles	28	111
Maisons de repos	72	154
Piscine	942	2089
Ménage moyen belge dont l'habitation = 150 m <sup>2</sup>	23	167
	xxx* : kWh/m <sup>2</sup> de plan d'eau	
Sources : SPW DGO4 2018		

Le tableau met ici en évidence l'énorme consommation des piscines autant en électricité qu'en combustibles, même si la « surface » tenue en compte n'est pas du même type (surface du bâtiment pour tous les secteurs et surface du plan d'eau pour les piscines).

1 Selon une étude liée au projet européen SportE2 qui s'est déroulée entre le 1/09/2010 et le 31/08/2014)

## B. Potentiel d'économie d'énergie

Le potentiel d'économies d'énergie pour les complexes sportifs est grand notamment au niveau des quelques postes les plus énergivores : utilisation de l'eau chaude sanitaire, climatisation, chauffage et ventilation ainsi qu'au niveau des consommations énergétiques des Wellness et piscines.

## 2. Eau chaude sanitaire (ECS) et son utilisation

Les activités de toute salle de sport nécessitent l'utilisation de douches et lavabos. La consommation d'eau chaude sanitaire y est donc importante.

### A. Chiffres & généralités

#### 1. Températures - légionellose

La température minimale de l'eau chaude sanitaire produite doit être de 60°C.

Pourquoi nous imposer cette température minimale ?

<b>TEMPERATURES DE L'EAU SANITAIRE</b>	
<b>EAU FROIDE DU RESEAU D'EAU DE VILLE</b>	
En hiver	5 °C
En été	15 °C
Moyenne	10 °C
<b>EAU CHAUDE SANITAIRE</b>	
Au point de puisage	+/- 40°C
A la production	60°C au minimum

Cette recommandation veut faire obstacle au développement de la légionellose, une maladie respiratoire potentiellement mortelle et causée par une bactérie affectionnant particulièrement l'eau de température située entre 25 et 42°C avec une croissance maximale autour de 37°C.

En Belgique, une centaine de cas annuels sont rapportés mais heureusement, l'issue létale n'est constatée que dans 10 à 15 % des cas. Par contre, selon les spécialistes, le nombre de décès attribués à cette bactérie est peut-être sous-estimé.

La voie de transmission à l'homme est l'inhalation d'aérosols d'eau infectée. Cette bactérie se retrouve facilement dans l'eau des douches, des bains à jets, des bains à remous (jacuzzi), des bras de tuyauteries d'eau chaude sanitaire peu ou pas utilisés, etc...

Ces bactéries cessent de se multiplier sous 20°C et au-dessus des 55°C. Il est donc recommandé que :

T° de départ de la distribution	Au moins 60°C (attention à la corrosion des tuyauteries en acier galvanisé)	
T° de retour de la distribution	Au moins 55°C	Pas en permanence 55°C mais rinçage hebdomadaire proposé
Rinçage hebdomadaire (chaque point de puisage doit être ouvert pendant la durée déterminée)		2 minutes à 60°C
		1 minute à 65°C
		30 secondes à 70°C

- La température d'eau froide sanitaire, si elle est inférieure à 25°C, doit être testée régulièrement.

- Le réseau ne doit pas comprendre de bras mort soit un élément de tuyauterie ou accessoire contenant de l'eau n'étant jamais ponctionnée par un point de puisage.
  - ✓ Longueur maximale des bras mort : 5 mètres
  - ✓ Contenance maximale des bras morts
- Un rinçage hebdomadaire doit être réalisé c'est-à-dire que chaque point de puisage doit être ouvert pendant une durée déterminée pour laisser s'écouler une eau montée à une température donnée :
  - ✓ 2 minutes à 60°C
  - ✓ 1 minute à 65°C
  - ✓ 30 secondes à 70°C
- Lutter contre les dépôts calcaires dans le réseau d'eau chaude et la corrosion des équipements (qui sont des facteurs de développement de la bactérie),
- Après un arrêt prolongé de l'utilisation de l'installation d'eau chaude sanitaire, vider celle-ci, monter la température de la production à 65°C et laisser s'écouler l'eau chaude par tous les robinets et pommeaux de douches,
- Choisir un appareil de production d'eau chaude (lorsque vous le remplacez évidemment) avec fonction anti-légionellose. Cette fonction enclenche une fois par semaine ou plus (à programmer) l'augmentation de température de l'eau à la production (jusqu'à 65°C) afin de supprimer les bactéries éventuellement présentes dans votre réseau.

## 2. Moyenne des consommations en ECS

Lors de leur passage en salle de sport, les sportifs ont des habitudes différentes en fonction du sport pratiqué, de leur âge, des infrastructures présentes. L'utilisation des sanitaires (lavabos, douches, ...) est variable.

On estime que (par expérience, lors de nos visites d'accompagnement Facilitateurs Energie) :

- 75% des sportifs en salle de fitness ou cours communs prennent une douche après leur séance,
- 100 % des personnes utilisant une installation Wellness se rincent à la douche avant et après leur séance.

On estime aussi la consommation moyenne à

- Sport en salle : 25 litres d'eau à 60°C par sportif
- Sport en terrain extérieur : 40 litres à 60°C par sportif

## 3. Conversion de la quantité d'eau entre 40°C et 60°C

Exemple : Une douche en cabine consomme 80 litres d'eau à 40°C (10 litres/minute durant 8 minutes). L'eau à 40°C est le résultat d'un mélange d'eau produite à 60°C (comme nous l'avons vu ci-dessus) et d'eau froide à 10°C.

Il faut donc

**80 litres x (40-10) / (60-10) = 48 litres** d'eau produite à 60°C pour prendre une douche en cabine.

## 4. Estimation des consommations aux points de puisage

Le tableau suivant donne une estimation des débits et des durées de puisage moyens de chaque type de point de puisage. Il est évident que ces deux valeurs varient en fonction de divers paramètres dépendant des équipements (pommeaux de douche, robinets, ...) en place dans votre bâtiment et de leurs utilisateurs.

Consommations en eau de différents points de puisage				
Point de puisage	Débit	Durée moyenne de puisage	Consommation d'eau à 40°C / utilisation	Consommation d'eau à 60°C / utilisation
	Litres/minute	Minutes	Litres	Litres
Lavabo individuel	10	2	20	12
Lavabos collectifs à robinets	7,5	3	22,5	13,5
Douche commune	10	5	50	30
Douche en cabine	10	8	80	48
Baignoire			120	72
Baignoire de bainé			300	180

Source : Recknagel

## B. Etat de la situation énergétique

Avant de se lancer dans la réalisation de pistes d'amélioration, il est obligatoire de connaître l'état de la situation énergétique en collectant et analysant une série de données recueillies.

Même si l'analyse des données est confiée à un auditeur, celui-ci vous demandera de les lui fournir. Autant vous y préparer...

### 1. Collecte des données

#### a. Consommations d'eau chaude sanitaire

Facture d'eau de distribution : vous permet de connaître la consommation d'eau froide. Celle-ci peut nous aider à estimer la consommation d'eau chaude sanitaire,

Existence d'un compteur d'ECS : faire un relevé périodique (au minimum mensuellement) de l'index soit manuellement soit grâce à une comptabilité énergétique.

Absence de compteur d'ECS : faire une estimation de la consommation par calcul. Pour faire ce calcul, seront nécessaires, par point de puisage : utilité du point de puisage (douche, lavabo, évier de cuisine, ...), nombre de points par utilité, température de l'eau puisée par utilité.

## **b. Système de production d'ECS**

Repérer le type de matériel : chauffe-eau au gaz, boiler électrique, boiler avec stockage, chaudière avec échangeur à plaques, pompe à chaleur, ...

Connaître le volume de stockage éventuel

## **c. Système de distribution d'ECS**

Connaître approximativement le tracé des tuyauteries et la présence ou non d'isolant sur les tuyauteries,

## **2. Analyse des données**

### **a. Calcul de la consommation d'eau chaude sanitaire utilisée et produite**

### **b. Calcul de la quantité de chaleur nécessaire pour chauffer l'eau produite**

Energie (kWh) = Volume (m<sup>3</sup>) x 1,163 (kWh/m<sup>3</sup>K) x (T°eau chaude- T°eau froide) (K)

Où 1,163 kWh/m<sup>3</sup>K = Capacité thermique volumique de l'eau

### **c. Calcul de la quantité de combustible nécessaire pour produire cette chaleur**

Ce calcul tient compte du rendement de la production de l'ECS et de la distribution de l'eau vers les points de puisage.

## **3. Pistes d'amélioration**

### **a. Collecte des données - Comptabilité énergétique**

#### **1. Placer du matériel de comptabilité énergétique :**

Il existe du matériel peu onéreux se composant

- de compteurs d'eau
- de sonde de température de l'eau
- d'un régulateur renvoyant les données de consommations vers un ordinateur ou un Gsm sous forme de graphiques.

Les mesures de consommations d'eau (chaude) sont relevées périodiquement (tous les jours, par exemple).

#### **2. Repérer et réduire les fuites**

Une alerte peut être générée automatiquement en cas de dépassement du seuil de consommation fixé dans le régulateur. Une réaction rapide à cette alerte vous évite une fuite importante.

*Exemple : Un mitigeur de lavabo (eau à 35°C) laissé ouvert durant 5 bons jours a donné lieu à une fuite de 55 m<sup>3</sup> d'eau tiède à 40°C. La perte financière est estimée à 363 euros.*

*Comptant que le matériel de comptabilité énergétique investi pour un régulateur et deux compteurs d'eau équivaut à +/- 800 euros, une fuite de cette petite ampleur le rembourse déjà à 45%. Et cela sans compter que le régulateur peut relever d'autres types de consommations, par exemple électriques. Le gérant du bâtiment a, depuis cet événement, demandé le rapatriement des alarmes sur son Gsm.*

Placer un vase d'expansion sanitaire bien dimensionné sur le boiler électrique



La dilatation de l'eau en chauffe dans le boiler peut produire une pression trop importante et créer cette fuite d'eau chaude via la soupape de sûreté. Placer un seau sous le groupe de sécurité afin d'estimer la fuite. Le danger est que la soupape s'encrasse de calcaire et perde par goutte à goutte. On estime la perte annuelle à quelques m<sup>3</sup>/100 litres de stockage.

Equilibrer la pression de l'installation sanitaire :



Si la pression après le compteur d'eau de ville est trop élevée, le débit de l'eau sanitaire augmente et le risque de fuite aux éléments tels que vannes, robinets Shell, tête de robinetterie, ... augmente aussi.

Placer un réducteur de pression juste après le compteur est une bonne chose. En général, une pression de 3 bars est suffisante sauf pour les réseaux de distribution comptant énormément de points de puisage actifs et de grandes longueurs de tuyauteries.

## **b. Aux points de puisage**

### **1. Réduire le temps de puisage :**

Placer un robinet mitigeur à fermeture automatique (bouton poussoir ou système à œil électronique) pour les lavabos et douches,



*Exemple : Investissement de 371 boutons poussoirs dans les écoles de Rennes soit 17.700 € (48€ par système) a induit une baisse des consommations de 33% (2/3 des opérations menées auraient un temps de retour inférieur à 6 mois).*

Placer un mitigeur thermostatique pour les douches communes ou particulières. Il permet un réglage rapide de la bonne température. De plus, il possède un bouton limiteur de température à 38 °C.



Il est fondamental dans la lutte anti-légionellose car il permet que l'eau à 60°C arrive au plus proche du point de puisage. Le gain en eau et en chauffage de l'eau est assez important à condition que l'utilisateur soit informé sur sa bonne utilisation.

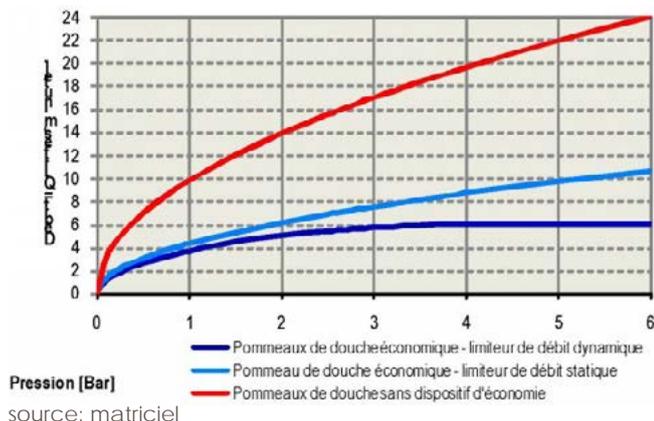
Utiliser des pommeaux de douche avec système indiquant à l'utilisateur la quantité d'eau écoulee en fonction du temps.

Un point lumineux sur le pommeau prend des couleurs différentes en fonction de cette quantité utilisée. L'utilisateur tente naturellement de réduire cette quantité. L'énergie nécessaire à l'éclairage de la douche est produite par une turbine fonctionnant lors de l'écoulement de l'eau... !

Une sensibilisation des utilisateurs est nécessaire afin d'induire un comportement de type "Challenge énergie" au sein de votre club.

## 2. Réduire le débit :

Remplacer des anciennes robinetteries



*Par exemple : les anciens pommeaux de douches peuvent consommer jusqu'à 20 litres/minute alors que les nouveaux modèles ont une consommation moyenne de 9 litres/minutes !*



Placer des robinets mitigeurs avec une butée (point dur) délimitant 2 zones différentes de fonctionnement : une économique (de 0 à 6 litres/minute) et une zone de confort (jusqu'à 10 litres/minute).



Placer un mousseur sur l'embout du robinet. Il réduit le débit du robinet en réduisant la section de passage de l'eau qui se mélange à de l'air ce qui donne un « effet mousse ».

Ce système est intéressant pour tout point de puisage mais augmente légèrement le risque de légionellose s'il est utilisé pour un pommeau de douche (aérosolisation accrue).

Un dépôt calcaire se forme régulièrement sur ces mousseurs et doit en être supprimé. Remarquons que le pommeau de douche à picots est nettoyé par un simple grattage.

## 3. Supprimer l'eau chaude dans les sanitaires

Utiliser de l'eau chaude au niveau des lave-mains ou lavabos dans les sanitaires n'est pas toujours indispensable.

La tuyauterie peut être conservée mais une vanne d'isolement sera placée au plus près de la production de chaleur afin d'éviter les bras morts et la légionellose éventuelle.

## 4. Entretenir le matériel de puisage

Enlever des dépôts calcaires des robinets, mousseurs, pommeaux de douche, ... réduit les risques de fuites dû au passage d'impuretés dans un de ces éléments.

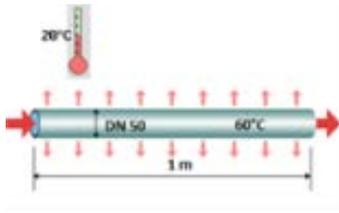
## 5. Sensibiliser les utilisateurs

Valoriser les gains réalisables en optant pour l'utilisation raisonnable de l'eau aux points de puisage. Une communication humoristique en lien avec le contexte sportif peut indiquer aux utilisateurs le coût énergétique de l'action menée. La valorisation peut être donnée en kilomètres parcourus en voiture, en émissions de CO<sub>2</sub> évitées, ... si le gain financier ne peut être indiqué.

## c. Dans le réseau de distribution

### 1. Isoler les tuyauteries d'eau chaude sanitaire

Les déperditions sont d'autant plus élevées que la température d'alimentation en eau chaude sanitaire est importante d'où l'obligation de calorifuger les tuyauteries.



*Exemple : Une tuyauterie de diamètre DN50 :*

- $U$  non isolé = +/- 6 W/(m<sup>2</sup>.K)
- $U$  isolé = +/- 0,78 W/(m<sup>2</sup>.K)
- Température de la chaufferie : 20°C

Déperditions thermiques d'un mètre de tuyauterie non isolée passant dans un local chauffé à 20°C :

$$3,1415 \times 0,05 \text{ m} \times 6 \text{ W/mK} \times (60-20) \text{ K} \times 1 \text{ heure} = 38 \text{ Wh/m}$$

Déperditions thermiques d'un mètre de tuyauterie isolée : 5Wh/m

- Gain de chaleur par mètre de tuyau par heure : 33 Wh
- Gain de chaleur pour les 5 mètres de tuyau pour une année : 1.445 kWh soit 57,8 euros (0,04 euros htva /kWh pour le gaz)

Par ailleurs, en mi-saison ou en été, l'eau chaude sanitaire va réchauffer l'ambiance de ces locaux qui vont peut-être devoir être climatisés ! quel gouffre financier !

Les tuyauteries non isolées peuvent aussi passer dans les locaux non chauffés où la température est encore inférieure à 20°C, ce qui entraînerait une déperdition thermique bien plus importante.

Remarquons que les accessoires tels que vannes, circulateur sanitaire, ... qui sont malheureusement encore trop souvent oubliés au moment de l'isolation contribuent également à ces déperditions inutiles ...

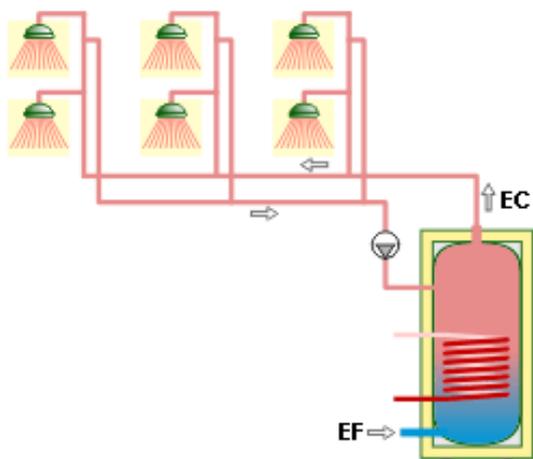
### 2. Programmer la production d'eau chaude sanitaire :

Si la production est centralisée et distribue son eau chaude vers des points de puisage éloignés, les déperditions thermiques seront d'autant plus importantes que la distance est élevée. Il est toujours intéressant que la production se réalise au plus proche possible de l'utilisation de l'eau qui aura ainsi moins le temps de refroidir dans les tuyauteries.

Programmer un boiler électrique avec stockage pour qu'il fonctionne durant les heures creuses avec une petite relance en toute fin de nuit est primordial.

*Exemple : Chauffer 200 litres de 10°C à 60°C consomme +/- 16 kWh si la production est un boiler électrique soit 4 h 30 minutes de chauffe si le boiler a une puissance de 3,5 kW. Sachant que les heures creuses (bas tarif) se terminent en semaine à 6h30, le boiler sera programmé pour réchauffer l'eau à partir de 2 heures du matin.*

### 3. Programmer une horloge gérant le fonctionnement du circulateur de la boucle d'eau chaude sanitaire



La boucle d'eau chaude consiste à faire circuler l'eau chaude sanitaire dans les tuyauteries afin de limiter le temps d'attente d'eau chaude au point de puisage et le gaspillage d'eau. L'installation d'une régulation afin de couper la circulation d'eau chaude sanitaire pendant les heures de fermeture diminuera les pertes à la distribution et engendrera donc des économies de combustible.

De plus, le circulateur ne consommera pas d'électricité durant toute la période de son non-fonctionnement.

source: energie plus

### 4. Réduire la vitesse de fonctionnement du circulateur (à vitesses fixes) de la boucle d'eau chaude sanitaire :

Ces circulateurs sont souvent surdimensionnés par les installateurs. Le circulateur est souvent placé d'usine sur une vitesse maximale. Cette vitesse est généralement trop importante et entraîne une surpression dans l'installation.

Celle-ci peut éventuellement produire des fuites au niveau de certains organes mais aussi une surconsommation électrique et une déperdition thermique plus importante de l'eau dans les tuyaux.

La vitesse maximale de l'eau doit être de 0,5 m/s.

### 5. Placer des circulateurs sanitaires intelligents :

Ils enregistrent les habitudes des utilisateurs et se mettent en fonction lorsque le besoin d'eau chaude est réel. La boucle sanitaire n'est pas alimentée en permanence et l'eau chaude ne perd pas de chaleur inutilement.

### 6. Décentraliser la production d'eau chaude utilisée à un ou plusieurs points de puisage spécifiques :

Il est fréquent que l'ensemble du circuit d'eau chaude sanitaire doive être maintenu en fonction après les heures d'ouverture du centre (besoins de nettoyage des sols ou cafétéria). Pour ces consommateurs marginaux par rapport à la consommation totale, il est recommandé d'analyser le gain énergétique et financier possible en installant un boiler électrique ou un chauffe-eau instantané au gaz localisé, peu en importe la capacité.

Lorsque les besoins des douches sont minimes, il n'est pas nécessaire que l'eau chaude sanitaire circule dans une longue boucle sanitaire juste pour desservir un évier de cuisine à la cafétéria. Le gain d'énergie porte alors sur le

- La suppression ou diminution du réchauffage de l'eau circulant dans la boucle sanitaire,
- La réduction du temps d'attente et de la quantité d'eau refroidie puisée avant d'avoir de l'eau chaude,
- La réduction de la consommation électrique du circulateur fonctionnant à débit variable et strictement selon les besoins.

#### d. A la production d'eau chaude

Selon les besoins et la structure de l'infrastructure sportive, la production d'eau chaude sanitaire est indépendante ou couplée au système de chauffage.

*Exemple rapide de dimensionnement : Votre salle de douches commune comprend 10 douches.*

*On base la demande de pointe maximum sur le fonctionnement simultané de 6 douches dont le débit est de 10 litres/min. :*

*Besoin en eau à 40°C : 600 litres en 10 minutes*

*Besoin en eau à 60°C : 600 litres x (40-10) K / (60-10) K = 360 litres en 10 minutes*

*Energie nécessaire à fournir en 10 minutes pour chauffer l'eau de ville à 60°C : 1,163 kWh / m<sup>3</sup>K x (360/1000) m<sup>3</sup> x (60-10) K = 20,93 kWh en 10 minutes*

*La puissance nécessaire à la production d'ECS pour 10 douches : 20,93 kWh x 60min/10min = 125,60 kW*

Les puissances installées peuvent vite devenir importantes et dépendent surtout de la fréquence d'utilisation des douches (indépendamment de l'eau de piscine, le cas échéant) et surtout de la simultanéité de cette utilisation. Il est donc important de bien choisir le type de production et de correctement dimensionner son installation. Faire appel à un expert est une nécessité absolue.

La réflexion et l'action sur les pistes d'amélioration précédentes réduira d'autant les besoins en eau chaude et donc la consommation de combustible pour la chauffer ainsi que la puissance de la production à installer et le volume du ballon de réserve (accumulateur). Ce qui réduit de facto l'investissement requis.

Un ballon trop volumineux induit en outre une déperdition thermique inutile.



Il existe différents modes de production :

- Instantané : choisi si la puissance demandée est continue (Le plus couramment observé en centre sportif : Echange de chaleur entre les circuits primaire et secondaire via un échangeur à plaques) :

<b><u>Production instantanée sans stockage</u></b>	<b><u>Avantages</u></b>	<b><u>Inconvénients</u></b>
Une chaudière réchauffe un circuit primaire qui transmet sa chaleur au circuit secondaire d'eau sanitaire grâce à l'échangeur à plaques ou chauffe-eau gaz instantané.  	- Pas de perte de stockage	- Le débit d'eau chaude sanitaire est limité à un temps t
	- Quantité d'eau chaude produite est non limitée à condition d'avoir une puissance installée suffisante.	- La puissance du préparateur d'eau chaude sanitaire peut être importante.
	- Faible encombrement	- Existence éventuelle d'une boucle sanitaire consommatrice d'eau mais aussi d'énergie de réchauffe.
	- Peu de risque de prolifération de la légionellose	- Pertes thermiques potentielles au niveau de l'échangeur (existence de manteaux)
		- Obligation de laisser le chauffage en fonctionnement durant l'été rien que pour l'ECS

## 1. Eviter de chauffer l'eau avec une chaudière lorsque le volume puisé est relativement faible et le besoin en pointe peu important (pas de douche fréquemment utilisée mais seulement des lavabos ou éviers de cuisine).

Dans ce cas, utiliser un boiler électrique à accumulation, un chauffe-eau instantané au gaz ou mieux encore un boiler thermodynamique placé à proximité des points de puisage. En effet, le rendement d'une chaudière ne fonctionnant, en été, que pour produire aussi peu d'eau chaude sanitaire peut chuter jusqu'à 20%.

L'utilisation de l'électricité comme énergie incite à une autoproduction via une installation photovoltaïque.

- A accumulation :

<b>Production avec accumulateur d'eau</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Soit une chaudière produit de l'eau chaude parcourant un serpentin dans le stockage	- Débit d'eau chaude sanitaire «limité» si la puissance est bien dimensionnée.	- Pertes thermiques potentielles sur le ballon de stockage
Soit un boiler électrique avec stockage ou un boiler thermodynamique	- Délocalisation possible de la production pour que celle-ci soit la plus proche possible des points de puisage	- Existence éventuelle d'une boucle sanitaire consommatrice d'eau mais aussi d'énergie de réchauffé.
Soit un boiler thermique solaire	- Utilisation gratuite éventuelle de l'énergie solaire	- Risque accru de prolifération de la légionellose
		- Entretien accru (détartrage et impuretés) sur les éléments



## 2. Renforcer l'isolation du ballon de stockage

Un accumulateur d'ECS à 60°C déperd en permanence de la chaleur.

Exemple : Accumulateur de 300 litres isolé par de la laine de roche d'une épaisseur de

- 5 cm : pertes thermiques = 844 kWh/an
- 10 cm : pertes thermiques = 438 kWh/an

Gain obtenu en sur-isolant : 406 kWh/an soit +/- 90 euros (production électrique). Temps de retour sur investissement = +/-3 ans.

## 3. Entretien et, en particulier, détartrer les systèmes producteurs d'eau chaude :

Le tartre sur les résistances des boilers ou chauffe-eau réduit l'échange de chaleur et le rendement des appareils de production.

Le calcaire sur les tuyauteries augmente la perte de charge et réduit ainsi le débit. L'utilisateur va laisser le point de puisage plus longtemps ouvert pour satisfaire à ses besoins.

Les dépôts calcaires sur la robinetterie risquent de provoquer une fuite goutte à goutte qui consommera de l'eau chaude.

Ces appareils doivent être entretenus périodiquement par un professionnel.

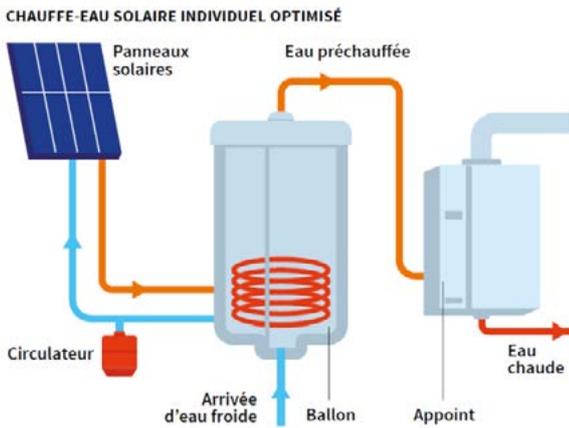
## 4. Programmer le fonctionnement de la boucle sanitaire :

Imposer l'arrêt de circulateur lorsque le centre sportif est fermé. Mais attention à la légionellose au moment de la reprise.

## 5. Programmer le fonctionnement des productions :

Mettre en fonctionnement les appareils électriques de production durant les heures creuses si énergie = électricité

## 6. Placer une installation solaire thermique :



source : ADEME

Les panneaux solaires thermiques sont le plus couramment destinés à produire de l'eau chaude sanitaire (voire au chauffage). Leur production intervient pour la préchauffe de l'eau chaude sanitaire. Elle sera complétée par un système plus conventionnel comme la mise en fonctionnement de la chaudière terminant la chauffe de l'eau.

Remarque : La Wallonie accorde une prime de 500 € à 2.500 € au demandeur faisant installer un chauffe-eau solaire pour autant qu'il remplisse les conditions mentionnées à la section 4 ainsi qu'une demande éventuelle d'un

permis d'urbanisme, conformément au Code de Développement territorial (CoDT). Un bonus par m<sup>2</sup> supplémentaire est également accordé.

## 7. Placer un boiler thermodynamique :

Un boiler thermodynamique est tout simplement un chauffe-eau « couplé » à une pompe à chaleur air-eau. Le système fonctionne selon le principe du captage de la chaleur de l'air ambiant : via un échangeur de chaleur, il récupère les calories présentes dans l'air pour produire durablement de l'eau sanitaire.

Nettement moins énergivore qu'un boiler électrique, ce dispositif constitue une excellente alternative aux systèmes de chauffage classiques. Néanmoins, la production d'eau chaude sanitaire est relativement lente. Il doit donc être utilisé pour des besoins plutôt faibles ou pour alimenter des lavabos mais moins des douches couramment fréquentées. La production d'eau chaude ne suivrait pas les besoins.

Sources (documents et photos) :

Site Energie + : <http://www.energieplus-lesite.be>

Ademe : « Vers une meilleure connaissance des besoins en eau chaude sanitaire en tertiaire » : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/3878-vers-une-meilleure-connaissance-des-besoins-en-eau-chaude-sanitaire-en-tertiaire.html>

Région wallonne : [https://energie.wallonie.be/fr/recherche.html?IDC=6018&IDD=11290&T\\_EXT=eau+chaude+sanitaire](https://energie.wallonie.be/fr/recherche.html?IDC=6018&IDD=11290&T_EXT=eau+chaude+sanitaire)

Dossiers du CSTC, cahier n°10, 4e trimestre 2004

# 3. Ventilation des locaux

Afin d'éviter des problèmes d'humidité ou de salubrité de l'air, il faut s'assurer que les locaux bénéficient d'un apport d'air neuf suffisant. Ce point déjà important dans tout le secteur tertiaire devient encore plus critique pour les salles de sport, de par leurs spécificités.

## A. Chiffres & généralités

### 1. Air vicié et humide dans les salles de sport

Outre l'énergie mécanique produite, l'activité physique exercée par les clients génère :

- une augmentation de la température du corps de celui-ci. Pour éviter la surchauffe de l'organisme, il s'opère un dégagement de chaleur (80%) et d'humidité (transpiration, exhalations : approx. 0,030 l/h par personne au repos et, dans la pratique du sport, entre 0,3 et 2,6 l/h en fonction du sport) vers l'air des locaux. Si cet environnement devient trop chaud ou/et trop humide, le corps n'arrive plus à réguler sa température et apparaît un mal-être dû à l'excès d'humidité. Le tableau ci-dessous montre les degrés d'inconfort de l'homme en fonction des température et humidité ambiantes,

En-dessous de 29	Peu de gens sont incommodés.
De 30 à 34	Sensation de malaise plus ou moins grande.
De 35 à 39	Sensation de malaise assez grande. Prudence. Ralentir certaines activités en plein air.
De 40 à 45	Sensation de malaise généralisée. Danger. Éviter les efforts.
De 46 à 53	Danger extrême. Arrêt de travail dans de nombreux domaines.
Au-dessus de 54	Coup de chaleur imminent (danger de mort).

Température (°C)	Humidité relative (%)																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
21	21	21	21	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
22	22	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	31
23	23	23	23	23	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33
24	24	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
25	25	25	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37
26	26	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	36	37	38	39
27	27	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
28	28	28	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44
29	29	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46
30	30	30	31	32	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
31	31	31	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	46	47	48	49	50
32	32	33	34	35	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	51	53
33	33	34	36	37	38	40	41	43	44	46	47	48	50	51	52	54	55
34	34	35	37	39	40	42	43	45	46	47	49	50	52	53	55	56	58
35	35	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	53	54	56	57	58	60
36	37	38	40	42	43	45	47	48	50	51	53	55	56	58	59	62	63
37	38	40	42	43	45	47	49	50	52	54	55	57	58	61	63	64	66
38	40	42	43	45	47	49	50	52	54	56	57	59	62	63	65	67	69
39	41	43	45	47	49	51	52	54	56	58	59	62	64	66	68	70	72
40	43	45	47	49	51	52	54	56	58	61	63	65	67	69	71	73	75
41	45	47	48	50	52	54	56	58	61	63	65	68	70	72	74	76	78
42	46	48	50	52	54	56	58	61	64	66	68	70	73	75	77	79	82
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

source : ADEME

- une augmentation du taux de gaz vicié CO<sub>2</sub> dans le local (approx. 20 l/h par personne),
- une consommation de 0,5 à 5 m<sup>3</sup>/h d'air par sportif en fonction de l'activité.

La sensation de confort dépend aussi de la vitesse de l'air qui nous entoure. Ainsi, pour une température moyenne de 20°C, le confort d'une personne au repos sera assuré si elle est soumise à une petite brise de 1m/s alors qu'en activité dans une salle de fitness, elle supportera avec bonheur un petit vent de vitesse égale à 2,5 m/s.

Pour toutes ces raisons, des normes préconisent de ventiler des locaux sportifs.

### **a. Que signifie « ventiler » ?**

Ventiler un local, c'est y introduire une certaine quantité d'air neuf (venu de l'extérieur) en un certain temps soit y apporter un débit déterminé d'air neuf. L'air neuf renouvelle ainsi l'air ambiant vicié qui est alors extrait et évacué vers l'extérieur.

### **b. Quelles quantités d'air extraire et apporter de l'extérieur ?**

En Belgique, l'annexe C3 de la PEB impose des valeurs de débits minimum à respecter :

<b>Prise d'air neuf extérieur</b>	22 m <sup>3</sup> /h/personne
<b>Extraction d'air dans certains locaux</b>	
- Sanitaires	25 m <sup>3</sup> /h/WC ou urinoir ou 15 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
- Douches	5 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> avec 50 m <sup>3</sup> /h au min.
- Vestiaires	1,3 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
<b>Remarque concernant la surface minimale imposée par personne</b>	
- Zone de pratique de sport	3,5 m <sup>2</sup> /personne
- Tribunes	1 m <sup>2</sup> /personne

Le code du Bien-être au travail impose aussi des débits et concentrations maximales en CO<sub>2</sub>

Le confort de jeu et certaines normes sportives impliquent de limiter les courants d'air liés à la ventilation (perturbation des volants de badminton par exemple). Cet ensemble de mesures et normes rendent le dimensionnement des systèmes de ventilation particulièrement délicat pour les salles de sport.

Enfin, de nouvelles normes dues au Covid précisent les débits annoncés ci-dessus.

## **2. Obligations « COVID » pour activités intérieures**

Les aérosols constituent la trajectoire principale par laquelle passent les contaminations à la Covid-19. En cas d'efforts plus intenses, de plus grands débits d'air sont inspirés et expirés. La dose potentielle d'aérosols contagieux augmente donc. Cette dose est aussi déterminée par la durée pendant laquelle on se trouve avec une personne contaminée dans un espace contaminé.

De nouveau, la ventilation des locaux est un des moyens efficaces de réduire le risque de transmission du virus de la Covid-19 par aérosol.

### **a. Comment quantifier le risque de contamination dans un local selon la réglementation COVID ?**

Il est devenu obligatoire de mesurer la concentration de CO<sub>2</sub> dans les locaux des complexes sportifs et lieux recevant du public.

Des impositions légales dues au Covid sont entrées en vigueur depuis le 1 septembre 2021 avec contrôle sur site. Elle exige :

« L'utilisation d'appareils de mesure de la qualité de l'air (mesure de la concentration en CO<sub>2</sub>) est obligatoire dans les établissements sportifs ou dans les espaces dits « clos » dans lesquels du sport est pratiqué, dans lesquels des événements ont lieu, dans lesquels les files d'attente se trouvent, ainsi que dans les vestiaires ».

« Une exception est accordée aux établissements sportifs d'une superficie d'au moins

400 m<sup>2</sup> et de minimum 7 mètres de hauteur et qui possèdent une ventilation mécanique ou des portes et fenêtres pouvant s'ouvrir vers l'extérieur. Dans ces espaces, le CO<sub>2</sub> mètre n'est pas obligatoire mais recommandé ».

### **b. Quelle ventilation appliquer en fonction des résultats de mesure ?**

Cette mesure du CO<sub>2</sub> vise à préciser les conditions de ventilation, déjà obligatoire des locaux visités par du public, mais ici accrue dans le contexte de l'épidémie actuelle. La valeur maximale admise de concentration de CO<sub>2</sub> = 900 ppm :



Source : Environnement Canada

La règle Covid dit :

« A partir de 900 PPM, l'exploitant doit mettre en place un plan d'action compensatoire, par exemple en augmentant le renouvellement d'air ou en diminuant le nombre de personnes ».

Lorsque cette concentration de 900 ppm est atteinte, le débit obligatoire d'apport d'air neuf passe à :

- 80 m<sup>3</sup>/h par sportif exerçant un sport rapide et intense (badminton, gymnastique, natation, escalade,
- 112 m<sup>3</sup>/h par sportif exerçant du patinage, boxe, tennis, disco-danse, fitness, cyclisme sur piste ou squash, ...

On perçoit ici toute l'importance d'une bonne utilisation du CO<sub>2</sub> mètre. Celui-ci doit être :

- *Un appareil utilisant la technologie de mesure par infrarouge non dispersif,*
- *« Placé dans un lieu représentatif, à hauteur d'homme (entre 1 m 50 et 2 m). Ces appareils doivent être installés à un endroit central et non à côté d'une porte, d'une fenêtre ou d'un système de ventilation »*
- *« Au moins un appareil de mesure de la qualité de l'air doit être présent dans chaque espace séparé où plusieurs personnes se trouvent simultanément plus de 15 minutes, en ce compris dans les vestiaires ».*

L'appareil mesure périodiquement ou en continu les valeurs, conserve un historique de celles-ci et peut même interagir avec un système de ventilation pour modifier les débits d'air neuf entrant.

## B. Etat de la situation énergétique

La plupart des salles de sport ne sont actuellement pas équipées de matériel de ventilation mécanique. Celle-ci est assurée par l'ouverture des fenêtres des locaux utilisés. C'est ce que l'on appelle la ventilation naturelle.

### 1. Collecte des données

L'ouverture des fenêtres créant un flux d'air dans le local ne permet aucune collecte d'informations sur les quantités d'air frais introduit, la température ou l'humidité de cet air. En outre, pareille action ponctuelle rend impossible la garantie du bon respect des normes en continu. En outre, durant l'hiver, l'air frais refroidit les locaux ce qui coûte cher en chauffage. Et en été, il les réchauffe provoquant un certain inconfort renforcé par l'apport en humidité dû aux activités même des sportifs.

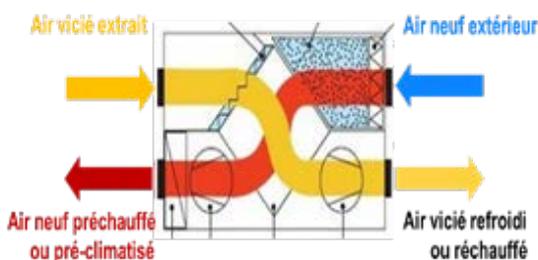
### 2. Pistes d'amélioration

#### a. Installation d'une ventilation contrôlée

Ce matériel pallie l'absence de contrôle sur les quantités, la température et l'humidité d'air neuf introduit.

##### 1. **Installer une ventilation mécanique double flux avec récupération de chaleur :**

Il s'agit d'un caisson muni de deux ventilateurs et d'un échangeur à plaques.



Comme on le voit sur le schéma, l'air neuf pris à l'extérieur du bâtiment est poussé dans les locaux à ventiler par un premier ventilateur. Un second ventilateur extrait l'air vicié de ceux-ci et le fait passer sur un échangeur de chaleur.

Cet échangeur à plaques permet de récupérer une grande partie de la chaleur (ou froid) contenue dans l'air extrait pour préchauffer (ou pré-rafraîchir)

l'air extérieur entrant (le rendement de l'échangeur avoisine souvent les 85%).

Une batterie de chauffe (alimentée en eau de chauffage) ou une résistance électrique et une batterie de froid (détente directe ou eau dite glacée) peuvent éventuellement être ajoutées dans le groupe de traitement d'air pour finir la chauffe ou le rafraîchissement de l'air qui sera pulsé dans les locaux.

L'introduction d'air neuf extérieur se fait généralement dans les salles de sport et l'extraction de l'air vicié contenant de l'humidité se fera obligatoirement dans les locaux sanitaires (douches et vestiaires) et dans les salles de sport elles-mêmes.

##### 2. **Installer une régulation performante :**

- i. **Une horloge permettra de fermer un clapet d'admission d'air neuf lorsque le centre sportif est fermé (temporisation sur l'extraction afin d'éliminer l'humidité et le CO<sub>2</sub> emmagasiné dans les locaux),**

Si un ralenti de nuit est appliqué au chauffage des locaux, le groupe de ventilation hygiénique ne doit pas être remis en fonctionnement durant la relance du chauffage (matin).

Durant les heures d'occupation des locaux, la régulation est active

- En fonction de la qualité de l'air hors taux de  $\text{CO}_2$  :

En dessous des 900 ppm de  $\text{CO}_2$ , la ventilation suivra les normes de ventilation hygiénique décrites au point 3.A.1.b. (élimination de l'air vicié et de l'humidité produite par l'utilisation des douches et sanitaires ainsi que par les sportifs en activité).

Pour parfaire la régulation du débit d'air neuf, une sonde hygrométrique pourrait être utilisée et mesurera la valeur réelle du taux d'humidité dans les locaux. La régulation comparera avec un taux de consigne choisie et augmentera, si nécessaire, le débit d'air neuf.

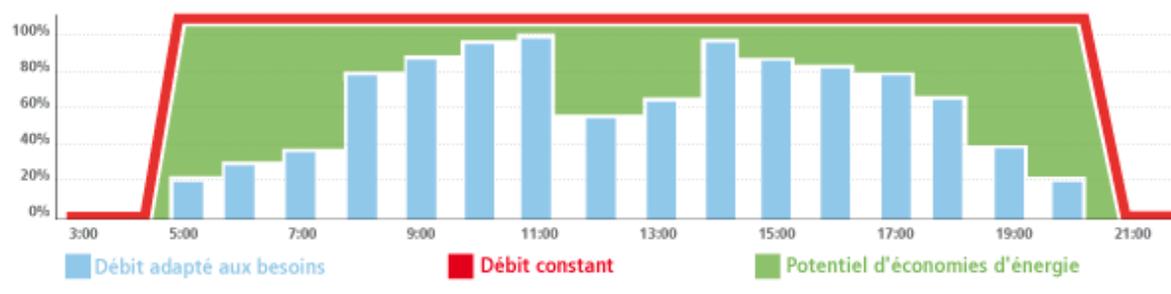
Il est souvent avantageux de différencier les systèmes de ventilation des salles de sport et des vestiaires, douches-sanitaires.

- En fonction de la concentration en  $\text{CO}_2$  :

Au-dessus du taux maximum admissible (900 ppm), le système de ventilation doit extraire suffisamment d'air vicié pour le remplacer par autant d'air neuf. Il est donc intéressant de lier, grâce à la régulation, les mesures continues de la sonde de  $\text{CO}_2$  et le débit en air neuf admis.

De cette manière, la régulation en fonction des mesures de  $\text{CO}_2$  permet une modulation juste des besoins en débits (fonctionnement des ventilateurs et consommations électriques), en chauffage de l'air (consommations de combustible) ou en climatisation de l'air (consommations électriques).

On distingue en vert sur ce graphique, le gain en énergie possible grâce à la régulation du débit d'air neuf suivant les concentrations de  $\text{CO}_2$  :



source : Theben

Une ventilation bien dimensionnée gérée par une régulation du débit d'air neuf tenant compte à la fois de la mesure de  $\text{CO}_2$  et du taux d'humidité permet d'optimiser la qualité de l'air des locaux ainsi que la consommation d'énergie (électricité pour les ventilateurs et le rafraîchissement et combustibles pour le chauffage de l'air). Régulièrement, il est utile de vérifier l'adéquation des débits à la présence effective des occupants.

Pour réaliser une installation optimale tenant compte de tous ces paramètres, il est impératif de faire appel à un bureau d'études habitué à dimensionner celle-ci et à un installateur capable de programmer une régulation performante et adaptée.

### 3. Lors d'une nouvelle installation, penser au free-cooling (nocturne) :

Le groupe de traitement d'air (muni d'un double flux avec récupération de chaleur) peut être dimensionné de telle manière à pouvoir ventiler durant les quelques heures nocturnes afin de réduire l'humidité, l'air vicié et parfois la surchauffe des locaux. Cette ventilation nocturne sera intéressante lorsque la température extérieure sera légèrement inférieure à la température ambiante des locaux en fin de journée. Faire attention à ce que l'air neuf pris durant la nuit pour ventiler le bâtiment soit non chauffé ou chauffé à température très réduite.

#### 4. Entretien des éléments du groupe :

- i. **Des filtres d'air sont installés dans ce groupe de traitement d'air. Il est obligatoire de la remplacer périodiquement,**

Le nettoyage de l'échangeur du groupe double flux est réalisé périodiquement (tous les deux ans au minimum),

L'entretien complet du groupe et des gaines est réalisé périodiquement afin d'éviter le développement de moisissures et champignons dus à l'humidité de l'air ambiant se déposant dans les gaines durant les périodes de non ventilation. Les centres de fitness et salles de sport sont très rarement fermées, ce problème devrait donc rester exceptionnel bien qu'une vérification et un entretien s'impose.

Sources (documents et photos) :

Site Energie + : <http://www.energieplus-lesite.be>

Site Hydratation for health : <https://www.hydratationforhealth.com/fr>

Protocole : Reprise des activités physiques et sportives (à partir du premier septembre 2021)  
: Fédération Wallonie – Bruxelles : [SPORT-ADEPS.BE](https://www.sport-adepts.be)

Recommandations pour la mise en pratique et le contrôle de la ventilation et de la qualité de l'air intérieur dans le contexte de la pandémie de COVID-19 - Task Force "Ventilation"  
Version 2.0 – 12 juillet 2021

Site Theben : <https://www.theben.fr>

Site CCHST : [https://www.cchst.ca/oshanswers/phys\\_agents/humidex.html](https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html)

# 4. Chauffage des locaux

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la visite d'un bon nombre de centres sportifs et fitness nous a démontré que leurs locaux à activité sportive sont finalement peu chauffés.

La production de chauffage est essentiellement utilisée par :

- la production d'eau chaude sanitaire
- le chauffage de l'air neuf introduit pour ventiler les locaux,
- le chauffage des locaux : vestiaires, bureaux et cafétaria grâce à des radiateurs et parfois une salle polyvalente via des aérothermes en général,
- la zone Piscine (eau et air du local).

## A. Chiffres & généralités

### 1. Chauffage des salles polyvalentes

L'aérotherme ou le ventilo-convecteur plafonnier sont deux émetteurs de chaleur les plus souvent rencontrés pour le chauffage de ces salles de hauteur moyenne (4 mètres ou plus). Ces appareils sont alimentés en eau de chauffage dans tous les cas rencontrés. Le fonctionnement de ceux-ci est géré par un thermostat d'ambiance placé à hauteur humaine en dehors de tout courant d'air.

L'intérêt de ces systèmes est leur rapidité de chauffe (début du premier cours de la journée) et leur grande réactivité en fonction des gains solaires et internes (dégagement de chaleur humaine, éclairage, ...).

Un des désavantages du chauffage par air chaud est d'amplifier le phénomène de stratification des températures de l'air dans les locaux chauffés :

Le système de chauffage par air chaud possède un rendement moins favorable que le chauffage à eau de chauffage tel que le radiateur, le chauffage par le sol. En effet,

- l'air porte beaucoup moins bien la chaleur que l'eau.
- l'échange supplémentaire eau / air réduit le rendement global du système,
- la stratification des températures de l'air chauffé, dans le local, est favorisée par les chauffages par air chaud. L'air chaud pulsé monte finalement pour stagner en matelas à proximité de la toiture. Si cette toiture est mal isolée, les déperditions de chaleur n'en sont que plus importantes et les consommations aussi.

Ce système est donc plus coûteux en combustible pour un résultat global quelquefois moins confortable (produit un courant d'air parfois désagréable ou ennuyeux pour le sport pratiqué).

## **2. Chauffage des bureaux, vestiaires, cafetaria**

Ces locaux sont régulièrement chauffés via des radiateurs avec vannes thermostatiques. Des thermostats d'ambiance sont ou non utilisés.

## **B. Etat de la situation énergétique.**

### **1. Collecte des données**

Les déperditions thermiques de l'enveloppe, augmentant les consommations de combustible, peuvent être confirmées par l'utilisation de la caméra thermographique.

Les factures indiquent la consommation mensuelle ou annuelle de combustible fossile.

- La connaissance de la consommation d'eau chaude permet de calculer la consommation de combustible nécessaire à son chauffage si, comme cela est le cas régulièrement, l'eau chaude sanitaire est produite via la chaudière.
- Lorsque le centre exploite une piscine et un espace Wellness (Jacuzzi), la consommation de combustible nécessaire à cette activité est plus compliquée à connaître. Des auditeurs énergétiques peuvent vous aider dans cette analyse.
- Le solde de consommation, s'il ne concerne plus que le chauffage, peut être analysé en fonction des degrés-jours de l'année.

### **2. Pistes d'amélioration**

#### **a. Au niveau des consommations de combustible**

##### **1. Installer des compteurs :**

###### **i. Placer des compteurs d'eau de ville sur l'alimentation**

- du système de production d'eau chaude sanitaire
- de l'eau d'appoint de la piscine et du jacuzzi.

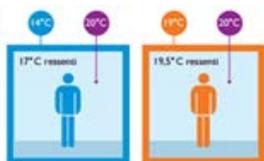
###### **ii. Placer des intégrateurs de chaleur pour mesurer la quantité de chaleur utilisée sur le circuit piscine (eau et traitement de l'air).**

#### **b. Au niveau de l'enveloppe du bâtiment**

##### **1. Agir prioritairement sur l'enveloppe du bâtiment :**

La meilleure manière de réduire ses consommations est de ne pas consommer. Ainsi, isoler l'enveloppe de son bâtiment est primordial et la toiture est prioritaire.

$$\text{Température ressentie par notre corps} = \frac{(\text{T}^{\circ}\text{air ambiante} + \text{T}^{\circ}\text{parois})}{2}$$



Selon la formule ci-dessus, nous voyons qu'augmenter la température de l'air du local permet de nous réchauffer. Nous oublions souvent la composante « Température des parois » ainsi que l'inconfort ressenti lorsque le bâtiment n'est pas étanche à l'air. Ces deux paramètres sont améliorés par l'isolation de l'enveloppe du bâtiment.



L'isolation du plafond et de la toiture est essentielle, surtout dans le cadre de l'utilisation de système de chauffage à air chaud comme le sont l'aérotherme et le ventilo-convecteur. L'air chaud pulsé a tendance à monter pour s'accumuler en matelas sous la toiture ou plafond (principe de stratification des températures de l'air). Si toiture ou plafond ne sont pas isolés, les déperditions de chaleur sont très importantes.



Notons que la stratification des températures de l'air est moins importante ou inexistante pour un chauffage moins convectif comme des radiateurs ou le rayonnement de sol.

La réfection de la toiture peut aussi comprendre le remplacement du lanterneau (souvent présent et détérioré) par du polycarbonate alvéolaire aussi bon thermiquement qu'un double vitrage et un châssis bien étanche. Remarquons que ce remplacement réduira également vos consommations d'éclairage.

Les vitrages et châssis moins performants peuvent être changés.

### **c. Au niveau des émetteurs**

#### **1. Pas d'obstacle à l'émission de la chaleur :**

Aucun obstacle à la convection de l'air chaud des aérothermes et au rayonnement des radiateurs ne doit exister (livres, essuies, mobilier, textiles, ...)



#### **2. Déstratifier l'air chaud grâce à des déstratificateurs**

Comme nous l'avons vu ci-dessus, l'air chaud, peu dense, a tendance à former un matelas au plafond. Trois solutions possibles pour rabattre l'air chaud vers la zone où il est utile :



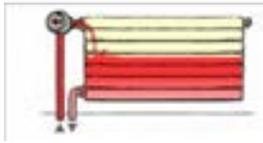
- Placer des dé-stratificateurs c'est-à-dire des ventilateurs dans le matelas d'air chaud.
- Placer des aérothermes à pulsion verticale.

- Placer une gaine allant rechercher l'air chaud dans le matelas et l'amenant exactement où il est nécessaire via des gaines et des bouches de pulsion.



### 3. Purger les radiateurs voire les aérothermes au début de la saison de chauffe

#### Manque d'eau



i. Le bourrage de la vanne thermostatique reste parfois collé et doit être mis en ordre de marche pour que la vanne fonctionne et que le radiateur chauffe.

ii. Le réseau d'alimentation d'eau de chauffage doit être purgé au début de la saison de chauffe (radiateurs et aérothermes, ...),

iii. Placer des purgeurs automatiques d'air aux points hauts de l'installation de chauffage (notamment à proximité de tous les aérothermes)...

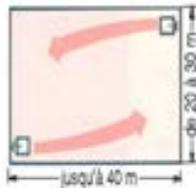
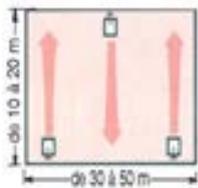
### 4. Entretenir périodiquement le matériel

Les aérothermes ou ventilo-convecteurs être entretenus au moins annuellement pour garantir le traitement de l'air ainsi que la durée de vie des appareils :

- l'échangeur de chaleur eau/air,
- le filtre à air,
- le caisson, les ailettes et ventilateur ainsi que le boîtier électrique ...

### 5. Lors d'une grande rénovation, si le choix est de placer des aérothermes : veiller à ceci :

Pour ne pas augmenter les températures de chaudière et consommer plus que nécessaire, il faut que l'installation soit bien implantée et équilibrée.



i. Les aérothermes seront disposés de telle manière à bien répartir l'air chaud uniformément dans le local. Ils seront dimensionnés par un expert en tenant compte des déperditions thermiques du local, de la température désirée, de la portée et le débit du matériel proposé.



Les ailettes seront orientées de manière intelligente vers les zones à chauffer et pas vers les obstacles éventuels situés dans le local (tentures ou volets de séparation, ...). La vitesse de l'air pulsé sera étudiée pour ne pas gêner les sportifs. Des normes imposant des vitesses d'air maximales sont d'ailleurs à respecter pour la pratique de certains sports.

La régulation doit comprendre

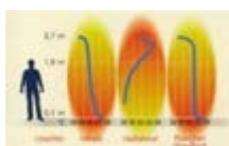
- une sonde ou thermostat d'ambiance à placer à hauteur d'homme, sous l'aérotherme (si possible) ou sur un mur non influencé par l'ouverture éventuelle d'une fenêtre ou par un courant d'air,
- un boîtier régulateur sélectionnant la vitesse du ventilateur et la température de l'eau de chauffage entrant dans l'appareil en fonction de la température mesurée par la sonde et la température de consigne ainsi que de l'horaire de l'ouverture de la salle.

- En dehors des heures d'ouverture du centre ou des salles, les ventilateurs des aérothermes doivent être mis à l'arrêt et la boucle d'eau de chauffage doit être arrêtée en chaufferie (par arrêt du circulateur du circuit des aérothermes). Même si les tuyauteries sont isolées, les déperditions seraient importantes et inutiles si l'eau tournait en permanence jusqu'aux aérothermes.

## 6. Surdimensionner les aérothermes :

Afin de pouvoir réduire la température de départ de l'eau de chauffage pour utiliser efficacement une chaudière à condensation ou une pompe à chaleur (donc réduire les consommations en combustible ou énergie), il est intéressant de surdimensionner les aérothermes et radiateurs. Leur capacité d'échange est ainsi augmentée et la température de départ chaudière peut être diminuée pour condenser le plus possible (voir rayonnement de sol = même principe). L'étude doit être réalisée par un expert (bureau d'étude car cette installation doit être incluse dans une analyse globale des émetteurs et production de la chaleur).

