

# GUIDE DES BONNES PRATIQUES

DE MAINTENANCE POUR LES  
PROFESSIONNELS FRIGORISTES





# Entrée en matière

Les années se succèdent avec de nouveaux records de chaleur.

La nécessité de s'équiper en climatisation se fait ressentir de plus en plus, il en va parfois même de la santé des personnes.

Le présent guide est là pour nous rappeler quelques règles de bon sens sur l'utilisation et l'entretien des systèmes de climatisation essentiellement à usage domestique.

En effet, une mauvaise utilisation des équipements de climatisation entraîne une facture d'électricité élevée. Ainsi qu'une incidence négative sur l'environnement sous la forme d'une augmentation des rejets de chaleur.

Alors, pour éviter aux utilisateurs de gaspiller leur argent et de la consommation électrique tout en maintenant un bon niveau de confort, les professionnels sont invités à suivre les différentes règles édictées dans ce guide des bonnes pratiques.

1. Les apports thermiques externes.
2. Les apports thermiques internes.
3. Les solutions passives.
4. Choisir une climatisation adaptée au besoin.
5. Obligations réglementaires.
6. Installation d'un climatiseur split system.
7. Prévenir le circuit de toute pollution.
8. Entretien préventif de l'unité extérieure d'un climatiseur.
9. Entretien préventif de l'unité intérieure d'un climatiseur.
10. Réglage du thermostat.
11. Contrôle de la charge en fluide.
12. Entretien curatif d'un climatiseur.
13. Performances d'un climatiseur en dehors de son point nominal de fonctionnement.
14. Gains énergétiques réalisables.

# LES APPORTS THERMIQUES EXTERNES

## Définition

On appelle « apports externes », les apports de chaleur sensible dus à l'ensoleillement et à la conduction à travers les parois extérieures et les toits.

## D'où proviennent les apports externes ?

Les apports externes proviennent :

- de la transmission thermique par les murs ;
- de l'apport par l'ensoleillement ;
- de l'apport par le renouvellement d'air hygiénique.

La RT AA [réglementation thermique, acoustique et aération] DOM prévoit la diminution des charges thermiques en contrôlant :

- les débits minimaux d'air neuf ;
- les facteurs solaires maximaux pour les parois opaques et les baies.

Et en interdisant les fenêtres horizontales.



Élément contribuant aux apports thermiques externes. © AFF.



Toiture végétalisée. © AFF.

## Comment s'en protéger ?

Il est possible de réduire les apports de chaleur, en adoptant les principes suivants :

- choisir une isolation utilisant un matériau de qualité, suffisamment épais et correctement posé ;
- en recourant à des protections solaires ou à de la végétalisation ;
- en limitant la surface des baies vitrées et en choisissant leur exposition ;
- en limitant, à la valeur normative, le débit d'air extrait de la VMC.

## Répartition des différents postes sur un bilan thermique

Pour permettre aux utilisateurs d'évaluer simplement les économies d'énergie à réaliser, nous avons attribué des points pour chaque bonne pratique.

La valeur d'un point correspond à environ 3 % d'économie d'énergie.

## