

# Préparer la saison de chauffage

---

- Connaître les indicateurs de confort
- Le point sur les températures de chauffage
- Gestion de l'intermittence du chauffage
- Proposition de méthodologie

29 septembre 2022

Une réunion du :



VOTRE PARTENAIRE PUBLIC EN ÉCONOMIES D'ÉNERGIE



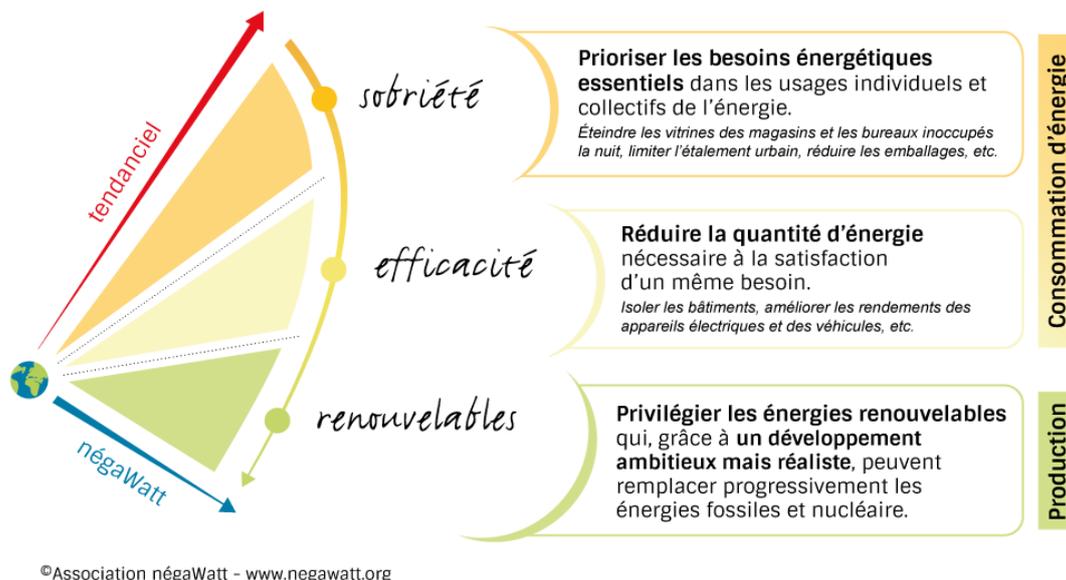
# Table des matières

---

<b>1</b>	<b>La sobriété, un phénix qui renaît de ses cendres !</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Connaître les indicateurs du confort pour mieux l'évaluer</b> .....	<b>3</b>
	Les paramètres à prendre en compte .....	3
	La température ressentie ou température opérative .....	4
	Evaluation du confort dans un bâtiment .....	5
<b>3</b>	<b>Le point sur les températures de chauffage</b> .....	<b>6</b>
	Températures réglementaires .....	6
	Le code de l'énergie .....	6
	Le code du travail (Article R. 4223-13) .....	7
	Températures recommandées .....	7
	Et concrètement, quelle température atteignable ? .....	9
	La norme ISO 7730 : un cadre de référence pour définir ses objectifs .....	9
	Nécessité d'une approche adaptée aux caractéristiques du bâtiment .....	10
<b>4</b>	<b>Gestion de l'intermittence du chauffage</b> .....	<b>10</b>
	Identifier les gisements d'économies d'énergie par intermittence.....	10
	S'assurer qu'on a une régulation !.....	11
	Cas du chauffage électrique .....	11
	Cas du chauffage hydraulique ou par ventilation (CTA).....	11
	Types de programmeurs d'intermittence .....	12
	Cas du chauffage électrique : .....	12
	Cas du chauffage hydraulique : Courbe de chauffe ou « loi d'eau ».....	12
	Abaissement de la courbe de chauffe .....	13
	Coupure totale à heure fixe .....	13
	Coupure totale avec optimisateur.....	13
	Economies réalisables.....	14
	Pistes d'action essentielles .....	15
<b>5</b>	<b>Quelle méthodologie en pratique ?</b> .....	<b>15</b>
	Postulats de base .....	15
	Méthodologie générale pour l'abaissement des consignes de température .....	16
<b>6</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>18</b>

# 1 La sobriété, un phénix qui renaît de ses cendres !

L'énergie la moins chère et la moins polluante et celle que l'on ne consomme pas. Ce leitmotiv bien connu s'incarne parfaitement dans la notion de **sobriété énergétique**, premier pilier du triptyque Négawatt, et s'impose aujourd'hui au cœur des enjeux climatiques et économiques.



La sobriété est en effet un levier majeur car elle mobilise peu de moyens financiers et permet d'obtenir des résultats significatifs en terme d'économie d'énergie. L'abaissement d'1°C de la consigne chauffage d'un bâtiment permet ainsi de réduire de 10% en moyenne ses consommations.

Pour autant, les actions de sobriété énergétique sont exigeantes car elles touchent au confort individuel, aux habitudes, et nécessitent l'adhésion de tous les acteurs pour fonctionner : élus, gestionnaire, usagers, services techniques, exploitants. Les moyens humains à mobiliser sont donc conséquents.

Ce document ressource a pour but d'aider les collectivités à se mobiliser en ce sens, en proposant un cadre méthodologie pour bien préparer sa saison de chauffage.

## 2 Connaître les indicateurs du confort pour mieux l'évaluer

### Les paramètres à prendre en compte

D'un point de vue purement physique, la sensation de confort dépend avant tout **des échanges de chaleur entre l'individu et l'environnement** dans lequel il évolue. Les pertes de chaleur du corps humain par convection et par rayonnement **représentent en effet 70%, ce qui permet de déterminer 3 paramètres essentiels du confort** :

- **La température d'air** : plus il fait froid, plus les échanges par convection s'accroissent !

- **La vitesse de l'air** qui accentue les pertes par convection et donc la sensation de « froid ». Elle ne doit pas dépasser 0.2 m/s dans un bâtiment en hiver pour ne pas impacter le ressenti de l'individu.
- **La température moyenne des parois** qui joue sur les pertes par rayonnement du corps humain.

**D'autres paramètres influencent également notre ressenti :**

- **L'humidité relative de l'air (HR)** qui doit être comprise entre 30 et 70%. Ce paramètre est généralement respecté dans les bâtiments chauffés en hiver mais attention à ne pas monter trop haut pour limiter le risque bactériologique (risque dans les pièces à forte occupation type salle de classe et faiblement ventilé).
- **Le métabolisme** (production de chaleur interne au corps humain) qui est propre à chaque individu et dépend de nombreux facteurs physiologique et du niveau d'activité (assis au repos, en mouvement, etc.).
- **L'habillement**, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.

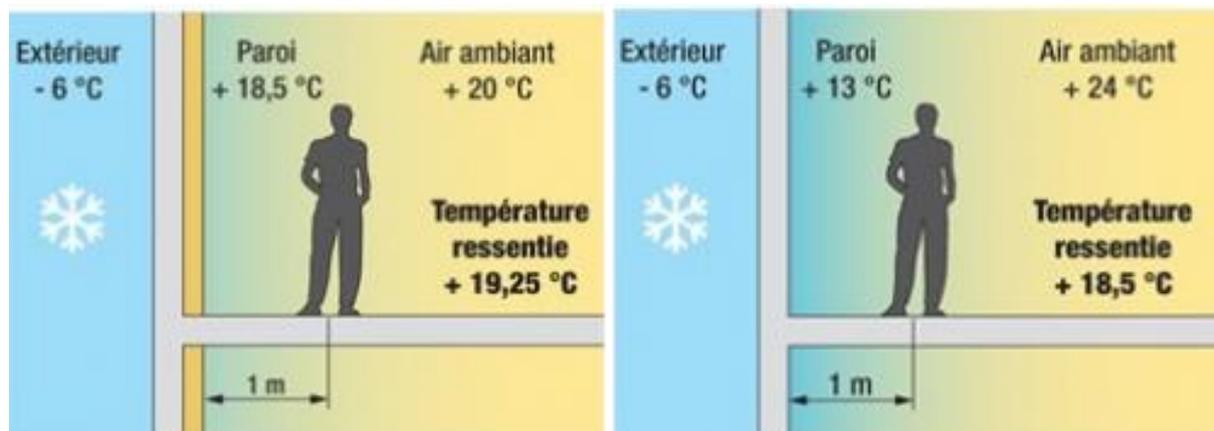
Les échanges thermiques entre l'individu et son environnement



## La température ressentie ou température opérative

La sensation de confort résulte donc en pratique de la température ressentie par l'individu. On parle de température « opérative » pour tenir compte de l'influence de l'ambiance, et en particulier de la température des parois et de la vitesse de l'air dont l'impact est déterminant.

De manière simplifiée, la température opérative correspond à la moyenne de la température de l'air et de la température radiative des parois. Ainsi, pour une température d'air donnée, plus les parois sont froides, plus la température ressentie sera faible et la sensation d'inconfort marquée.



Une vitesse d'air « élevée », liée à des infiltrations d'air parasites par exemple, sera un facteur aggravant (parois vitrées ou portes peu étanches).

## Evaluation du confort dans un bâtiment

En pratique, on peut considérer que les conditions du confort sont atteintes et respectées dans les circonstances suivantes :

- La personne ne perçoit pas de courant d'air gênant : la vitesse de soufflage / aspiration de la VMC est bien paramétrée et l'étanchéité à l'air des parois correcte (infiltration d'air parasite limitées).
- La personne ne perçoit pas de « sensation de froid » venant des parois : les murs/sols/plafonds sont isolés et/ou revêtus de matériaux faiblement émissif ou ayant des propriétés isolantes (tapis, moquette, plaque isolante ou enduit spécifique, papier peint isolant, etc.).
- Les écarts de température dans la pièce entre le sol et une hauteur de 1,5 m sont faibles : les d'émetteurs de chaleur sont adaptés à la typologie des locaux dans lesquels ils sont implantés et minimisant le gradient de température vertical (plancher chauffant, ventilo convecteur, ...).

### Le tapis sous les pieds : un facteur pouvant améliorer le confort !

Un revêtement de sol en béton ou en dalles ne sera chaud aux pieds que **si la température est au moins de 24°C**. C'est pourquoi ces types de planchers font souvent l'objet de plaintes auxquelles on peut remédier efficacement par la pose d'un tapis ou le port de chaussette/chaussure chaude. De la même manière, l'effet de « paroi froide » des vitrages peut être réduit par l'utilisation de rideau.

**On voit donc bien que les températures de l'air maximum à respecter selon le code de l'énergie ne correspondent pas forcément à la température *opérative* ressentie, fonction des caractéristiques du bâtiment :**

- Pour une pièce mal isolée, avec du simple vitrage, la température radiative des parois sera faible, nécessitant une température de l'air élevée ( $T_a$ ) pour compenser,
- Pour une pièce bien isolée avec du bon double vitrage ou du triple vitrage, la température radiative des murs et fenêtres sera plus élevée, ne nécessitant pas une température de l'air élevée.

**Le code de l'énergie n'intègre pas la notion de confort thermique**, il est rédigé en prenant en compte uniquement les températures de l'air mesurées à 1,5m, et non les températures opératives. Pour une température de l'air de 19°C, on aura plus froid dans un bâtiment aux parois froides (simple vitrage, murs extérieurs peu ou non isolés) que dans un bâtiment aux parois « chaudes » (bon double vitrage, murs isolés par l'extérieur).

En revanche, le code du travail parle de « température convenable », qui se rapproche plus de la notion de confort thermique, mais sans la définir.

# 3 Le point sur les températures de chauffage

## Températures réglementaires

### Le code de l'énergie

Le code fixe des limites supérieures de température moyenne par bâtiment. Il donne des valeurs de température de l'air à ne pas dépasser qui sont définies dans l'article R241-25 comme « *la moyenne des températures de chauffage mesurées dans chaque pièce ou chaque local, le calcul de la moyenne étant pondéré en fonction du **volume** de chaque pièce ou local* ».

Cette température est mesurée au centre de la pièce ou du local, à 1,50 mètre au-dessus du sol.

Le tableau ci-dessous est une synthèse pour les principaux bâtiments des collectivités

#### *Limites supérieures de température à respecter « en moyenne » sur le bâtiment*

	occupation	Inoccupation entre 24 et 48h	Inoccupation supérieure à 48h
<b>Cas général :</b> Enseignements, bureaux, et tout équipements ne relevant pas des arrêtés du 25-07-1977 *	Réf : code de l'énergie (R241-26 et 27)		
	19°C	16°C	8°C
<b>Cas particulier des équipements sportifs</b> (Piscines, gymnases et salles sportives diverses).	Réf : arrêté du 25 juillet 1977 relatif à la limitation de la température de chauffage de locaux où s'exercent des activités à caractère scientifique, sportif, artisanal, industriel, commercial ou agricole.		
	<b>Gymnase :</b> 14°C à 18°C	<b>Gymnase :</b> 16°C	<b>Gymnase :</b> 8°C
<b>Cas particulier des établissements d'accueil petite enfance et des logements pour personnes âgées</b>	Réf : Arrêté du 25 juillet 1977 relatif à la limitation de la température de chauffage dans les locaux et établissements sanitaires et hospitaliers et dans les logements où sont donnés des soins médicaux ou qui logent ou hébergent des personnes âgées ou des enfants en bas âge.		
	22°C	16°C	8°C

\* les arrêtés du 25 juillet 1977 définissent des températures spécifiques pour certaines catégories d'équipements : sportifs, accueil petites enfances, ... Toutes les autres catégories relèvent du cas général.

#### Références :

- Articles R241-25 à R241-26 de code l'énergie : cas général

[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section\\_lc/LEGITEXT000023983208/LEGISCTA000031748163/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000023983208/LEGISCTA000031748163/)

- Arrêté du 25 juillet 1977 : locaux sportifs, etc

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033600693/>

- Arrêté du 25 juillet 1977 : hébergement des personnes âgées ou des enfants en bas âge, etc.

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000312799/>

## Le code du travail (Article R. 4223-13)

Le code du travail reste très général, ouvrant à des interprétations et à la nécessité de définir des références

Art R. 4223-13 : « Les locaux fermés affectés au travail sont **chauffés pendant la saison froide**. Le chauffage fonctionne de manière à maintenir une **température convenable** et à ne donner lieu à aucune émanation délétère. »

Ref : [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000018532245/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000018532245/)

- ⇒ Il ne s'appuie pas sur les températures de l'air définies dans le code de l'énergie.
- ⇒ Il ne détermine aucune température minimale ou maximale précise.
- ⇒ Il ne précise pas non plus la période calendaire correspondant à la « saison froide »

Pour intégrer la notion de confort thermique, il convient donc de s'appuyer sur les normes et recommandations professionnelles ci-dessous, sur lesquelles s'appuient en général la jurisprudence.

## Températures recommandées

En matière de jurisprudence, les sources suivantes ont pu être utilisées pour définir une température « **convenable** » :

**ANACT (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail) selon une étude de février 1983 :**

- 21 à 23°C pour un travail sédentaire en position assise
- 19°C pour un travail physique léger en position assise :
- 18°C pour un travail physique léger en position debout :
- 17°C pour un travail physique soutenu en position debout :
- 15 à 16°C pour un travail physique intense

**INRS - brochure « Conception des lieux et des situations de travail » - Santé et sécurité : démarche, méthodes et connaissances techniques**

- 21°C pour un travail mental statique
- 18 à 19°C pour un travail manuel, assis ou debout
- 17°C pour un travail manuel pénible, debout
- 15 à 16°C pour un travail très pénible

## DGT / DRT (Direction des relations au Travail)

Type d'activité Physique	Température ambiante °C			Humidité de l'air %			Vitesse de l'air sec
	min	opt	max	min	opt	max	max
travail de bureau	20	21	24	40	50	70	0,1
travail manuel facile en position assis	19	20	24	40	50	70	0,1
travail facile en position debout	17	18	22	40	50	70	0,2
travail pénible	15	17	21	30	50	70	0,4
travail très pénible	14	16	20	30	50	70	0,5

### Norme NF EN ISO 7730 - Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local

Cette norme internationale relative au confort thermique présente des méthodes de prévision de la sensation thermique générale et du degré d'inconfort (insatisfaction thermique) général des personnes exposées à des ambiances thermiques modérées. Elle permet de déterminer analytiquement et d'interpréter le confort thermique. Spécifiquement développée pour les environnements de travail, elle peut cependant être appliquée à d'autres types d'environnement.

Elle détermine des échelles de températures opératives selon la nature des activités et intégré le paramètre de l'habillement. Ce dernier paramètre est pris en compte via l'indice « clo » (unité pour qualifier l'isolement thermique vestimentaire définie dans l'ISO 9920 : Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire)

#### Exemple de tableau de valeur issue de la norme 7730

#### Tableau 5.5: Valeurs recommandées par la norme NF EN ISO 7730 pour des activités sédentaires ou légères.

Il s'agit de valeurs admissibles si la température moyenne de rayonnement\* est égale à la température de l'air, pour un isolement vestimentaire de 1 clo en hiver et 0,5 clo\*\* en été et pour une hygrométrie relative de 50 %.

Activité (W/m <sup>2</sup> )		Température d'air (°C)		Vitesse moyenne de l'air à ne pas dépasser au poste de travail (m/s)	
		Été (saison de refroidissement)	Hiver (saison de chauffage)	Été (saison de refroidissement)	Hiver (saison de chauffage)
Sédentaire	70	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,20	0,15
Légère	93	23,0 ± 2,0	19,0 ± 3,0	0,20	0,15

\* La température moyenne de rayonnement correspond à la température uniforme d'une enceinte noire théorique dans laquelle un occupant échangerait la même quantité de chaleur rayonnante que dans l'enceinte réelle non uniforme (définition de la norme NF EN ISO 13731). La température moyenne de rayonnement se mesure fréquemment au moyen d'un thermomètre à globe noir.

\*\* Le clo est une unité utilisée pour qualifier l'isolement thermique vestimentaire. Un clo correspond à 0,155 °C.m<sup>2</sup>/W (sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, chaussettes, chaussures) et permet de garder un sujet assis dans une situation confortable (T° de l'air = 21°C, vitesse de l'air = 0,1 m/s).

## Exemple d'indice « clo » et de tenues vestimentaires associées

Tenue vestimentaire	clo
Tenue de travail légère (chemise de travail en coton à manches longues, pantalon de travail, chaussettes de laine et chaussures).	0,7
Tenue d'intérieur pour l'hiver (chemise à manches longues, pantalon, pull-over à manches longues, chaussettes épaisses et chaussures).	1,0
Tenue de ville traditionnelle (complet avec pantalon, gilet et veston, chemise, chaussettes de laine et grosses chaussures).	1,5

## Et concrètement, quelle température atteignable ?

### La norme ISO 7730 : un cadre de référence pour définir ses objectifs

La norme ISO 7730 qui est basée sur des modèles prédictifs de satisfaction des occupants en fonction des paramètres de confort choisis, introduit le postulat suivant : Il est impossible de définir une température qui convienne à tous. La question est donc savoir quel niveau de satisfaction, ou d'insatisfaction, l'on souhaite viser !

La norme définit deux indicateurs en ce sens :

L'indice de vote moyen prévisible (PMV - *Predicted Mean Vote*) donne l'avis moyen d'un groupe important de personnes qui exprimeraient un vote de sensation de confort thermique en se référant à l'échelle suivante :

Chaud	Tiède	Légèrement tiède	Neutre	Légèrement frais	Frais	Froid
+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD – *Predicted Percentage Dissatisfied*) donne, en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise, le pourcentage de personnes insatisfaites par rapport à la situation.

La zone de confort thermique acceptable est située entre « la sensation de légère fraîcheur » (indice PMV -1) et « la sensation de légère chaleur » (indice PMV +1). Ainsi selon la norme :

- ⇒ Une température opérative de 22°C correspond à l'optimale du confort avec un indice PMV moyen de « 0 » et un taux de satisfaction théorique de 95%\*.
- ⇒ Une température opérative de 19°C correspond à un indice PMV moyen de -0.7 et un taux de satisfaction de 84%\*. Ce taux reste supérieur à la limite basse de la zone de confort définie par la norme (PMV=-1 pour un taux de satisfaction < 75%).
- ⇒ Une température opérative de 18°C correspond à un indice PMV moyen de -1 et un taux de satisfaction inférieure à 75%\*.

\* Pour une activité légère en position assise (métabolisme à 70 W/m<sup>2</sup>), indice clo=1, vitesse d'air = 0.15m/s.

**Pour obtenir une ambiance thermique confortable, il est recommandé dans l'idéal d'avoir un indice PPD (=insatisfaction) inférieur à 10%**, ce qui correspond à un ressenti plutôt neutre (indice PMV compris entre -0,5 et +0,5).

(source : <https://www.juritravail.com/Actualite/a-quelle-temperature-fait-il-trop-froid-pour-travailler/Id/260374>)

**Note : Le taux d'insatisfaits baisse avec le niveau de communication, de sensibilisation, d'implication des usagers des bâtiments.**

## Nécessité d'une approche adaptée aux caractéristiques du bâtiment

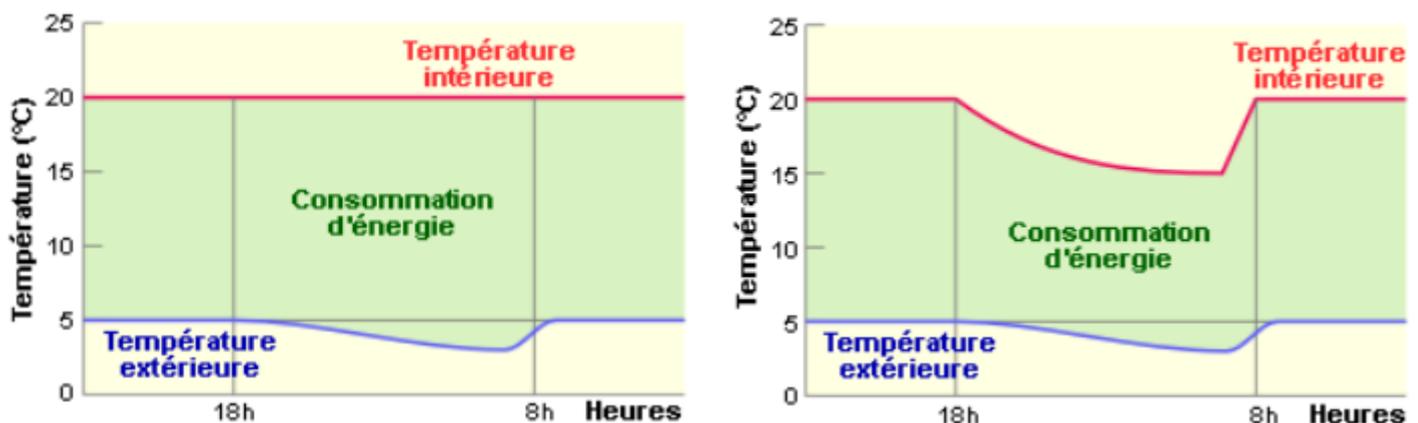
Dans un bâtiment correctement isolé ou la température des parois est très proche de la température d'air, Il est possible de viser une température opérative de 19°C avec une consigne de chauffage à 19 ou 19,5 °C, **donc très proche de la température réglementaire, avec un niveau de confort acceptable selon la norme.**

Dans un bâtiment ou la température radiative des parois est sensiblement plus basse que celle de l'air, une consigne de chauffage à 19 ou 19,5 °C donnera une température ressentie inférieure à 18°C. Le respect des températures réglementaires n'est alors possible qu'au prix d'une insatisfaction élevée car la sensation d'inconfort prédomine chez les occupants.

Comme on le verra dans la partie 4 ci-dessous, il est préférable dans les bâtiments mal isolés de privilégier une **intermittence forte**, source de gains importants, sans pour autant négliger la planification de travaux de rénovation à moyen à terme !

## 4 Gestion de l'intermittence du chauffage

La consommation d'énergie dans un bâtiment est directement liée à la différence entre la température intérieure et la température extérieure (zone verte sur les schémas). Les **économies d'énergies** en période d'inoccupation seront donc d'autant plus grandes que **l'abaissement de la température intérieure sera important**, et que cela se produira sur **la plage horaire la plus large possible**.

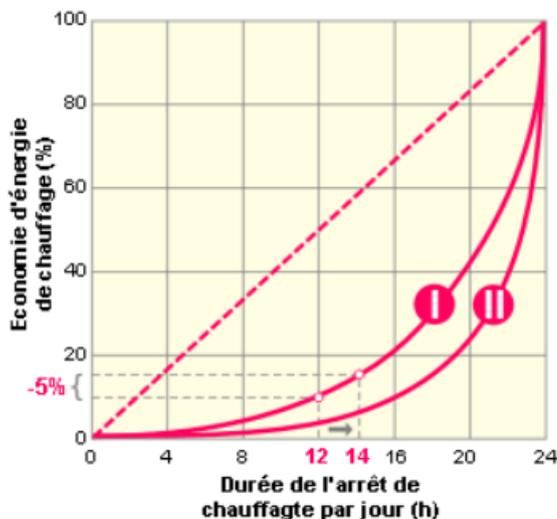


## Identifier les gisements d'économies d'énergie par intermittence

Plusieurs paramètres peuvent influencer les économies d'énergie que peuvent permettre la mise en place d'intermittence, à avoir en tête pour identifier les bâtiments à gros potentiels :

- **L'isolation et l'inertie du bâtiment :** Moins un bâtiment est isolé, plus sa température intérieure chute vite lorsque le chauffage est coupé. Les économies engendrées seront donc élevées. Idem pour l'inertie, un bâtiment avec une faible inertie chutera vite en température. A contrario, si le bâtiment est bien isolé ou avec une grosse inertie, la température descendra peu et les économies réalisées seront plus faibles si l'on coupe le chauffage.
- **La durée de l'intermittence :** Les économies d'énergies réalisées n'évoluent pas linéairement avec la durée de l'arrêt de chauffage, mais **exponentiellement**. Des coupures trop courtes, de l'ordre de quelques heures, sont donc sans intérêt. À l'inverse, optimiser au maximum la durée de la coupure durant l'inoccupation, nocturne par exemple, est très intéressant : **11%**

d'économie d'énergie pour une coupure de 12h, qui passe à **17%** pour seulement 2h de plus.  
Source : *Energie\_plus* | *Staefta Control*.



I. Bâtiments de construction légère  
II. Bâtiments de construction lourde

- Le surdimensionnement des équipements de chauffage : Plus la chaudière sera puissante, plus la relance pourra être faite tardivement, optimisant la durée que l'on vient d'évoquer.
- Le type d'appareils de chauffage : Sur le même principe que l'inertie du bâtiment, si le système de chauffage est très inerte (typiquement des planchers chauffants), les temps de réponses sont très longs et l'intermittence sera peu efficace sur des périodes courtes.

Bonne nouvelle, ce sont les bâtiments mal isolés et à faible inertie qui ont le plus gros potentiel en terme d'économie par intermittence. Si une économie par consigne est limitée sur ces bâtiments (cf **b-Confort et choix des consignes de chauffage**) l'économie par intermittence y est par contre très intéressante ! Il faut maintenant voir comment mettre en place cette intermittence. Différents types de programmeurs existent, avec des efficacités différentes.

## S'assurer qu'on a une régulation !

### Cas du chauffage électrique

Les radiateurs électriques sont en général de 3 types :

- Simples convecteurs non programmables, la pire situation ! Envisager leur remplacement ou la mise en place d'une régulation automatique (si le radiateur le permet).
- Convecteurs équipés d'une régulation intégrée : programmeur horaire/hebdomadaire sur le radiateur. La régulation est possible mais devra se faire sur tous les appareils, et devient vite laborieuse. Par paresse, ces régulations ne sont en général pas touchées. Envisager également d'installer une sonde d'ambiance et de piloter ces radiateurs par un programmeur central.
- Convecteurs pilotés (par fil pilote ou par radio) par une régulation centrale avec sonde d'ambiance. C'est la meilleure situation.

### Cas du chauffage hydraulique ou par ventilation (CTA)

La plupart de ces chauffages possèdent des organes de régulation :

- Parfois directement sur la chaudière
- Via des vannes mélangeuses en chaufferie (parfois réglées manuellement...)
- Via un régulateur central qui pilote la chaudière et les vannes, et les circulateurs...

Le mieux est évidemment d'avoir la 3<sup>e</sup> solution, qui va permettre le plus d'économies. Si la chaufferie n'est pas équipée d'une bonne régulation centrale, ce sera la première action à mettre en place !

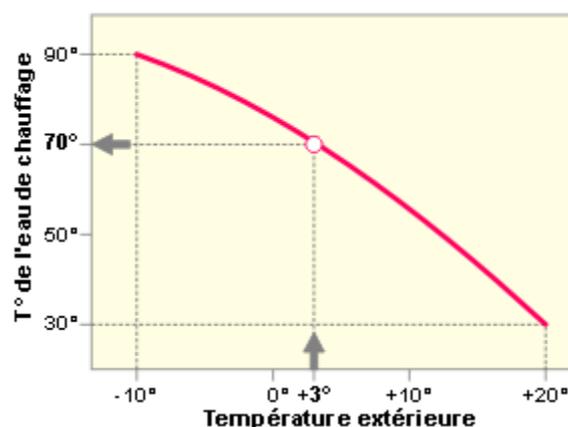
## Types de programmeurs d'intermittence

### Cas du chauffage électrique :

- Simples convecteurs non programmables, avec un bouton on/off et une molette graduée : dans ce cas la régulation sera 100% manuelle :
  - Inciter les usagers à mettre les radiateurs en position hors-gel quand ils partent
  - Inciter les usagers à ne pas dépasser un réglage défini (en général 3 ou 4) pour avoir la température de confort (opérative...) souhaitée.
- Convecteurs équipés d'une régulation intégrée : programmeur horaire/hebdomadaire sur le radiateur.
  - S'assurer que les horaires et les températures de consigne sont bien programmés en fonction de l'usage des locaux.
- Convecteurs pilotés (par fil pilote ou par radio) par une régulation centrale avec sonde d'ambiance.
  - S'assurer que le programmeur central est bien réglé sur les horaires d'occupation, et avec la consigne de température souhaitée.

### Cas du chauffage hydraulique : Courbe de chauffe ou « loi d'eau »

- 95% des bâtiments en chauffage hydraulique sont régulés par une **loi d'eau**.
- La loi d'eau établit une **correspondance entre la température extérieure et la température d'eau** circulant dans les émetteurs de chauffage.
- Elle est définie par une « courbe » qui se paramètre sur un régulateur, **en fonction des caractéristiques thermiques du bâtiment (isolation, ...) et de la température voulue**.



- Cette méthode de régulation est « **empirique** » : elle permet de déterminer une température ambiante théorique, via des algorithmes. Le régulateur est « aveugle » et ne connaît pas la température réelle dans le bâtiment.
- Pour être plus précis, on connecte des sondes d'ambiance aux régulateurs qui vont permettre « d'affiner » la loi d'eau et de tenir compte des apports « gratuits ». **Toutes les installations ne sont pas équipées de sondes, loin de là !**

On distingue 3 types de programmation de l'intermittence, classés ici par potentiel d'économie croissant :

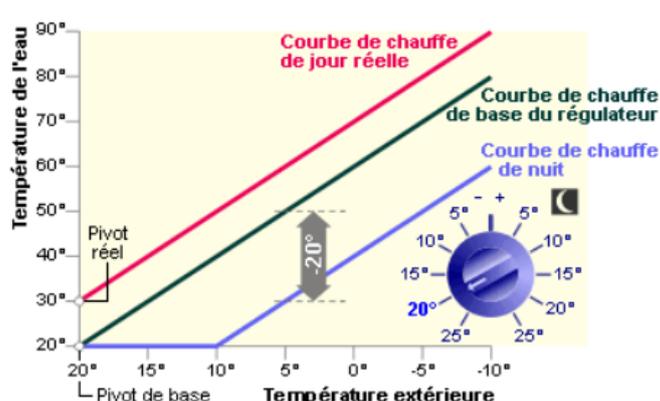
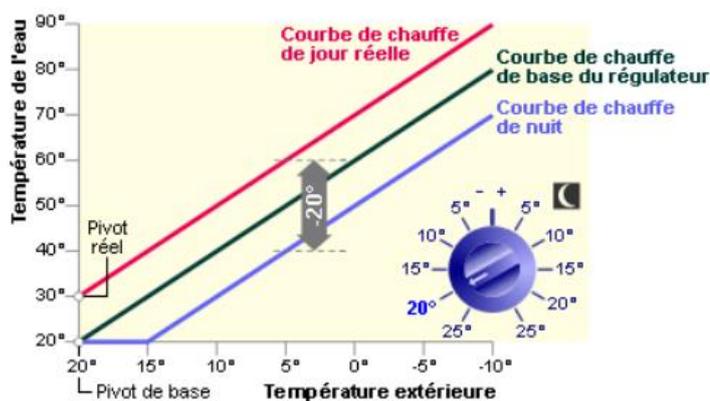
## Abaissement de la courbe de chauffe

Le type de programmation le plus répandu mais le moins efficient. Il est appliqué sur les régulateurs travaillant avec une sonde extérieure, où la température de chauffage est réglée via **une loi d'eau**. Le ralenti consiste alors en un changement de courbe de chauffe programmé (souvent déplacement parallèle de la courbe) pour les périodes d'inoccupations.

Le réglage du déplacement parallèle se fait généralement via un potentiomètre :

- Gradué en température d'eau. Pour des systèmes à régimes d'eau 90/70°C, on considère entre 4 à 5 °C en température d'eau de moins pour 1 °C de moins en température ambiante. **Pour un réduit de nocturne de -3°C, comptez donc -15°C sur la loi d'eau.**
- Gradué directement en température ambiante (indicative car pas de sonde d'ambiance).
- Potentiomètre gradué de 0 à 10, sans indication en température

**Point de vigilance** : Il est possible que l'abaissement de la courbe se fasse par rapport à la courbe de chauffe de base du régulateur et non pas celle définie pour le jour. A vérifier dans le mode d'emploi pour bien obtenir le réduit désiré.



## Coupure totale à heure fixe

Ce type de programmeur assure le fonctionnement normal du chauffage (e.g. régulation par sonde extérieure) lors des périodes d'occupation, puis **l'arrêt complet du chauffage en fin de période d'occupation**, la relance en réduit à l'aide d'une sonde d'ambiance en cas de température trop basse (par ex < 15°C en nocturne), et enfin la relance à pleine puissance pour la période d'occupation. L'horaire de la coupure et de la relance sont donc fixés, et ce peu importe les conditions extérieures.

## Coupure totale avec optimisateur

Les programmeurs avec optimisateur vont eux varier **l'heure de coupure et de relance** en fonction de différents paramètres, que sont la **température extérieure** (plus elle sera élevée, plus la coupure sera tôt car le refroidissement du bâtiment sera plus lent) ainsi que la **température ambiante** qui permet d'estimer la durée de relance nécessaire pour retrouver la température de consigne.