## 7. Une autre solution de choix : placer un rayonnement de sol :



Le rayonnement de sol est une alternative très intéressante au chauffage par air chaud notamment dans les salles utilisées pour des sports de balle ou de cours collectifs de fitness (sol dégagé).



Son bon fonctionnement nécessite que le bâtiment soit bien isolé (sol sous les tubes du rayonnement, en particulier).



L'eau de chauffage introduite dans le rayonnement est à basse température et le fait que la surface d'échange (toute la surface du sol) soit énorme permet

- d'obtenir une excellente sensation de chauffage,
- de réduire la consommation de combustible même si le chauffage reste en fonction en permanence,
- d'utiliser une pompe à chaleur ou une chaudière à condensation (plus performantes que les chaudières traditionnelles),
- de réduire à néant la stratification des températures de l'air (car chauffe sur une hauteur d'homme) et les déperditions par la toiture.

Un soin particulier doit être mis à la programmation de sa régulation et à la distribution des différents circuits en fonction des salles à chauffer.

## 8. Diviser le volume à chauffer :

Si un grand volume n'est pas nécessaire pour un cours, diviser le local grâce à un rideau isolant permettra de ne chauffer qu'un plus petit volume.

L'implantation et la gestion (thermostat et régulation à plusieurs zones) des aérothermes doivent tenir compte de cette possibilité de diviser le volume.

Le gain se fera en termes de rapidité de chauffe, réduction des consommations en électricité (ventilateur) et combustible (chaleur) et satisfaction du client.

## **d. Au niveau de la distribution dans les tuyauteries :**

### **1. Isoler les tuyauteries de l'installation :**

Les aérothermes et ventilo-convecteurs ont besoin d'un bon échange de chaleur entre l'air ambiant et l'eau de chauffage.

Si les appareils n'ont pas été surdimensionnés à l'installation, l'eau d'alimentation de ceux-ci doit être de température suffisante pour que cet échange soit rentable. Il est alors obligatoire de travailler à régime de température de 60°C ou plus au départ de la chaudière. Or l'eau circulant dans une tuyauterie non isolée perd sa chaleur de manière anarchique et ne satisfait pas l'échange dans l'aérotherme.

Les tuyauteries d'alimentation des aérothermes ou ventilo-convecteurs en eau de chauffage doivent être calorifugées. Il en va de même pour toute l'installation de chauffage y compris dans la chaufferie où les accessoires (vannes, circulateurs, ...) doivent l'être aussi.

Le coût de placement d'un calorifuge sur les tuyauteries et le gain énergétique réalisé sont tels que le temps de retour sur investissement est souvent inférieur à un an !

## **e. Au niveau de la production de chauffage :**

### **1. Effectuer les contrôles périodiques obligatoires par un technicien agréé :**

<b>Combustible</b>	<b>Périodicité</b>
<b>Bols, pellets</b>	1 fois par an
<b>Mazout</b>	1 fois par an
<b>Gaz de ville, Butane, Propane</b>	
<b>Puissance = ou &lt; 100 kW</b>	1 fois tous les 3 ans
<b>Puissance &gt; 100 kW</b>	1 fois tous les 2 ans

**i. Les contrôles périodiques des chaufferies sont obligatoires en Wallonie. Ci-contre, leur périodicité en fonction du combustible et de la puissance de la chaudière :**

Afin que le contrôle obligatoire soit bien mené, un ensemble de bonnes pratiques telles que les vérifications et entretien de la chaufferie doivent être réalisés. Ceux-ci comprennent :

- Le ramonage de la cheminée
- L'entretien et le nettoyage de la chaudière
- Le contrôle périodique et le réglage de la chaudière
- Le contrôle de la chaudière consiste à vérifier l'étanchéité des conduits de combustion, vérifier les dispositifs de sécurité de l'appareil et vérifier le faible taux de monoxyde de carbone dans les fumées de combustion.
- Le réglage de la chaudière consiste à vérifier le fonctionnement correct des organes de régulation mais également de vérifier l'excès d'air du brûleur.
- La qualité des fumées : mesure de la température, de la teneur en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ou en oxygène (O<sub>2</sub>). Cela lui permettra de régler et de limiter l'excès d'air au niveau du brûleur.

Outre le gain inestimable en sécurité, un contrôle périodique bien fait en combinaison avec un entretien permet de réduire la consommation de la chaudière de 2% !

### **2. Effectuer le diagnostic approfondi obligatoire :**

Pour toute installation de chauffage à chaudière d'une puissance supérieure à 20kW, un diagnostic approfondi doit être réalisé par un installateur. Il s'agit de réaliser l'évaluation de son dimensionnement en fonction des besoins de chaleur réel du bâtiment. Un rapport sera émis et sera valable aussi longtemps que le périmètre restera constant.

*Ce périmètre couvre aussi bien la chaufferie proprement dit (brûleur, chaudière), que les besoins en chaleur du bâtiment (isolation thermique, étanchéité, extension du bâtiment, récupération de chaleur, ...). Le diagnostic couvre les chaudières utilisées pour le chauffage.*

fage central avec ou sans production d'eau chaude sanitaire. La chaleur est distribuée par un système de transport guidé et canalisé vers les différentes parties d'un bâtiment devant être chauffé.

Deux types de diagnostics se présentent :

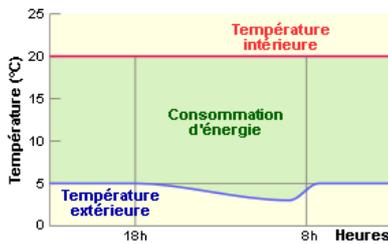
Type I pour les installations comportant une chaudière d'une puissance inférieure à 100 kW thermiques ;

Type II pour les installations comportant plusieurs chaudières ou une chaudière d'une puissance supérieure à 100 kW thermiques.

### 3. Mettre en place une régulation adaptée en chaufferie :

#### i. Il est nécessaire de veiller à ce que des circuits séparés alimentent en chauffage

Image de la consommation de chauffage sans intermittence et avec intermittence.



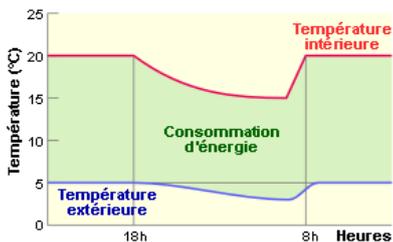
Source: Energie plus

- les bureaux, vestiaires et cafétaria,
- les aérothermes et/ou ventilo-convecteurs,
- la zone piscine et wellness.

Le circuit sanitaire étant toujours séparé.

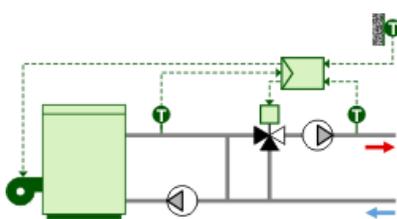
Au minimum, un ralenti de nuit doit être imposé aux deux premiers circuits afin de réduire les consommations énergétiques.

Cette action est toujours gagnante au niveau consommations en combustible (comme on peut le voir sur les figures ci-contre).

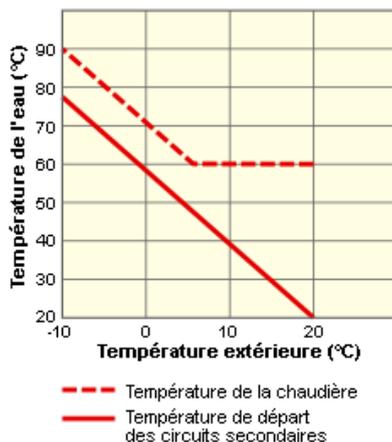


Source: Energie plus

Lorsque le centre sportif exploite une piscine, la production d'eau de chauffage se réalise soit avec une seule chaudière pour l'ensemble des circuits (chauffage des locaux comme de la zone piscine et parfois même eau chaude sanitaire), soit avec des chaudières séparées (Chauffage des locaux + Zone piscine avec eau chaude sanitaire)



Cette dernière situation est idéale car elle permet de couper la chaudière chauffant les locaux en période estivale alors que celle de la zone Piscine et de l'eau chaude sanitaire ne peut jamais être coupée.

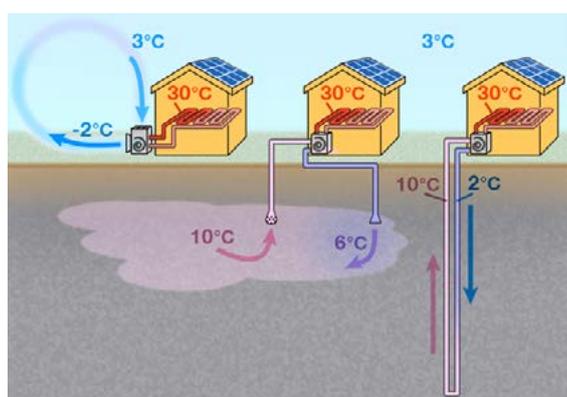


De plus, cela permet une gestion de la chaudière chauffant les locaux en fonction de la température extérieure via une régulation à température glissante. La zone piscine est peu influencée par cette température extérieure.

#### 4. Lors d'une grande rénovation, réaliser une installation permettant de chauffer à basse température :

i. Utiliser une chaudière à condensation (d'ailleurs maintenant rendue obligatoire dans le règlement Ecodesign européen) ou une pompe à chaleur permet de travailler avec une température d'eau de chauffage au départ de la chaudière assez basse (+/-50 à 55 °C) :

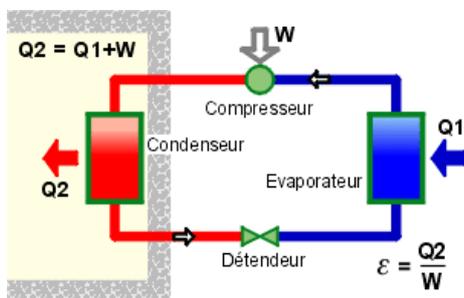
- Les émetteurs (radiateurs, aérothermes, rayonnement de sol, ...) seront alors dimensionnés en conséquence pour pouvoir chauffer le bâtiment avec une température d'eau de chauffage basse (voir § c.5-6-7).
- Il est obligatoire d'isoler très correctement le bâtiment et de le rendre étanche à l'air autant que possible.
- Dans le cas de l'installation d'une chaudière à condensation, cette installation, munie d'une bonne régulation, consommera entre 5 et 20 % en moins que l'installation existante.



source : <https://www.gazservicerapide.fr>

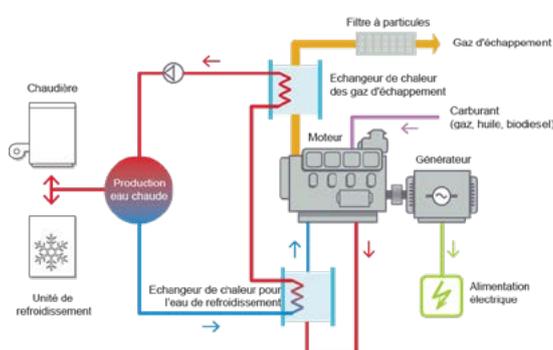
L'installation d'une pompe à chaleur est très intéressante, avec son rendement imbattable. Son dimensionnement nécessite cependant une étude par un bureau d'études. Sa consommation électrique pourra être partiellement auto-produite par une installation de panneaux photovoltaïques.

Elle ira chercher la chaleur dans l'air, le sol ou une nappe phréatique et chauffera l'eau de chauffage allant dans les aérothermes, ventilo-convecteurs, radiateurs et surtout rayonnement de sol.



Ce type d'installation basse température pour le chauffage nécessitera une réflexion sur le chauffage de l'eau sanitaire et appoint piscine. Les besoins sont souvent importants (en pointe) et fréquents. Une petite chaudière fonctionnant à plus haute température peut être installée pour ces postes ou l'eau peut être préchauffée par un ballon solaire.

#### 5. Placer une cogénération :



Une cogénération est un moteur thermique souvent alimenté au gaz, mais qui peut l'être aussi à la biomasse, et qui produit à la fois de la chaleur et de l'électricité.

Elle est intéressante lorsqu'un besoin de chaleur est permanent au long de l'année (eau chaude sanitaire et eau d'appoint piscine). Elle est d'ailleurs dimensionnée en fonction des besoins en chaleur.

Le temps de retour sur investissement peut être rapide : de 3 à 6 ans. Mais un calcul de rentabilité doit être effectué par un expert cogénération.

Sources (documents et photos) :

Site Energie + : <http://www.energieplus-lesite.be>

Photos personnelles Site Theben : <https://www.theben.fr>

Site Région Wallonne Energie : <https://energie.wallonie.be/fr/recherche.html?IDC=6018&IDD=11290&TEXT=chauffage>

[www.emat-sas](http://www.emat-sas)

<https://energie.wallonie.be/fr/vous-avez-dit-entretien-des-chaudieres-et-des-bruleurs.html?IDC=8670&IDD=97681>

<https://energie.wallonie.be/fr/diagnostic-des-equipements-de-chauffage.html?IDD=97682&IDC=8670>

# 5. Eclairage

L'éclairage des salles de sports ou d'un centre de fitness représente une part très importante des consommations électriques de l'entreprise. Une attention particulière doit être apportée à l'optimisation des systèmes en place.

Par ailleurs, atteindre un confort visuel dans des salles de sports ou de cours est assez complexe : l'éclairage doit s'adapter aux équipements sportifs, à la vitesse d'action, à la hauteur où se déroule le jeu, etc... qui sont différents pour chaque sport.

Efficacité énergétique et confort visuel doivent être intimement liés lorsque l'on désire améliorer l'éclairage des locaux sportifs.

## A. Chiffres & généralités

Un bon éclairage répond aux principes suivants :

- Plan d'implantation optimal et dimensionnement correct du matériel issu d'une analyse d'expert,
- Choix d'appareils et équipements efficaces (source / luminaires / régulation) permettant de :
- Percevoir facilement les mouvements des balles et ballons,
- Localiser les autres sportifs ou le matériel sportif,
- Repérer les marquages au sol,
- Une gestion intelligente de l'éclairage tenant compte des aspects énergétiques et du confort visuel.
- Une maintenance régulière aisée.

### 1. Normes

L'éclairage des installations sportives professionnelles est soumis aux normes NBN EN 12193 (2019) et NBN EN 12464-1 :2021. Les normes doivent être considérées non comme des contraintes mais comme un guide vers la meilleure qualité d'éclairage pour un confort visuel et des économies d'énergie optimales.

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte et la norme en fournit des valeurs d'exigences minimales pour des classes d'éclairage différentes dépendant du sport pratiqué et du type d'utilisation de la salle :

- Le niveau d'éclairement,
- L'uniformité de l'éclairement (pas de zone d'ombre),
- La limitation d'éblouissement du sportif (lorsqu'il suit une balle des yeux ou lorsqu'il est couché au sol, ...),
- l'indice de rendu des couleurs des sources lumineuses lui permettant de distinguer le ballon et les lignes de jeux aisément.

Éclairage horizontal moyen (lux) à maintenir suivant la norme EN 12464-1 (la hauteur de la surface de référence est variable suivant la zone)	
Type d'intérieur, tâche ou activité	Emv
Halls d'entrée	100
Zones de circulation et couloirs	100
Réserves matériel	100
Escaliers	150
Vestiaires et toilettes	200
Salles de conférence et de réunion	500
Infirmierie	500
Cuisine	500
Restaurant (cafétéria)	- (l'éclairage est généralement étudié pour créer l'atmosphère appropriée)

Un explicatif de la Norme NBN EN 12193-2008 est repris sur le site d'énergie plus. Il donne une excellente idée de l'interprétation de cette norme qui a reçu un avenant en 2019 : <https://energieplus-le-site.be/reglementations/eclairage9/norme-nbn-en-12193-lumieres-et-eclairage-dans-les-installations-sportives/>

Il est possible d'acheter la norme complète Norme de NBN EN 12193-2019 sur le site : <http://qc.spw.wallonie.be/servlet/qc/norme?lst=1&lang=fr&indicatif=NBN+EN+12193>

La norme NBN EN 12464-1 :2021 indique les niveaux d'éclairage moyen à tenir en compte pour les locaux techniques et accueil :

[https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-12464-1-2011\\_34380/](https://www.nbn.be/shop/fr/norme/nbn-en-12464-1-2011_34380/)

Pour information : pour l'éclairage de secours, les normes NBN EN 1838 et EN 13032-3 sont de rigueur.

## B. Etat de la situation énergétique.

### 1. Collecte des données

Généralement aucun compteur de consommation électrique n'est installé sur les alimentations dédiés à l'éclairage. Seules les consommations globales électriques sont connues car elles se trouvent sur la facture du fournisseur et sur le compteur central.

### 2. Pistes d'amélioration

#### a. Au niveau de la comptabilité énergétique

##### 1. **Scinder intelligemment les circuits d'alimentation de l'éclairage et placer des compteurs de consommations énergétiques :**

L'éclairage de chaque salle peut être alimenté par un circuit spécifique. Un compteur de consommation électrique fixe ou mobile (lors d'audit énergétique) peut être installé dans le tableau divisionnaire et comptabiliser uniquement la consommation de cette salle.

Cette précaution sera utile lors de l'utilisation d'une gestion automatisée et séparée de l'éclairage de chaque local de sport.

#### b. Au niveau de la source de lumière

##### 1. **Favoriser l'éclairage naturel**

La lumière naturelle a des effets positifs équilibrants sur la santé des humains en garantissant un meilleur respect du rythme biologique étant donné sa variabilité. L'idéal est donc de l'utiliser pour éclairer les centres sportifs. Cet apport naturel ne peut couvrir les besoins à tout moment et devra forcément être complété par un éclairage artificiel. L'objectif raisonnable est d'arriver à un temps d'utilisation de l'éclairage naturel d'au moins 60%.

Au-delà de l'aspect sanitaire, ceci permettra aussi de belles économies énergétiques qu'il

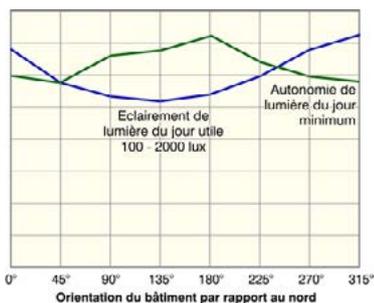
est impossible d'estimer, les paramètres étant nombreux et complexes. Une analyse de votre situation peut être réalisée par un auditeur en éclairage qui évaluera le temps de retour énergétique de l'investissement consenti.

**i. Une baie en toiture (lanterneau, fenêtre de toit, verrière, ...) offre au local un éclairage zénithal (éclairage produit par le soleil et qui vient du haut).**



Ouverture zénithale classique : hall de sport de Grez-Doiceau

Le but est de bien positionner les ouvertures de telle sorte que la lumière naturelle puisse éclairer le maximum de temps le local sans engendrer d'éblouissement ni de surchauffe due aux gains solaires entrants. Le lanterneau doit être isolant (polycarbonate alvéolaire à plusieurs parois, par exemple).



Suite à une étude approfondie, il a été constaté qu'une ouverture de +/- 10% de la surface de la toiture optimise l'éclairage, l'éblouissement mais aussi les besoins en chauffage et en climatisation.

Deux orientations optimales du lanterneau par rapport au Nord sont dans un angle de +/- 45° et 225°. Celles-ci sont un compromis entre l'éclairage par la lumière du jour et le minimum de consommations par l'éclairage artificiel compensant l'éclairage naturel lorsqu'il est déficient.



Photo société Haemera

L'éclairage naturel par des vitrages sur le haut des murs peut aussi être intéressant. Il vaut mieux situer ces vitrages au Nord et Sud afin d'éviter les éblouissements par les rayons solaires bas des orientations Est et Ouest. Par contre, ces orientations créent des apports thermiques externes plus importants défavorables en été mais peut être aussi en hiver étant donné les grands apports internes dus aux activités des sportifs. En période hivernale et mi-saison, la ventilation hygiénique obligatoire peut régler partiellement cette surchauffe. En été, il faudra penser à y placer une protection solaire permettant quand même le passage de lumière (stores ou végétation située à une distance et hauteur étudiées pour ne pas réduire l'apport lumineux).



source ETAPLIGHTING

Sur cette photo, les deux systèmes zénithal et via les murs sont exploités simultanément, avec un appoint d'éclairage artificiel.

## 2. Faire réaliser une étude par un auditeur expert en éclairage avant toute rénovation de l'installation

Toute rénovation d'éclairage doit être étudiée pour réduire ses consommations énergétiques. « Remplacer par la même chose » n'est pas une bonne stratégie :

- Bon choix des luminaires et de leur quantité en fonction de ses paramètres techniques divers, des besoins et des normes à respecter,
- Plan d'implantation précis en fonction du type et de la quantité de luminaires choisis,
- Bonne gestion de fonctionnement de ces luminaires

## 3. Choisir intelligemment le matériel et l'emplacement de l'éclairage artificiel

Le choix des bons paramètres de l'installation est important autant pour les locaux d'activités sportives que pour les locaux techniques (accueil, cafétéria, vestiaires, sanitaires). L'exemple donné ci-dessous concerne une salle multisport souvent complexe à éclairer.

### i. Bon choix des luminaires et de leur quantité :

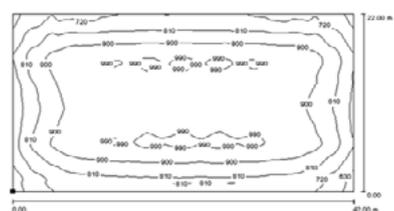


source : Zumtobel

Chaque type de luminaire distribue sa lumière différemment. Sa courbe photométrique nous renseigne sur cette distribution.



Une étude dite « Dialux » par exemple peut être réalisée pour connaître le type et la quantité de luminaires à placer en fonction de leur courbe photométrique, l'environnement, les besoins et les normes...



Courbes isolux

Cette étude doit être exigée auprès de l'installateur. Elle est généralement gratuite et c'est le fabricant de luminaires qui la réalise. Elle oriente le client et l'installateur de manière la plus objective possible sur la qualité et l'ampleur de l'installation à placer. Ci-contre, le plan du local et les niveaux d'éclairage des luminaires choisis à chaque endroit de ce local (niveau d'éclairage moyen = 550 lux). Les normes sont respectées !

Plan d'implantation précis qui va de pair avec qualité et quantité de luminaires à placer :



Plan d'implantation des luminaires

Cette étude montre l'uniformité du flux lumineux, l'absence d'ombres, le risque d'éblouissement éventuel, la qualité de la lumière. Elle indique à l'installateur l'endroit où placer les luminaires pour un bon résultat conforme à l'étude.

Notons que cette étude vous fera connaître la consommation spécifique de l'installation d'éclairage que vous avez choisie. L'étude représentée ci-dessus donne comme puissance spécifique de l'installation 2,73 W/m<sup>2</sup>/100 lux. Cette valeur donne

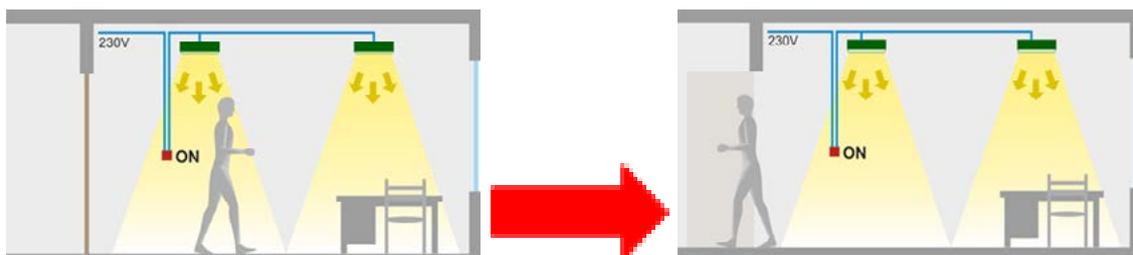
- une indication sur la performance générale moyenne de l'installation. 2.73 W/m<sup>2</sup>/100 lux est inférieure à la recommandation de la Région Wallonne (3 W/m<sup>2</sup>/100 lux) donc installation énergétiquement rentable,
- une indication sur la consommation future moyenne théorique : 15,01 W/m<sup>2</sup> pour une

salle de 42 mètres sur 22 mètres soit une puissance installée moyenne de 13,87 kW. La salle est utilisée 4 heures par jour et 312 jours par an soit 1.248 heures. Une idée des consommations annuelles de l'éclairage de cette salle : 17.309 kWh. Cette consommation est théorique car nous espérons que le client a créé une ouverture pour laisser entrer la lumière naturelle et installé une gestion de l'éclairage en fonction de cet éclairage naturel et de l'occupation, la gestion horaire étant déjà sous entendue dans le calcul.

Remarquons que les luminaires les plus intéressants actuellement peuvent atteindre 1 W/m<sup>2</sup>/100 lux.

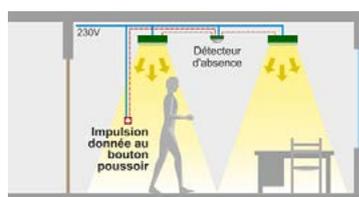
### c. Au niveau de la gestion d'éclairage

#### 1. Adapter la gestion de l'éclairage aux besoins réels en fonction de l'occupation



La présence d'un interrupteur permet à l'utilisateur d'allumer ou éteindre le local qu'il occupe en fonction de ses besoins. Malheureusement, l'utilisateur soit oublie, soit croit qu'un autre occupant va utiliser les lieux plus tard et ne ferme pas l'interrupteur.

Solutions :

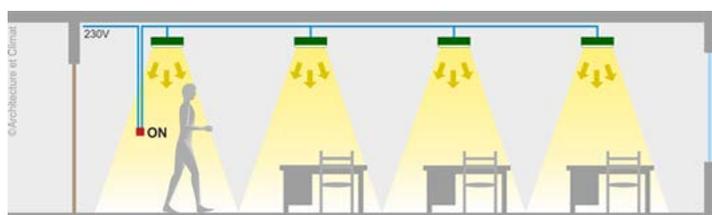


**i. Placer un détecteur d'absence qui coupe automatiquement le circuit d'alimentation des luminaires après un certain délai d'absence de la personne dans le local. Le détecteur d'absence doit être couplé à un bouton poussoir utilisé par l'occupant choisissant d'éclairer (ou non) quand il entre en fonction de la lumière naturelle, par exemple.**

A placer dans les salles de cours collectifs, par exemple.

Placer un détecteur de présence couplé au fonctionnement des luminaires. Lorsqu'un occupant entre dans la zone de détection, le circuit des luminaires du local est alimenté. Lorsqu'il n'y a plus de présence, l'éclairage s'éteint.

A placer, en général, dans les locaux où les détections sont fréquentes et de courte durée (sanitaires, vestiaires...).



Comme montré ci-contre, il est aussi possible de scinder en plusieurs circuits, l'alimentation des luminaires si la salle de sport est polyvalente et qu'un seul terrain est occupé (terrain de tennis, etc...). Principe identique avec les détecteurs d'absence.

Remarque : le détecteur de mouvement est un détecteur de présence ultra-sensible car il est composé de multiples facettes de détection dans plusieurs directions. On utilisera les détecteurs de mouvement dans les bureaux, par exemple, où les mouvements peuvent être très minimes.

Par ailleurs, deux technologies sont utilisées par les détecteurs :

- détection infra-rouge ou passive (détectant des corps émettant de la chaleur)
- détection à ultra-sons ou émetteurs/récepteurs d'ondes (détectant de mouvements très faibles).

On couple maintenant les deux technologies (double technologie) dans les détecteurs de présence, mouvement ou absence pour ne détecter que lorsque cela est réellement nécessaire.

Enfin, le choix de l'emplacement des détecteurs est très important pour une détection optimale en fonction de la technologie.

Coupler un détecteur de présence avec des luminaires dimmables permet au dimmer d'adapter le niveau d'éclairage aux besoins. Pour des couloirs, par exemple : en cas d'absence la lumière est dimmée (intensité réduite). Dès détection de présence, l'éclairage est remis à 100 %. L'extinction arrive seulement en cas d'absence prolongée.

## 2. Adapter la gestion de l'éclairage aux besoins réels en fonction d'un horaire d'ouverture du centre.

La gestion minimale est la gestion horaire : une horloge commande l'extinction de l'éclairage à l'heure de fermeture du centre.

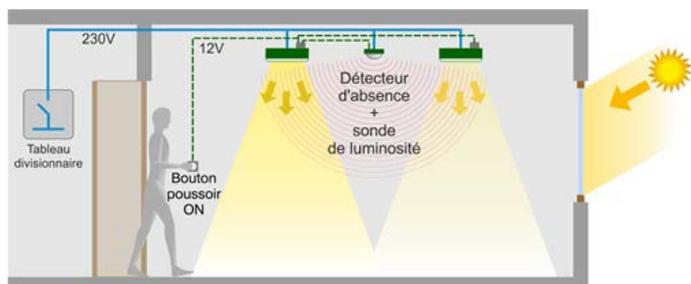
Il est plus intéressant de

- laisser aux occupants la liberté de l'allumage
- permettre de rallumer, par des commandes locales de dérogation et pour des lieux choisis (bureaux par exemple),
- permettre de revenir « automatiquement » au mode non manuel après dérogation éventuelle,
- prévenir l'extinction complète par un dimmage de quelques minutes avant

L'éclairage à l'extérieur du bâtiment peut être soumis à un autre horaire.

## 3. Adapter la gestion de l'éclairage aux besoins réels en fonction de l'apport en éclairage naturel.

### i. Scinder le circuit d'alimentation des luminaires proches des fenêtres, des autres luminaires.



Placer un détecteur photoélectrique à l'endroit le plus opportun ( le choix de l'emplacement du détecteur photo-électrique est très important pour la qualité du service) permettant de

- couper le circuit des luminaires proches de la source naturelle ou certains de leurs tubes tout en laissant les autres alimentés,
- dimmer les luminaires en fonction du niveau d'éclairage de la source naturelle. Attention, s'il s'agit de tubes fluorescents, les luminaires doivent être équipés de ballasts électroniques.
- temporiser la variation de l'éclairage artificiel si la lumière naturelle varie trop,
- ,

Coupler l'utilisation d'un détecteur photo-électrique avec des détecteurs de présence, mouvement ou absence ou une gestion horaire au minimum.

#### 4. Gérer l'éclairage grâce à une gestion centralisée.

La gestion centralisée est composée de :

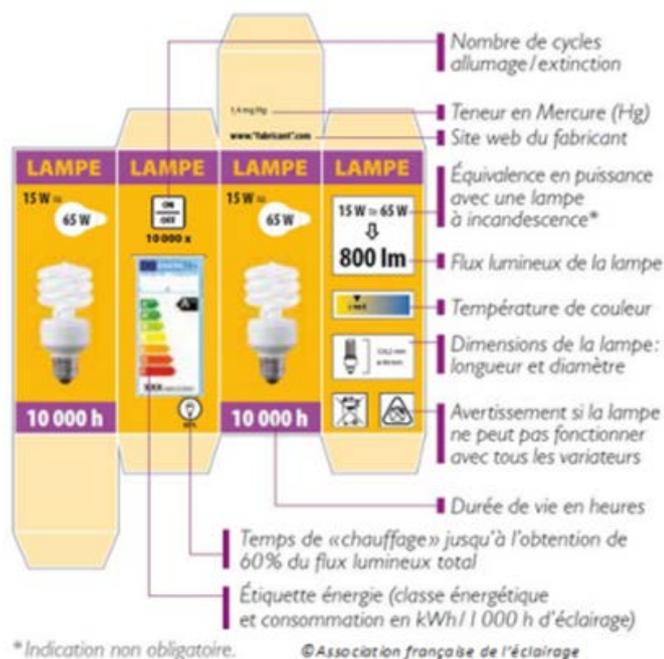
- Un régulateur contenant une série de scénarios préprogrammés par l'utilisateur pour répondre à ses besoins dans différentes circonstances,
- Des entrées (sondes de présence, absence, mouvement), de détection photo-électrique, ....
- Chaque luminaire possède une adresse informatique. Les sorties agissent sur les adresses informatiques en fonction des scénarios et des valeurs obtenues sur les entrées reçues.

Il existe plusieurs « langages » ou protocoles via lesquels les régulateurs orchestrent le fonctionnement des luminaires :

- Protocole Dali : très flexible et facile, il est conçu uniquement pour l'éclairage. Il est puissant et peut gérer des programmations spécifiques intéressantes (notamment dans le domaine du bien-être). Il peut communiquer avec d'autres protocoles spécifiques au chauffage, à la ventilation, ...
- Protocole KNX : commun à l'éclairage et d'autres techniques spéciales tels que chauffage, ventilation, ..., il n'est donc pas spécifique à l'éclairage.

#### d. Au niveau des consommables

##### 1. Bien choisir l'ampoule, le tube TL,...



## C. Exemple

Remplacement de luminaires TL à ballast électro-magnétique par luminaires à ballast électronique et placement d'un lanterneau pour apport de lumière. Le gain financier s'élève à 2.166 euros hTVA, sans compter l'amélioration du confort pour le sportif.

Salle omnisports (site Energie plus)	Avant	Après
Type de luminaires	45 luminaires de 3 tubes de 58 W avec ballast électronique	45 luminaires de 4 tubes de 35 W avec ballast électronique + Lanterneaux (lumière naturelle)
Puissance installée (kW)	9,40	6,93
Niveau d'éclairage moyen (lux)	350 lux	500 lux
Puissance spécifique	3,7 W/m <sup>2</sup> /100 lux	1,8 W/m <sup>2</sup> /100 lux
Consommation/an	32.760 kWh	18.000 kWh
Gestion de l'éclairage	Manuelle	Manuelle
		
Investissement	Nouvelle structure de bulle avec lanterneaux (lumière du jour) et éclairage moins puissant mais plus éclairant.	
Gains énergétiques /an	14760 kWh soit 45 % d'économies de consommation	
Investissement futur	Gérer de manière automatique l'éclairage	

Sources (documents et photos) :

Norme NBN EN 12193 est repris sur le site d'énergie plus : <https://energieplus-lesite.be/reglementations/eclairage9/norme-nbn-en-12193-lumieres-et-eclairage-dans-les-installations-sportives/>

Toute la théorie sur l'éclairage : [www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16972](http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16972)

Eclairage naturel : <https://energieplus-lesite.be/concevoir/eclairage3/exemples-pour-des-locaux-specifiques/salles-de-sport-d1/>.

(attention - version 2007. Des nouveautés dans EN 12193 (2019) ont été ajoutés par rapport à la version de 2007.)

Photos : Tech-Energie

Les chèques-entreprises pour l'éclairage : <https://www.chèques-entreprises.be/chèques/etude-de-prefaisabilite-eclairage/>

# 6. Isolation et étanchéité

Isoler un bâtiment consiste à lui mettre un manteau le protégeant du froid en hiver et de la surchauffe en été (\$ Climatisation).

## A. Chiffres & généralités

### 1. Déperditions de chaleur du bâtiment

La quantité de chaleur perdue à travers une paroi (mur, plancher, toiture, ...) dépend de plusieurs paramètres logiques :

- La surface de cette paroi en contact avec l'extérieur : S
- La différence de température entre l'intérieur du local et l'extérieur :

$$\Delta T = (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

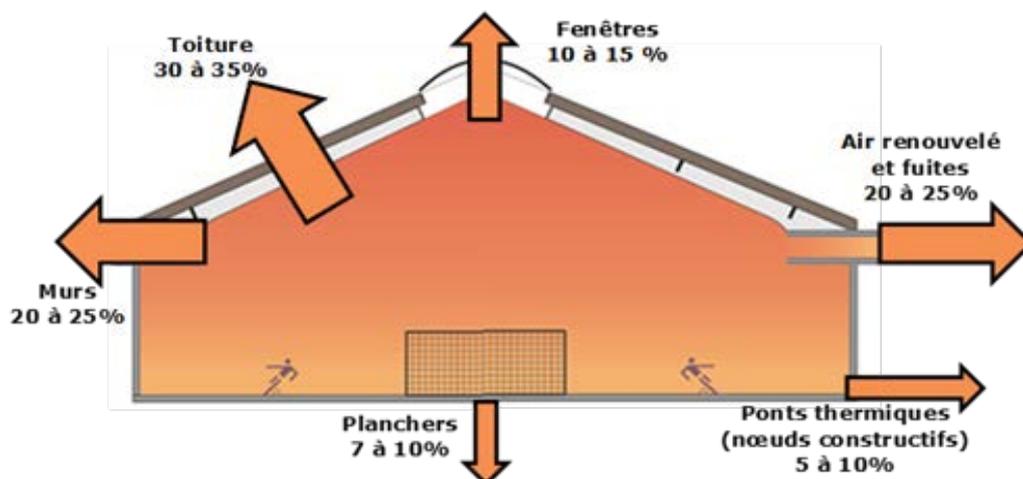
- La capacité qu'a la paroi à transmettre la chaleur (vers l'extérieur) : U

Quantité de chaleur perdue (en une heure) à travers la paroi :  $Q = U \times S \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$ ,

Quantité de chaleur perdue (en une saison de chauffe) à travers cette même paroi :

$Q_{\text{tot}} = Q \times \text{Temps}$  où Temps = la durée durant laquelle vous avez chauffé le local.

De manière générale, voici la répartition des déperditions thermiques d'un bâtiment lorsque celui-ci n'est pas isolé.