La paramétrisation de ce type d'appareil est délicate, des paramètres propres au bâtiment (inertie, surpuissance du système de chauffage) ont aussi leur influence. Un paramétrage itératif par « calage » est nécessaire.

Pour simplifier cette problématique, des **optimisateurs « auto-adaptatifs »** effectuent automatiquement ce réglage en quelques jours. (Ex : Le premier jour l'horaire de relance est

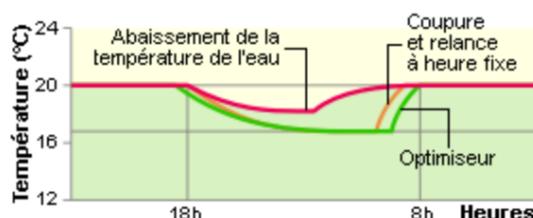
automatiquement choisi sur base de la température extérieure et intérieure, sans prise en compte des paramètres propres au bâtiment. Si la température de consigne est atteinte trop tôt, l'optimisateur se décale automatiquement vers une relance plus tardive, inversement si elle est atteinte trop tard. **Par répétition, un réglage optimal est obtenu au bout de quelques jours.)**

## Economies réalisables

La différence de potentiel d'économie d'énergie des 3 systèmes dépend donc :

- De leurs capacités à réduire rapidement la température intérieure en fin d'occupation,
- Puis d'assurer le retour à température consigne en un minimum de temps.

La programmation par abaissement de loi d'eau présente un potentiel limitée, **la réduction de la température étant lente sans coupure totale du système.** Les programmeurs par coupure totale et relance, si possible avec optimisateur, sont donc à privilégier.



*Comparaison qualitative entre les types de programmeur.*

Comme vu **précédemment**, les performances du bâtiment en terme d'**isolation** et d'**inertie** influence aussi le potentiel d'économie d'énergie.

Voici quelques chiffres indicatifs des économies réalisables en fonction de ces paramètres, pour un bâtiment de 2000 m<sup>2</sup>, chauffés 10h par jour et 5j sur 7, avec 3 niveau d'isolation différent. **Les économies sont déterminées par rapport à un fonctionnement continu :**

	Abaissement loi d'eau	Coupure & relance fixes	Coupure & relance optimisées
Peu isolé	11,5 %	28 %	32 %
Bien isolé	11 %	25 %	29 %
Très isolé	9,5 %	18 %	22 %

(Source : ADEME - Guide pour la pratique de l'Intermittence du chauffage dans le tertiaire à occupation discontinue)

### Références :

<https://energieplus-lesite.be/techniques/chauffage10/chauffage-a-eau-chaude/regulateurs-climatiques-et-reglage-des-courbes-de-chauffe/>

<https://energieplus-lesite.be/techniques/chauffage10/chauffage-a-eau-chaude/types-de-programmeur-d-intermittence/>

<https://energieplus-lesite.be/theories/chauffage11/economie-realisee-grace-a-l-intermittence-du-chauffage/>

## Pistes d'action essentielles

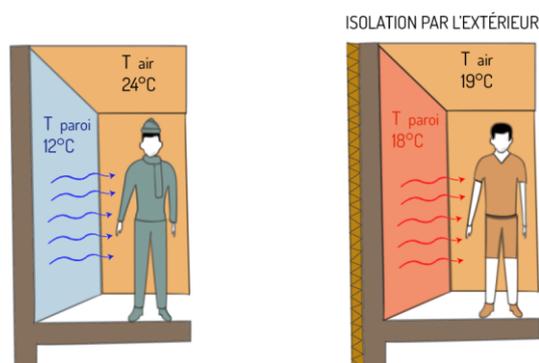
- Démarrage du chauffage en tenant compte de la météo et si possible après la Toussaint  
→ Challenge « Octobriété » !
- Mise en réduit le WE et lors des vacances scolaires à 8 / 12°C max
- Mise en réduit nocturne à -3°C / -4°C.
- Revoir les plannings d'occupation des salles/équipements, tenter d'optimiser leur usage
- Intégration des plannings d'occupation validés avec les gestionnaires :
  - Programmation des horaires sur les régulateurs / thermostats programmables
  - Dans le cas de régulations pilotées par agenda (Outlook), vérifier que les plannings des bâtiments pilotés sont à jour

→ Travailler entre élus / usagers /  
gestionnaires / exploitants / régie municipale

## 5 Quelle méthodologie en pratique ?

### Postulats de base

**Premier postulat** : il faut appréhender la question des températures de consigne et du confort en terme de **température opérative** (ressentie) même s'il n'est pas possible de qualifier simplement l'ambiance thermique d'un bâtiment (selon la norme ISO 7730). On sait par exemple qu'un bureau avec de grandes surfaces vitrées à proximité va poser problème (envisager un déplacement des bureaux ou la mise en place de rideaux).



**Deuxième postulat** : un **habillement** adéquat est nécessaire pour compenser en partie au moins les caractéristiques de l'ambiance.



**Troisième postulat** : l'approche **concertée et anticipée** est gagnante. Si on est informé, le degré de tolérance augmente !



### **Méthodologie :**

Adopter une démarche itérative et pragmatique en partant du niveau de consigne « réglementaire » en début de saison de chauffe et augmenter éventuellement la consigne (pallier de 1°C degré max) si le niveau de plainte excède 25% de l'effectif. Cela peut signifier que la température opérative est trop basse, inférieur à 19°C.

En cas de plaintes : vérifier également elles ne viennent de locaux à « problèmes spécifique » (« bout de réseau de chauffage » renvoyant à des problèmes d'équilibrage du réseau, locaux peu étanches à l'air ou fortement vitrés, ...)

Dans les « passoires thermiques » ou la posture assise est prédominante type bureaux et écoles, mieux vaut accepter d'augmenter dès le départ la température (1 à 2 degrés de plus que la température réglementaire) pour viser une température opérative de 19°C.