- Toiture = 30 à 35 % de pertes :

La perte de chaleur principale par la toiture est due au fait que l'air chaud monte et forme un matelas juste sous le toit. La transmission de chaleur vers l'extérieur est d'autant plus grande que la différence de températures est importante entre air chaud interne et air extérieur. La toiture doit être isolée avant d'y installer des panneaux photovoltaïques.

- Air renouvelé et fuites = 20 à 25% de pertes :

Les vents dominants favorisent les infiltrations d'air par les murs orientés à l'ouest, Sud-Ouest,

... Ventilation hygiénique : voir le chapitre ventilation

- Murs = 20 à 25% de pertes :

Les murs orientés au Nord sont particulièrement visés par la perte énergétique.

- Fenêtres = 10 à 15% :

L'inconfort thermique provient principalement de l'inétanchéité des châssis au vent (contour entre mur et châssis et entre dormant et ouvrant, à entretenir régulièrement !) et de leur manque de pouvoir isolant pour certains châssis en aluminium, par exemple.

- Planchers = 7 à 10%
- Ponts thermiques = 5 à 10 % : le moyen le plus efficace de lutte contre ces ponts thermiques est d'isoler l'enveloppe par l'extérieur (comme un manteau).

## 2. Exigences PEB de la wallonie

Élément de construction	$U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> K]
<b>Parois délimitant le volume protégé</b>	
Toitures et plafonds	0.24
Murs (1)	0.24
Planchers (1)	0.24
Portes et portes de garage	2.00
Fenêtres : - Ensemble châssis et vitrage - Vitrage uniquement	1.50 1.10
Murs-rideaux : - Ensemble châssis et vitrage - Vitrage uniquement	2.00 1.10
Parois transparentes/translucides autres que le verre : - Ensemble châssis et partie transparente - Partie transparente uniquement (ex : coupole de toit en polycarbonate,...)	2.00 1.40
Briques de verre	2.00
<b>Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes (2)</b>	1.00
<b>Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacentes à un volume protégé sur la même parcelle (3)</b>	1.00

Qu'il s'agisse de construction ou de grande rénovation, les chantiers nécessitant l'obtention d'un permis doivent respecter, en matière d'isolation, les normes imposées par la réglementation sur la Performance Énergétique des Bâtiments (PEB) - <https://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-electromobilite-a-partir-du-11-mars-2021.html?IDD=149405&IDC=7224>.

Lorsque l'on désire simplement isoler une partie de l'enveloppe du bâtiment, il sera judicieux de s'assurer que les seuils minimums de transmission thermique (U de chaque paroi) requis par la législation soient atteints. Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-contre, ces derniers ont des valeurs différentes en fonction que la paroi se situe au niveau du sol, des murs ou de la toiture. Pour atteindre ces valeurs, il est obligatoire d'insérer dans les parois un isolant.

## 3. Isolants

Il existe plusieurs types d'isolants se caractérisant par une conductivité thermique  $\lambda$  (sa capacité à conduire la chaleur). Lorsqu'on utilise un isolant disposant d'un agrément technique (ATG), on peut se fier au coefficient de conductivité thermique certifié par l'agrément.

La transmission de la chaleur à travers un constituant d'une paroi  $= U_i = \lambda_i / \text{épaisseur}_i$ .

Si la paroi est composée de plusieurs constituants, U de la paroi  $= \sum U_i = \sum \lambda_i / \text{épaisseur}_i$

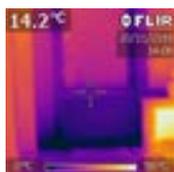
Pour obtenir des valeurs U de parois (murs, toiture, ...) inférieures à celles retrouvées dans le tableau des exigences PEB, il faudra placer des isolants à faible  $\lambda$  ou/et placer de grandes épaisseurs d'isolant. Les épaisseurs calculées doivent être augmentées de manière à atteindre des épaisseurs commerciales disponibles (les épaisseurs d'isolants disponibles dans le commerce sont standardisées).

A épaisseur égale et pour autant que l'isolant soit correctement mis en œuvre, la présence d'une lame d'air moyennement ventilée entre l'isolant et sa protection (enduit ou bardage), permet de diminuer le coefficient de transmission thermique U de 2,5 à 5 %.

## B. Etat de la situation énergétique.

### 1. Collecte de données

#### a. Analyse thermographique



Les pertes thermiques de l'enveloppe peuvent être confirmées par l'utilisation de la caméra thermographique.

Ci-contre, un jour sous une porte laisse s'infiltrer de l'air frais et des fenêtres et caisses à volet déperdent de la chaleur.

#### b. Analyse des factures

Les factures indiquent la consommation mensuelle ou annuelle de combustible fossile.

La connaissance de la consommation d'eau chaude permet d'estimer la consommation de combustible nécessaire à son chauffage, si comme cela est le cas régulièrement, l'eau chaude sanitaire est produite via la chaudière.

Lorsque le centre exploite une piscine et un espace Wellness (Jacuzzi), la consommation de chaleur nécessaire à produire l'eau de piscine et mise à température du volume de la piscine est plus compliquée à connaître. Des auditeurs énergétiques peuvent vous aider dans cette analyse.

Le solde de consommation, s'il ne concerne plus que le chauffage, peut être analysé en fonction des degrés-jours de l'année.

### 2. Pistes d'amélioration

#### a. En général

##### 1. **Demander les documents et photos relatifs à l'isolant posé sur votre toiture et à la pose réalisée sur celle-ci.**

L'entrepreneur doit vous fournir le type, l'épaisseur et l'agrément de l'isolant placé. Il doit aussi prendre des photos de ces informations et de la pose réalisée. Elles serviront de preuves pour la réalisation du certificat PEB ou de renseignement à l'auditeur énergie dans le cadre de travaux futurs. Ces informations doivent être collectées dans une farde relative à votre bâtiment (Dossier d'intervention ultérieure – DIU).

##### 2. **Veiller à ce que l'isolant avant pose (ainsi qu'après d'ailleurs) ne soit pas humidifié.**

La teneur en humidité de l'isolant dégrade de manière importante son coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  donc son pouvoir d'isolation. Il est nécessaire que l'entreposage avant mise en œuvre soit en zone sèche, et que l'isolant soit correctement protégé par un pare-vapeur, qui évite la condensation de l'air humide au sein de l'isolant.

## **b. Au niveau de la toiture**

- 1. Il faut répéter que la priorité doit être donnée à l'isolation de la toiture avant le placement d'une installation photovoltaïque ou solaire sur celle-ci.**
- 2. Choisir correctement l'isolant pour la toiture et la pose**

<b>U = 0,24 W/m<sup>2</sup>K Isolant</b>	<b>λ W/mK</b>	<b>Epaisseur</b>
<b>Laine de roche</b>	0,035	5
<b>Polystyrène extrudé</b>	0,025	10
<b>Polyuréthane</b>	0,03	13
<b>Laine de mouton</b>	0,04	17

Pour toute isolation y compris celle de la toiture, il est important d'isoler tant que possible par l'extérieur. L'isolation posée entre les chevrons ne couvre que +/- 80% de la toiture et provoquera des ponts thermiques inévitables aux endroits où il n'y a pas d'isolant derrière les chevrons. En cas d'isolation par l'intérieur, toujours privilégier la pose en 2 couches croisées pour réduire ce problème.

Le tableau ci-dessus reprend des épaisseurs en fonction du type d'isolant choisi. Le choix de la pose va déterminer le type d'isolant placé. L'entrepreneur doit justifier son choix.

## **c. Au niveau des fenêtres**

### **1. Remplacer les fenêtres :**

Choisir des doubles vitrages à basse émissivité au gaz ( $U_g \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ou mieux encore des triples vitrages. Dans les salles de sport, il est possible d'allier les bonnes caractéristiques thermiques aux caractéristiques mécaniques obligatoires des vitrages de sécurité (verre trempé et feuilleté se cassant sans faire de morceaux au sol ni laisser la baie ouverte). L'épaisseur du vitrage est fonction de la taille de la baie et des impacts potentiels suivant les sports pratiqués.

Leur transparence sera optimisée pour profiter des apports en lumière naturelle sans éblouir et risquer de surchauffe en été.

### **2. Veiller au placement d'une étanchéité suffisante entre mur et châssis :**

Le châssis doit être posé dans la baie et une étanchéité en PVC ou une bande souple mais étanche à l'air et à l'eau doit être placée pour recouvrir l'ébrasement jusqu'au dormant du châssis. Ce matériel n'est pas encore posé par tous les poseurs de châssis mais est obligatoire pour stopper les infiltrations via la fenêtre fermée. Il faut l'exiger lors de la demande de prix.

### **3. Pour atteindre une ventilation hygiénique de qualité, il vaut mieux placer un système mécanique double flux que d'accepter le placement de grille d'aération dans le châssis :**

Même si au départ, la grille d'aération dans le châssis est intéressante en termes de ventilation hygiénique, dans la pratique, la solution est peu efficace du point de vue économies d'énergie.

Ces grilles d'aération laissent entrer une quantité non contrôlée d'air frais. Elles s'encrassent et restent bloquées ouvertes même en période hivernale, provoquant des courants d'air et entrées d'air indésirables et désagréables.

Elles sont très avantageusement remplacées par un système de ventilation mécanique double flux (VMC). Le débit d'air extérieur entrant dans la salle de sport est contrôlé ainsi que sa température. Celle-ci peut être rectifiée pour ne pas refroidir l'air de celui-ci.

Enormément d'informations pourraient encore être données pour veiller à ce que les travaux d'isolation de votre bâtiment soient réalisés adéquatement. L'auditeur, l'architecte ou le bureau d'études vous aideront à faire respecter les bonnes pratiques dont ce guide vous donne un aperçu.

Sources (documents et photos) :

Energie+ : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

<https://energieplus-lesite.be/concevoir/fenetres2/choisir-la-protection-solaire/comparer-les-criteres-de-choix/>

Photos : Tech-Energie

Site Région Wallonne Energie : <https://energie.wallonie.be/fr/enveloppe-du-batiment.html?IDC=9475>

# 7. Climatisation

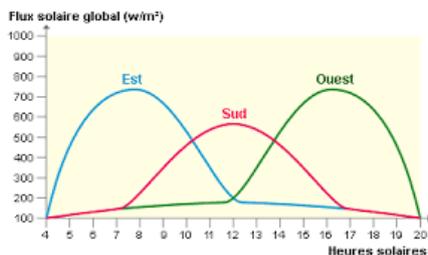
Afin d'assurer le confort des clients et des utilisateurs des bureaux en période estivale, le recours à des climatiseurs est de plus en plus courant. Faire du froid coûte très cher et il vaut mieux être prudent afin que la facture électrique n'explose. La climatisation d'un immeuble entraîne des coûts d'exploitation 3 à 4 fois plus importants que le simple chauffage traditionnel des locaux, suite à l'énergie frigorifique demandée mais aussi à l'importance des consommations liées au transport de l'air (ventilateurs)-Source : ISSO-Pays-Bas.

## A. Chiffres & généralités

### 1. Causes de la surchauffe

Les causes de surchauffe dans un centre sportif (salles de cours collectifs, fitness) :

- Apports externes : rayonnement solaire sur les parois extérieures et à travers les vitrages. Les orientations Ouest et Est engendrent en moyenne 2 fois plus d'apports thermiques venant de l'ensoleillement que l'orientation Sud :



- Via les parois opaques (murs, toiture). Une toiture de couleur sombre va absorber la chaleur du rayonnement solaire et la restituer à l'intérieur du bâtiment qui plus est si elle n'est pas isolée. Par contre, les murs Est et Ouest sont ensoleillés plus longtemps durant la journée (voir le graphique ci-contre : surfaces sous les courbes bleues et vertes >> surface sous la courbe rose).

- Via les vitrages : entre 1,7 et 2,3 fois plus en moyenne que via les parois opaques. La taille et l'orientation des fenêtres a donc une importance capitale.

Un bâtiment peu isolé sera beaucoup sensible à la surchauffe qu'un bâtiment bien isolé.

- Apports internes :

- Tout occupant dégage une certaine quantité de chaleur en fonction de son activité et de la température ambiante où il évolue :

Apports en chaleur sensible dus aux occupants en W/personne			
Type d'activité	Température du local		
	17°C	19°C	21°C
<b>Assls, travail modéré</b>			
- travail de bureau	109	100	90
<b>Travail Intense</b>			
- salles de gymnastique	172	153	137
<b>Travail pénible</b>			
- marche rapide	208	189	172

On voit qu'un individu déperd une quantité de chaleur allant croissant plus son activité est intense. Par contre, plus la température ambiante est élevée dans le local, plus faible est la différence de température entre l'ambiance et le corps et moins de chaleur le corps dégage et meilleur sera le confort thermique du sportif. Diminuer

la température ambiante d'une salle de sport a pourtant des limites, les sportifs non échauffés ayant besoin d'une température minimale ... ! 15 sportifs courant durant une heure dans une salle ( $t^{\circ}_{\text{ambiante}} = 19^{\circ}\text{C}$ ) dégageront 2,85 kWh.

- L'éclairage des locaux dégage aussi beaucoup de chaleur. Les éclairages consomment en moyenne 15W m<sup>2</sup>/100 lux actuellement (Pour info, la PEB préconise actuellement : 2,5 W/m<sup>2</sup>/100 lux et les plus efficaces peuvent même descendre à 1W/m<sup>2</sup>/100lux) soit une puissance installée de 5,25 kW/local de 10 m x 7 m avec 500 lux d'éclairage. La perte d'énergie sous forme de chaleur d'un luminaire est de +/- 80% (LED comme fluo) de sa consommation électrique initiale. Le dégagement en chaleur de ces luminaires efficaces est de 420 kWh durant une heure de cours.
- La mauvaise régulation des systèmes de chauffage des locaux et de l'apport d'air neuf obligatoire.

Le chauffage doit être adapté aux besoins constants des locaux et occupants. Ceux-ci varient particulièrement rapidement entre le début et la fin d'un cours collectif. La régulation du chauffage doit être pointue.

D'importantes économies d'énergie peuvent être réalisées par une amélioration simultanée de l'efficacité énergétique du bâtiment, de la qualité énergétique de l'éclairage et de la régulation du chauffage ...

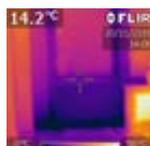
## B. Etat de la situation énergétique.

### 1. Pistes d'amélioration

#### a. Au niveau de l'enveloppe du bâtiment

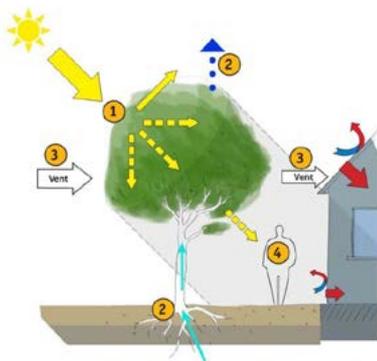
##### 1. Limiter les apports solaires :

Placer des protections solaires ayant un facteur solaire intéressant :



- Double vitrage à basse émissivité : facteur solaire  $g = 0,4$  réduit en moyenne de +/-13 % les besoins en rafraîchissement (toute orientation confondue),
- Stores extérieurs mobiles : facteur solaire  $g = 0,2$  réduit en moyenne de +/-12 % les besoins en rafraîchissement,
- Végétation à une distance étudiée des fenêtres (suffisamment de lumière mais réduction du rayonnement solaire direct),
- Casquettes au-dessus des fenêtres pour les orientations sud
- Lanterneau bien isolé (polycarbonate alvéolaire, triple couche, ...), ...





source : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

La difficulté du choix de la protection à appliquer consiste à concilier protection contre la surchauffe et apport de lumière naturelle.

L'idée de réduire les surfaces vitrées côtés Ouest et Est pourrait être intéressante si ce n'est qu'elle réduirait aussi l'apport de lumière naturelle. Un compromis doit être étudié et le placement de protections solaires reste à privilégier.

## **b. Au niveau de l'éclairage**

### **1. Garder le maximum d'apport en lumière naturelle mais la protéger des rayonnements solaires (directs et indirects) Voir ci-dessus**

Assurer, dans tous les locaux, un éclairage naturel qui rende l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation.

### **2. Limiter l'éclairage artificiel à une consommation spécifique de 2,5 W/m<sup>2</sup>/100 lux**

Tous les luminaires même les LEDs dégagent de la chaleur à raison de 80 à 90% de l'énergie électrique qu'ils utilisent. Il faut donc réduire au maximum leur consommation spécifique et bien choisir les luminaires utilisés (<https://energieplus-lesite.be/category/concevoir/eclairage3/choisir-les-luminaires>).

Pour ce faire, il faut demander une étude à des auditeurs experts en éclairage.

### **3. Gérer le fonctionnement de l'éclairage**

La gestion pointue du fonctionnement de l'éclairage d'un local est intéressante car elle va réduire son utilisation aux stricts besoins des utilisateurs :

- bonne gestion de l'utilisation de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairage naturel du local,
- bonne régulation de l'éclairage en fonction de l'occupation réelle des locaux ou lors d'éclairage inutile (sur le comptoir d'accueil, dans la cafétéria, spots décoratifs, ...).

Toute la description de cette gestion pourra être lue au \$5 Eclairage.

## **c. Au niveau de la circulation de l'eau sanitaire**

### **1. Éviter les boucles d'eau chaude sanitaire**

Des tuyauteries d'eau chaude sanitaire pour les douches ou la piscine et Wellness peuvent passer dans le sol ou dans les faux-plafonds si la distribution n'a pas été étudiée correctement. Durant l'été, ces boucles réchauffent inutilement les locaux dans ou à côté desquels elles passent.

- Etudier cette circulation à la conception,
- Calorifuger les tuyauteries au maximum,
- Produire l'eau chaude sanitaire au plus proche ou au plus direct des points de puisage (ce qui réduit d'ailleurs le risque sanitaire également).

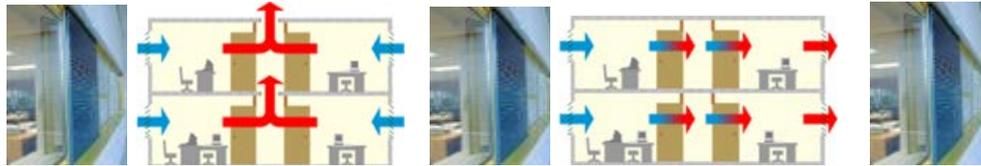
## d. En utilisant la fraîcheur disponible dans l'environnement :

### 1. Ventiler naturellement avec de l'air extérieur frais (free cooling naturel)



Il s'agit de ventiler passivement le bâtiment en y introduisant de l'air frais afin de refroidir la masse du bâtiment. La ventilation se fait naturellement par ouvertures de baies dans les façades et la toiture éventuellement.

L'air rentre par les fenêtres ouvertes (protégées par des persiennes fixées). Il est extrait par effet cheminée via un atrium ou par différence de pression sur les façades en ventilation transversale :



Pour autant que la température de l'air extérieur soit plus faible que celle de l'air ambiant, cette ventilation naturelle est possible

- Soit durant la journée :  $(T_{int} - T_{ext}) > 0$  mais  $T_{ext}$  pas trop froide. Il s'agit d'une solution intéressante en mi-saison mais moins en été.
- Soit durant la nuit :  $(T_{int} - T_{ext}) > 0$ . Il s'agit d'une solution intéressante toute l'année même en été où les nuits sont souvent plus fraîches que les jours.



Lorsqu'il y a canicule, les débits de ventilation doivent être très importants (taux de renouvellement d'au moins 4 volumes/heure) et une ventilation naturelle ne suffit plus.

Si la surface des baies n'est pas suffisante pour obtenir un tel renouvellement naturel, la ventilation servant à la ventilation hygiénique (voir §3 – Ventilation) peut être mise en fonctionnement durant les heures d'inoccupation. Par contre, l'échangeur de chaleur du double flux doit être by-passé pour ne pas réchauffer l'air neuf pulsé dans les locaux et le chauffage doit être mis à l'arrêt.

Cet air introduit gratuitement n'est jamais traité c'est-à-dire chauffé ou climatisé. Il sert lui-même à climatiser. Il se peut, par contre, que la ventilation par free-cooling ait trop refroidi le bâtiment le lendemain matin. Certains bâtiments sont alors munis de systèmes de fermeture automatisés mais cette solution est onéreuse. Il vaut mieux juger de la surchauffe et utiliser le free-cooling le jour où cela est nécessaire.

## e. En améliorant la climatisation si elle est inévitable :

Il se peut que le centre sportif ne puisse pas se passer de climatisation étant donné la charge de surchauffe. Le coût dû au fonctionnement de cette climatisation est alors inévitable mais assez lourd.

Dans tous les cas rencontrés, la climatisation est réalisée via des pompes à chaleur air/air.

### 1. Privilégier le free-cooling naturel avant de mettre en fonction la climatisation s'il y a surchauffe des locaux

Dès que la température extérieure est plus fraîche que la température d'ambiance (surchauffe due aux divers gains), la ventilation naturelle doit pouvoir supplanter la climatisation mécanique. Idéalement, celle-ci ne devrait plus servir que d'appoint et/ou dans les périodes de canicule.

La ventilation évacuera une partie importante de la surchauffe et de l'humidité de l'air avant que doivent intervenir la climatisation.

La ventilation hygiénique vue au § ventilation peut être afin de garder la fraîcheur de l'air neuf lors de sa pulsion dans le local surchauffé. Il s'agit évidemment de programmer une position de fonctionnement supplémentaire et de concevoir la ventilation double flux avec récupération pour pouvoir réaliser le by-pass.

## 2. Veiller à ne pas chauffer et climatiser simultanément

Couper la production de chaleur dès que la température extérieure le permet et les climatiseurs en hiver. Ne pas oublier de couper tous les circulateurs chauffage en été.

Préférer une pompe à chaleur réversible (idéalement couplée à des panneaux photovoltaïques) pour tantôt chauffer tantôt climatiser des locaux qui ne nécessitent qu'un traitement (chauffage ou climatisation) occasionnel.

## 3. Améliorer le fonctionnement d'un climatiseur

- i. **Placer le thermostat d'ambiance à un endroit éloigné des luminaires, zone ensoleillée, zone de soufflage de l'appareil, proche de la bouche de reprise. Il doit être mis dans un endroit correctement représentatif de la température du local.**

Placer une horloge permettant l'extinction de tous les climatiseurs du centre durant les périodes d'inoccupation. Agir sur la température de soufflage durant la nuit ne suffit pas car les ventilateurs tourneraient toujours en utilisant de l'électricité,

Activer la mise en fonctionnement de la climatisation en poussant sur un interrupteur. Elle se mettra en fonctionnement si et seulement si la température d'ambiance du local dépasse une température de 24°C par exemple. Sa mise à l'arrêt complète peut être conditionnée par une détection d'absence dans le local (pour salles de cours ou de fitness ou zone wellness).

Régler correctement la température de consigne : en été, la zone de confort correspond à une température de l'air comprise entre 23°C et 26°C pour les bureaux ou les salles de sport. L'idéal est que la température de consigne soit calquée sur la température extérieure ; un écart de 5°C entre la température extérieure et la consigne est optimal.

Réaliser la maintenance périodique :

- Nettoyer ou remplacer les filtres (Efficacité frigorifique augmentée de 30 à 40%),
- Nettoyer le bac à condensats et veiller à ce que ceux-ci puissent s'évacuer correctement,
- Vérifier les heures et les températures programmées dans la régulation (heures été/hiver),
- Souffler les échangeurs (unités extérieure/intérieure), ...

Sources (documents et photos) :

Critères de choix d'une protection solaire : <https://energieplus-lesite.be/concevoir/fenêtres2/choisir-la-protection-solaire/comparer-les-criteres-de-choix/>

Cellule environnement : les équipements frigorifiques pdf

Tech-energie

# 8. Energies renouvelables ou technologies intéressantes

Certains systèmes produisent uniquement de l'électricité tels que les installations photovoltaïques, d'autres de la chaleur tels que les installations solaires thermiques ou les deux comme la cogénération.

## A. Technologies développées.

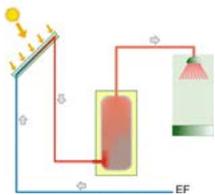
### 1. Solaire thermique

#### a. Principe de fonctionnement :

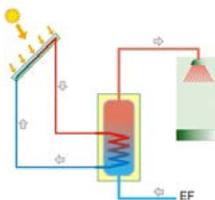
Les capteurs solaires thermiques transforment la lumière du soleil en chaleur. Le panneau utilise des capteurs thermiques qui absorbent les photons de la lumière et les convertit en chaleur utilisable. Cette chaleur est transmise à un fluide caloporteur liquide ou gazeux qui circule à travers le capteur et dans le ballon de stockage.

L'application la plus fréquente (91% des utilisations en Europe) est le chauffe-eau solaire pour produire l'eau chaude sanitaire d'un bâtiment.

A partir de là, deux solutions sont possibles :



- soit l'eau réchauffée est l'eau sanitaire que l'on utilise aux points de puisage,



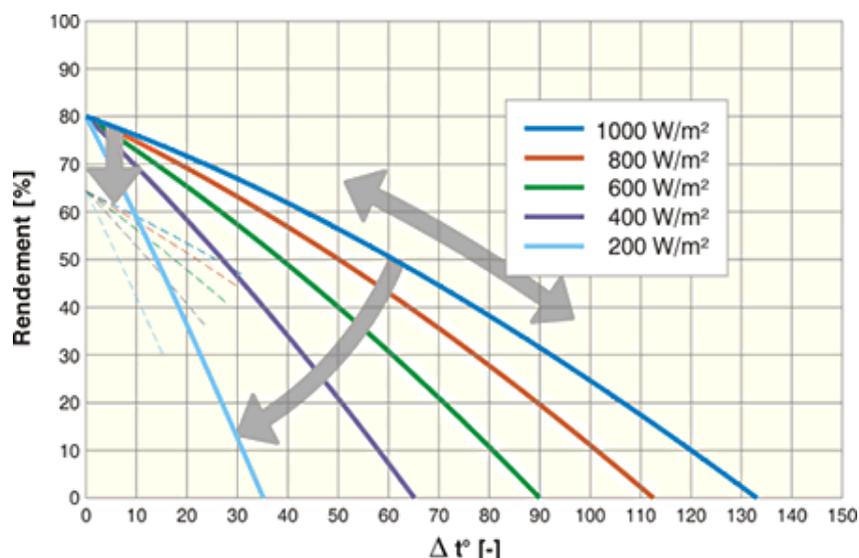
- soit l'eau réchauffée passe dans un serpentin plongé dans un ballon contenant l'eau chaude sanitaire ainsi réchauffée et utilisée aux points de puisage.

#### b. Résultats :

Les rendements de l'installation sont conditionnés par :

- la différence de températures entre la source froide (au niveau des capteurs) et l'eau chaude que l'on souhaite obtenir (robinets, douche, ...). Plus cette différence est faible, meilleur sera le rendement,
- la puissance (de 0 W/m<sup>2</sup> la nuit à 1000 W/m<sup>2</sup> en plein soleil) et l'angle d'incidence du rayonnement solaire (meilleur entre 45 ° et 65 °),

- le rendement et le type des capteurs utilisés (capteurs plans vitrés ou non, tubes sous vides)



- les pertes thermiques du fluide entre les capteurs, le ballon de stockage et les points de puisage. L'isolant des tuyauteries et du ballon de stockage en inox sera généralement un caoutchouc synthétique en mousse capable de résister à des températures de l'ordre de 150 °C. Les températures de fluide dans les tuyauteries peuvent être très élevées et provoquer des dilatations des tuyauteries. Il est donc aussi important de réduire au maximum les longueurs de tuyauteries.

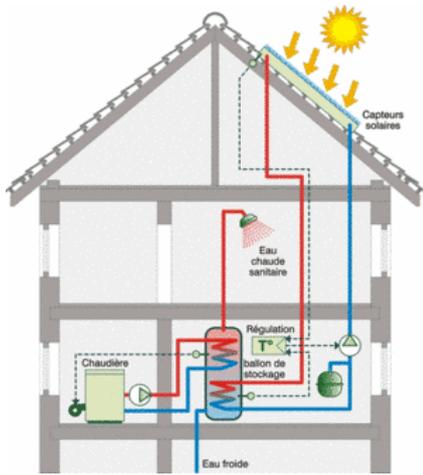
Différentes études ont montré que le rendement moyen d'une installation bien dimensionnée tourne autour de 40 % de l'irradiation en Belgique soit 1000 kWh/m<sup>2</sup>.an, on capte environ 400 kWh/an et par m<sup>2</sup> de panneau soit l'équivalent énergétique de 40 litres de fuel par m<sup>2</sup> et par an.

En Belgique, la surface totale de panneaux solaires thermiques atteignait 751 000 m<sup>2</sup> en 2017. Quatre m<sup>2</sup> de système solaire permet d'économiser 320 kg et 420 kg d'émissions de CO<sub>2</sub> par an soit l'équivalent de +/-2.000 km parcourus en voiture.

Le taux de recyclage approche 90%. La très grande majorité des panneaux solaires thermiques sont principalement composés de verre, d'aluminium, de plastiques et de cuivre soit des matériaux recyclables à 100%. Ils ne comportent pas de « terres rares » (métaux dont l'extraction et le raffinage sont polluants).

### **c. Utilisations :**

Si on désire produire de l'eau chaude avec les panneaux solaires en hiver, la surface de panneaux va devoir être importante (puisque luminosité inférieure à cette période). Mais en été, cette même surface pourra produire énormément d'eau chaude voire trop par rapport aux besoins en eau chaude sanitaire. Lorsque le volume d'eau chaude en attente est rempli, les panneaux arrêtent de produire et deviennent inutiles alors qu'ils pourraient être rentabilisés via la consommation d'autres besoins : le chauffage de l'eau des piscines, par exemple, fonctionnant autant en été qu'en hiver. Dans ce cas, pour profiter au maximum de la gratuité de l'énergie solaire, on dimensionne l'installation pour qu'elle fournisse le plus possible d'eau chaude sanitaire en hiver. En été, elle fournira, en plus, en chauffage l'eau des piscines.



Le volume du ballon de stockage doit être bien dimensionné en fonction des besoins et peut comporter un apport d'appoint de chaleur via un circuit venant d'une chaudière au gaz, mazout ou bois par exemple. Cet appoint servira lors des périodes hivernales à couvrir les besoins non couverts par le solaire thermique.

Remarquons aussi que l'installation solaire thermique peut produire de la chaleur fournie au système de chauffage des bâtiments. Le rendement étant plus faible en hiver lors duquel le besoin en chauffage est le plus grand, cette utilisation du solaire est souvent secondaire par rapport à la production d'eau chaude sanitaire et des piscines.

## 2. Photovoltaïque

### a. Principe de fonctionnement :

Un système photovoltaïque est principalement composé de cellules photovoltaïques, créées à partir de matériaux semi-conducteurs (généralement à base de silicium). Lorsque les photons (composants de la lumière) heurtent ces matériaux photosensibles, ceux-ci libèrent leurs électrons, ce qui induit un courant électrique continu. Un onduleur transforme celui-ci en courant alternatif afin de pouvoir l'injecter sur le réseau électrique.

### b. Résultats :

La production d'électricité d'une installation solaire sera conditionnée par 3 paramètres importants :

- l'irradiation solaire, qui varie fortement selon la situation géographique : un même panneau produira du simple au double selon qu'il est installé en Belgique ou en Espagne.
- L'orientation et l'inclinaison du panneau : en Belgique, un panneau sera plus performant s'il est orienté au Sud et incliné entre 30 et 40° par rapport à l'horizontal - mais d'autres configurations restent intéressantes !
- Le rendement des cellules, variable selon les technologies. Mais les systèmes sont de plus en plus efficaces et offrent tous des performances supérieures à 20% (ce taux exprime la portion de l'énergie du rayonnement transformé en énergie électrique).

En Belgique, un système actuel de 3 kWc, exposé plein Sud à 35° d'inclinaison et sans ombres, produit environ 3.500 kWh/an, soit la consommation électrique annuelle moyenne d'un ménage. Il permet d'économiser 1.200 kg de CO<sub>2</sub> par an, soit l'équivalent de 6.525 km parcourus en voiture !

En 2020, le parc photovoltaïque belge représente une puissance cumulée de 6.036.000 kWh soit la puissance de 6 réacteurs nucléaires ou 30% de l'équivalent de la consommation des logements belges. Cette puissance est principalement installée en Flandre (75%) suivie de la Wallonie (22%) et la Région bruxelloise (3%).

Un système photovoltaïque fonctionne au moins 25 ans mais beaucoup sont encore performants au-delà de 30 ans. En Belgique, selon la Région, le temps de retour sur investissement varie généralement entre 7 et 12 ans. Au-delà de cette période, votre installation produit une électricité gratuite que vous avez intérêt à autoconsommer.

Néanmoins, dans quelques années les premiers panneaux installés devront être recyclés. La filière belge de recyclage annonce un taux de revalorisation de 93,5% actuellement.

L'ADEME, dans un de ses rapports, explique que les panneaux actuellement commercialisés ne contiennent pas de terres rares (dont l'extraction et le raffinage sont très polluants).

### c. Utilisations :

La production électrique issue de l'installation photovoltaïque peut être utilisée pour :

- La consommation du matériel sportif, de l'éclairage, de la ventilation, ...
- L'utilisation d'une pompe à chaleur servant à alimenter le chauffage des locaux ou de l'eau chaude sanitaire,
- L'utilisation d'un boiler électrique servant à la production d'eau chaude sanitaire ou de piscine. L'APERE a testé un système de contrôle de puissance permettant de valoriser l'excès de production photovoltaïque de manière intelligente, autonome et locale.

Un régulateur mesure en permanence l'excès de production par rapport à la consommation instantanée de l'entreprise. L'excès de production est envoyé dans une résistance chauffant de l'eau dans un boiler. Le régulateur adapte en permanence la puissance de la résistance à l'excès électrique.

Lorsque les panneaux ne peuvent pas fournir en suffisance la résistance, l'électricité est ponctionnée sur le réseau en fonction des besoins en eau chaude.

Ce système simple doit être bien étudié en vue d'un bon dimensionnement.

Il est peu coûteux, offre une flexibilité intéressante entre besoins électriques et de chaleur, peu onéreux à l'achat et simple d'utilisation. Certains modèles permettent une gestion de plusieurs résistances en série.

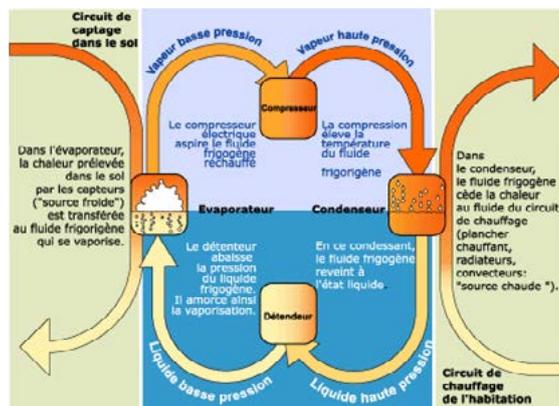
Elle a l'avantage de faire profiter de toute la production d'électricité par les panneaux sans devoir en rejeter sur le réseau (ce qui n'est pas rentable). Pour plus d'information : voir source PVheater.

Si le boiler ne permet pas de produire suffisamment d'eau chaude un appoint est encore possible via une chaudière fossile non gratuite à l'utilisation.

## 3. Pompes à chaleur

### a. Principe de fonctionnement :

Le principe de son fonctionnement est de transférer de l'énergie d'un milieu à un autre. Pour ce faire, la PAC se base sur les propriétés de changement de pression d'un liquide bien spécifique dit frigorigène.



La PAC puise de l'énergie gratuite dans le milieu environnant extérieur :

- l'air (la chaleur puisée est d'autant plus grande que la t° de l'air extérieur est importante. La PAC a donc un rendement variable en fonction de la t° extérieure)

- l'eau (dans les nappes, rivières souterraines ou de surfaces)
- le sol (géothermie de surface ou profonde – la plus rentable mais la plus chère à l'installation) pour la restituer sous forme de chaleur afin de chauffer
- les bâtiments : soit en réchauffant l'air des locaux directement, soit en réchauffant l'eau circulant des les radiateurs. Les besoins en chaleur sont importants quand la PAC est la moins rentable si PAC Air/Eau.
- l'eau chaude sanitaire : Les besoins moyens sont constants dans l'année.
- l'eau de piscine.

## **b. Résultats :**

Le COP (coefficient de performance) d'une pompe à chaleur est son efficacité soit le rapport entre la quantité d'énergie qu'elle délivre et la quantité d'électricité utilisée pour la faire fonctionner. Elle est considérée comme efficace si la valeur moyenne de son COP est de 3 c'est-à-dire que, pour 1 kWh d'électricité consommée, la PAC doit fournir 3 kWh de chaleur. Produire l'électricité grâce à des panneaux photovoltaïques est remarquable d'efficacité pour l'utilisation d'une PAC puisque cette énergie est gratuite et renouvelable à souhait.