## **Méthodologie générale pour l'abaissement des consignes de température**

**Identifier les moyens humains nécessaires**

**Recenser les bâtiments et leurs régulations, prioriser**

**Centraliser les plannings d'occupation et optimiser l'usage des locaux**

**Sensibiliser, informer !**

**Préparer au mieux les bâtiments qui peuvent l'être, et les personnes**

**Retarder au maximum les mises en route du chauffage**

**Mettre en place un suivi des consommations, et des retours des usagers**

**Adopter une démarche itérative et pragmatique**

## Identifier les moyens humains nécessaires

- Agents techniques, chargés de mission, etc qui vont planifier l'ensemble
- Identifier des référents énergie dans les bâtiments, qu'il faudra former/sensibiliser
- Identifier qui pourra faire les réglages en chaufferie, sur les régulateurs, programmeurs horaires, etc (techniciens, exploitants, usagers fléchés ?)

## Recenser les bâtiments et leurs régulations, identifier les bâtiments prioritaires

- Identifier les bâtiments gros consommateurs (avec l'aide de l'ALEC si vous êtes en forfait CEP)
- Faire un bilan des modes de régulation de chaque bâtiment : en chaufferie, sur les radiateurs (vannes thermostatiques, programmeurs...)
- Identifier les bâtiments où la régulation va être facile à mettre en place (chaufferie centrale, maîtrise de la régulation, etc)

## Centraliser les plannings d'occupation et optimiser l'usage des locaux

- Récouter l'ensemble des plannings d'occupation des locaux (plannings quotidiens, hebdomadaires, vacances)
- Considérer la fermeture de certains équipements ?
- Envisager le regroupement de certaines activités (dans le temps, et dans l'espace : centraliser les activités des associations dans un seul lieu à chauffer, fermer certains bâtiments en semaine ou sur certains horaires, programmer les régulations de chauffage en conséquence...)
- Planifier les horaires d'allumage et extinction du chauffage en conséquence, en respectant le code de l'énergie : baisse en cas d'inoccupation

## Sensibiliser, informer !

- Planifier la communication : aux habitants, aux usagers, etc
- Organiser des réunions de **sensibilisation**, brainstormings et ateliers participatifs pour réduire les consommations
- Communiquer, et encore communiquer (bulletin, réseaux sociaux, écoles...)

## Préparer au mieux les bâtiments qui peuvent l'être, et les personnes

- Vérifier la présence de rideaux, joints aux portes et fenêtres, tapis, etc
- Optimiser les apports solaires « gratuits » : dégager les fenêtres au sud, ouvrir les stores, etc.
- Faire vérifier et régler les débits de ventilation pour limiter les courants d'air
- Prévoir l'achat de capteurs CO2 (pour aérer à bon escient), informer sur leur usage (cf plaquette ALEC)
- Prévoir l'achat de gilets, vestes polaires, chaussettes en laine, etc pour le personnel

## Retarder au maximum les mises en route du chauffage

- Chauffage électrique : couper les disjoncteurs, sensibiliser, attention aux chauffages d'appoint...
- Chaudières gaz, fioul, bois : se mettre d'accord avec la régie ou les exploitants pour décaler la mise en route.

- Lancer un challenge « octobriété » : Octobre sobre, sans chauffage ! Couplé à de l'information, communication, sensibilisation

## Mettre en place un suivi des consommations, et des retours des usagers

- Paramétrer des alertes de dépassement de consommation dans vos interfaces client (EDF, Engie, etc), et/ou les interfaces des distributeurs (Enedis, GRDF)
- Suivre mensuellement au moins les consommations de chauffage
- Etre à l'écoute des usagers, compiler leurs retours, faire remonter à l'exploitant ou au technicien pour un ajustement de la température. Centraliser afin de ne pas surcharger l'exploitant ou le technicien avec des demandes contradictoires.
- A partir de début 2023, l'ALEC disposera d'un outil de suivi énergétique, qui pourrait vous permettre de suivre mois par mois l'évolution de vos consommations. Les communes volontaires en forfait CEP pourront y avoir accès.

## Adopter une démarche itérative et pragmatique

- Partir de la température de consigne « réglementaire » (19°C en général), et augmenter progressivement en fonction du niveau d'insatisfaction
- En cas de plaintes, vérifier également la typologie des salles « froides » : En bout de réseau ? Grosses fuites d'air ? Parois froides ? Si ces salles sont « en bout de réseau hydraulique », il peut s'agir d'un problème d'équilibrage. Le coût d'un équilibrage est élevé, mais peut apporter des gains significatifs s'il permet de faire baisser globalement la température moyenne des locaux, les usagers des salles « froides » n'étant plus pénalisés.

# 6 Conclusion

---

Avant tout, il nous semble important de raisonner en « température ressentie » ou « opérative » afin de planifier globalement une baisse des consignes de chauffage dans les différents bâtiments, en tenant compte de l'état d'isolation et de vétusté de ces derniers.

Nous avons vu que la simple application du code de l'énergie (baisser la température de l'air à 19°C en général) n'était pas forcément facile ni pertinente à mettre en œuvre, notamment en raison de ces notions de confort. Il conviendra de raisonner au cas par cas.

Nous avons vu les types de régulation de chauffage principaux, sans aller dans le détail, en montrant que les meilleures économies réalisées se feront par une **coupure du chauffage** (ou tout au moins la mise en hors-gel) pendant les périodes **d'inoccupation**. La baisse des consignes pendant l'occupation interviendra en 2<sup>e</sup> temps.

En termes de méthodologie, il conviendra avant tout de rationaliser l'usage des bâtiments, afin de pouvoir chauffer uniquement le nécessaire. Ensuite, après un recensement des moyens humains et matériels, nous avons montré l'importance d'une concertation et d'une communication efficace afin que chacun se sente partie prenante dans cet effort généralisé de réduction des consommations d'énergie. Enfin, une évidence sera d'adapter au mieux son habillement pour pouvoir vivre confortablement même dans une ambiance plus froide.

L'ALEC de Grenoble reste à vos côtés pour vous accompagner dans cette démarche.