Les conditions de rentabilité optimale sont :

- Pour chauffer les bâtiments avec une PAC air/eau de chauffage :
- un fonctionnement du chauffage à basse température c'est-à-dire une température de départ de l'eau de chauffage de la PAC assez basse (entre 35 et 40°C).
- pour remplir la première condition, le surdimensionnement des radiateurs ou aérothermes (anciens appareils souvent surdimensionnés) ou chauffage par rayonnement de sol,
- une isolation et une étanchéité de qualité pour l'enveloppe du bâtiment.

Certaines PAC peuvent fournir des températures d'eau plus élevées (55°C à 65°C) et sont généralement équipées d'une résistance électrique qui fonctionne dès lors qu'un appoint en chauffage doit être fourni. Cette consommation électrique coûte si l'électricité vient du réseau (pas de panneaux ou de nuit sans stockage).

La PAC peut aussi être utilisée avec une chaudière à condensation en appoint. Lorsque la température extérieure est trop basse et que le COP est trop faible, la régulation permet de basculer sur une chaudière à condensation, par exemple.

Si l'électricité est renouvelable en journée, tout chauffage des bâtiments par la PAC est gratuit ...

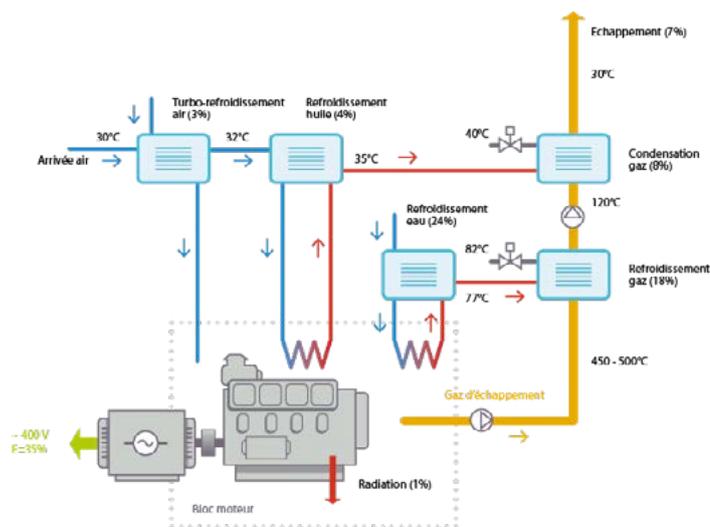
Notons que la PAC peut aussi être air/air c'est-à-dire qu'elle réchauffe et souffle de l'air chaud dans les locaux tels que les salles de fitness, cours collectifs, bureaux, .... Elle peut aussi facilement climatiser celles-ci en été mais cette opération est très coûteuse en électricité. Sa régulation doit imposer un rafraîchissement modéré (25°C intérieur pour 30°C dehors) et privilégier d'autre mode de rafraîchissement moins onéreux avant d'employer les « grands moyens ».

- Pour chauffer l'eau : La PAC aura du mal à fournir de l'eau chaude à 60°C en quantité variable en fonction des besoins. Tout au plus, elle chauffera à 45°C avec comme appoint une résistance électrique.

Si ce choix est fait, l'installation photovoltaïque s'impose. La production d'eau chaude sera faite en journée et le ballon de stockage sera suffisamment volumineux pour que cette auto-production suffise.

## 4. Cogénération

### a. Principe de fonctionnement :



La cogénération est une technique de production combinée d'énergie électrique et de chaleur. Elle est réalisée à partir d'un moteur, généralement alimenté au gaz naturel. Celui-ci entraîne une génératrice qui transforme l'énergie mécanique en électricité. La chaleur contenue dans les gaz d'échappement, dans l'eau de refroidissement et dans l'huile de lubrification peut être récupérée par des échangeurs pour produire de la chaleur (eau chaude sanitaire ou chauffage).

Cette installation n'est rentable que si elle fonctionne tout le temps ou presque. Il faut donc que les besoins en chauffage (à

partir desquels la cogénération est dimensionnée) soient permanents. Les centres sportifs exploitant une piscine seront particulièrement intéressés par ce système. De plus, le législateur a prévu un incitatif financier, calculé sur l'économie en  $\text{CO}_2$  émis par la cogénération.

Il existe des cogénérations de petite taille.

### b. Résultats :

Le rendement de ce système combiné est souvent supérieur aux rendements obtenus avec une production séparée équivalente d'électricité et de chaleur. On parle souvent d'un gain de 15 à 20% d'énergie primaire. 1 kWh de gaz coûte, pour l'instant, encore moins cher que 1 kWh électrique. Le gain est aussi financier.

La réduction des émissions de  $\text{CO}_2$  est récompensée par l'obtention de certificats verts.

La rentabilité d'une pareille installation dépend de l'analyse et de l'étude préliminaires. Le dimensionnement doit être parfait.

D'autre part, il faut être conscient que cette installation reste dépendante du prix du gaz et que, de plus, celui-ci reste une énergie fossile.

Sources (documents et photos) :

<https://www.renouvelle.be/fr/le-recyclage-photovoltaique-se-cherche-un-modele-economique/>

<https://energie.wallonie.be/fr/le-solairephotovoltaique.html?IDC=6185&IDD=97809>

<https://energieplus-lesite.be/theories/eau-chaude-sanitaire12/rendement-d-une-installation-solaire-thermique/#Rendement dune installation>

<https://energieplus-lesite.be/techniques/eau-chaude-sanitaire11/differents-preparateurs/capteur-solaire-a-eau-chaude-d1/#Les differents types dinstallation>

<https://energieplus-lesite.be/theories/cogeneration10/interet-de-la-cogeneration/#Une economie denergie significative>

<https://www.renouvelle.be/fr/nous-avons-teste-le-pvheater-un-stockage-de-lelectricite-photovoltaique-excedentaire/>

# 9. Restaurant – cafétaria

Pour offrir un service complet à ses clients, les salles de sport sont presque toutes équipées d'un restaurant, bar ou un clubhouse. Cela nécessite un certain nombre d'équipements énergétiques dont l'achat, l'entretien et l'utilisation doivent être optimisés pour en limiter la consommation. Un certain nombre de bonnes pratiques sont détaillées ci-dessous concernant les équipements de cuisine et les groupes de froid.

## A. Etat de la situation énergétique.

### 1. Pistes d'amélioration

#### c. Au niveau des appareils utilisés

##### 1. Utiliser du matériel bien dimensionné et adapté à l'activité :

- i. Acheter un matériel adapté à vos besoins et effectuer des comparaisons sur leur consommation d'énergie grâce à leur étiquette énergétique (pour la cuisson, l'induction est la technologie électrique qui consomme le moins),
  - ii. Installer, si possible, les réfrigérateurs et congélateurs de stockage dans un petit local contigu à la cuisine afin qu'ils ne soient pas dans un local surchauffé, et surtout pas à côté de sources de chaleur.
  - iii. Faire appel à des professionnels pour bien dimensionner les chambres froides. Elles doivent être isolées au maximum.
    - Minimum  $0.26\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  en stockage réfrigéré
    - Minimum  $0.16\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  en stockage surgelé
- Lorsque le condenseur est placé dans un local intérieur, celui-ci doit être ventilé. Son emplacement idéal se situe toutefois à l'extérieur orienté au nord si possible, à l'abri tant des intempéries et du soleil. Aucun obstacle ne peut (sans gêner la ventilation) que du soleil.
- iv. Suivant la capacité de l'installation, la norme NBN 378-4-2000 oblige à en faire effectuer un entretien par un professionnel qualifié, au minimum une fois par an. Celui-ci permet des économies d'énergie.
  - v. La régulation est le cerveau de votre installation. Au niveau économique, il est indéniable qu'un équipement moderne programmable est beaucoup plus rentable.
  - vi. Installer des distributeurs de boissons fraîches doit être un acte mûrement réfléchi car
    - leur consommation électrique est très importante et permanente (24h/24),
    - leur grand dégagement de chaleur réchauffe fortement le local dans lequel ils se trouvent en incitant peut-être à y installer une climatisation.

##### 2. Utilisation rationnelle du matériel pour réduire vos consommations :

- i. Placer des couvercles sur les casseroles afin d'éviter les déperditions d'énergie via la vapeur d'eau, ce qui engendre une économie de 10 à 15 % de l'énergie utile pour la cuisson à l'eau des aliments,

- ii. **Gérer la cuisson au bon moment, à la bonne température et sur la bonne durée.**
- iii. **Réaliser les cuissons successives dans l'ordre de la température de cuisson la plus « chaude » vers la plus « froide ».**
- iv. **Préchauffer les appareils de cuisson seulement pendant quelques minutes avant la cuisson. Il est inutile de les démarrer plusieurs heures avant leur utilisation et encore moins de les démarrer tous en même temps.**
- v. **Eteindre les équipements non utilisés surtout après les périodes de coup de feu,**
- vi. **Ne pas ouvrir les fours en pleine cuisson car chaque ouverture dégage 20% de sa chaleur dans le local,**
- vii. **Entretien des chambres froides :**

- Dégivrer et nettoyer régulièrement les chambres. Chaque centimètre de givre provoque une surconsommation électrique de 25%.
- Vérifier et remplacer les joints de portes laissant entrer de la chaleur dans les chambres. Des surconsommations de 15% (T° des chambres froides à 4°C soit réfrigération) ou 25% (T° des chambres inférieure à 0°C soit congélation) sont fréquentes.
- Penser à décongeler les aliments dans le réfrigérateur quelques heures avant sa cuisson en les plaçant dans la partie la moins froide.
- Eviter les ouvertures prolongées et intempestives des portes.

Pour aller plus loin :

Energie+ : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be) > Les techniques > Froid alimentaire

Les armoires et chambres froides : <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11664>

Comment évaluer l'installation de froid alimentaire ? <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15939>

Théorie et pratique de la gestion du froid :

[www.energiepluslesite.be/fileadmin/resources/manuel\\_gestion\\_ure/Chap3\\_Refroidissement.pdf](http://www.energiepluslesite.be/fileadmin/resources/manuel_gestion_ure/Chap3_Refroidissement.pdf)

UCM : les bonnes pratiques cuisines <https://www.youtube.com/watch?v=VuRCiLMN7IE>

UCM : bonnes pratiques en froid : en attente de republication

# 10. Bureautique

Aujourd'hui, la gestion administrative d'une entreprise nécessite l'utilisation régulière de matériel informatique et de communication de qualité. De ce fait, le matériel informatique peut représenter une part non négligeable de la consommation électrique.

## A. Etat de la situation énergétique.

### 1. Pistes d'amélioration

#### a. Au niveau du matériel de bureau

##### 1. Agir sur le fonctionnement des ordinateurs :

###### i. Configurer les ordinateurs en mode veille.

Débrancher les ordinateurs, les écrans de nuit ou tout autre appareil qui consomment de l'énergie en veille. Pour faciliter cette manœuvre, placer un bloc multiprises avec interrupteur.

Privilégier les ordinateurs portables plutôt que les tours.

Favorisez les écrans LCD (à cristaux liquides) ou amoled pour une consommation électrique moins élevée.

Débrancher systématiquement les chargeurs inutilisés, ils dégagent de la chaleur et donc de l'énergie même s'ils ne sont pas reliés à l'appareil correspondant.

##### 2. Agir sur le fonctionnement des imprimantes/photocopieuses :

i. Eteindre les imprimantes/photocopieuses la nuit ou installer une minuterie sur l'alimentation (gain énergétique et réduction du dégagement de chaleur -> surchauffe),

ii. Placer l'imprimante dans un local séparé et ventilé,

iii. Imprimer en recto-verso et mettez plusieurs pages sur format A4 si possible. Cette pratique vous fera économiser du papier mais aussi de l'énergie,

iv. Privilégier une imprimante pour plusieurs utilisateurs,

Pour aller plus loin :

Le guide des économies d'énergie pour la bureautique : [http://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/manuel\\_gestion\\_ure/Chap8\\_Bureautique.pdf](http://www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/manuel_gestion_ure/Chap8_Bureautique.pdf)

Pistes de réflexion et exemples d'outils pour sensibiliser le personnel : <https://energieplus-lesite.be/theories/bilan-thermique44/charges-thermiques-internes-pour-les-bureaux/>

# 11. Aides financières

## A. Catégories d'aides.

Les incitants financiers se classent dans 4 catégories :

- pour les audits et les études,
- pour les investissements,
- pour le financement,
- pour l'exploitation.

## B. Explications

### 1. Aides financières pour les audits et études

**a. Chèque-énergie : Pour une information complète et aisée : Visitez la plateforme des « chèques-énergie de la Région Wallonne » : <https://www.chèques-entreprises.be/comment-ca-marche/>**

**i. Concerne quels études et audits ? : audit global / audit partiel / audit simplifié / étude de pré faisabilité, à destination des PME <https://www.chèques-entreprises.be/chèques/>**

Combien ? 75% du montant de l'audit (avec différents plafonds en fonction du type d'audit et étude)

Formulaire sur plateforme web des chèque-énergie : <https://admin.chèques-entreprises.be/webapp/login.php>

### 2. Aides financières pour les investissements

**a. Déduction fiscale du SPF Finances : <https://energie.wallonie.be/fr/deduction-fiscale-pour-investissements.html?IDC=6952>**

**i. Concerne quels investissements ? : pour l'efficacité énergétique / amélioration des rendements / récupération d'énergie / Energie renouvelable**

Combien ? 13,5 % du montant de l'investissement,

Formulaire à télécharger : Cliquez sur « Remplir en ligne le formulaire » (demande un accès personnel à la plateforme CZAM) : <https://energie.wallonie.be/fr/deduction-fiscale-pour-investissements.html?IDC=6952>

**b. Aide AMURE du SPW – DGO4 :** <https://energie.wallonie.be/fr/obtenir-une-subsidation-pour-la-realisation-d-investissements-pme-et-tpe-amure.html?IDC=6374&IDD=144316>

- i. **Concerne investissement pour isolation / ventilation / led/ isolation parois chambres froides dans les PME.**
- ii. **Quelles entreprises ? uniquement entreprises dont le code NACE Restauration (code NACE-BEL 2008 : 56). Si vous ne savez pas sous quels codes NACE vous êtes enregistrés, vous pouvez facilement les trouver sur le site de la Banque Carrefour des Entreprises (BCE) sous la rubrique «Activités TVA Code Nacebel version 2008» :** <https://kbopub.economie.fgov.be/kbopub/zoeknummerform.html>

Combien ? 40 à 50% brut du montant concernant le surplus effectué par rapport à la norme,

Formulaire à télécharger : Allez sur le site <https://energie.wallonie.be/fr/obtenir-une-subsidation-pour-la-realisation-d-investissements-pme-et-tpe-amure.html?IDC=6374&IDD=144316> > cliquez sur « Formulaire en ligne » (demande un accès personnel à la plateforme CZAM)

**c. Aide classique du SPW – DGO6 :** <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection>

- i. **Concerne quels investissement ? pour l'isolation, HVAC**

Voir le site <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection> > aller à « document utile » > « notice explicative » page 15 : description des investissements acceptés.

Combien ? Conditions à atteindre : 3,5% à 18% du montant de l'investissement,

Formulaire à télécharger : Formulaire à télécharger : Vous devez introduire un formulaire de demande d'autorisation de débiter un programme d'investissement via «Mon Espace». Accès via <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection>

**d. Aide UDE – Environnement du SPW – DGO6 :** <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection>

- i. **Concerne quels investissements ? pour installation systèmes d'énergie renouvelable ou de cogénération / (réduction des consommations énergétiques dans le cadre de la production).**

Voir le site: <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection> > aller à « document utile » > « notice explicative » page 17 : description des investissements acceptés.

- ii. **Combien ? 20 à 50% brut du montant**

Formulaire à télécharger : Vous devez introduire un formulaire de demande d'autorisation de débiter un programme d'investissement via «Mon Espace». Accès via <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-en-faveur-de-lutilisation-durable-de-lenergie-et-de-la-protection>

### **3. Aides financières pour le financement de l'investissement**

**a. SOWALFIN : NOVALLIA : <http://www.novallia.be/reussir-ma-transition-energetique/easygreen-cest-quoi>**

### **4. Aides financières pour la production renouvelable**

**a. Certificats verts – SPW – DGO4 : <https://energie.wallonie.be/fr/certificats-verts.html?IDC=9233>**

**i. Concerne : soutien à la production d'énergie verte**

Combien ? 65 euros minimum / CV

Procédure de réservation des certificats verts : Voir même site <https://energie.wallonie.be/fr/formulaires.html?IDC=9235>

# 12. Un réseau de facilitateurs URE à votre service

Le réseau des Facilitateurs URE sont des opérateurs choisis par la Wallonie. Ils ont pour mission de conseiller et d'informer toute organisation dans le domaine énergétique.

Vous retrouvez les facilitateurs PME et industrie sur les sites :

<https://energie.wallonie.be/fr/facilitateurs-energie-independants.html?IDC=9554>

<https://energie.wallonie.be/fr/facilitateurs-energie-industrie.html?IDC=9488>

Le réseau est composé d'un point d'entrée unique d'une part pour les aspects qui ont trait aux enveloppes et systèmes HVAC des bâtiments non résidentiels et d'autre part pour les aspects qui ont trait aux processus industriels.

Les Facilitateurs URE ne sont pas des agents commerciaux ! Ils n'ont pas d'à priori sur les technologies concurrentes. Mais ils peuvent utilement, à la demande, faire profiter tout candidat du «know-how» issu des différentes réalisations en Wallonie et à l'étranger. En aucun cas, ils ne se substitueront à un auditeur, à un bureau d'études ou à un installateur dans leur travail de conception.

Si vous recherchez :

**i. Des informations sur une technologie,**

Des auditeurs ou des bureaux d'études,

Une méthodologie appropriée à votre problème,

Une aide financière des pouvoirs publics,

N'hésitez pas à les contacter ! Leurs conseils sont gratuits !

**Réseau des facilitateurs URE indépendants et industrie**

**0800/97.333**

[energie@faciliteur.info](mailto:energie@faciliteur.info)

# 13. Auditeurs agréés AMURE

Les auditeurs AMURE réalisent des audits détaillés et précis. Leur audit suit une méthodologie dictée par la Région Wallonne. Vous trouverez des informations sur les audits sur le site <https://energie.wallonie.be/fr/trouver-un-auditeur-agree-amure-cheques-energie.html?IDD=143643&IDC=6126>

# 14. Bibliographie

- Les vidéos du service énergie UCM : <https://www.youtube.com/user/UCMBelgique/videos>
- Le site énergie du Service Public de Wallonie <http://energie.wallonie.be>
- Le site énergie de l'UCL [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)
- Le site de l'ADEME [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- Le site de l'Association Française pour l'Eclairage [www.afe-eclairage.fr](http://www.afe-eclairage.fr)
- Guide de conception énergétique des halls de sports. Matriciel
- <https://www.hoval.fr/blog/com/ventilation-salle-de-sport-etude-de-cas-gymnase>
- <https://www.abc-geothermie.com/>

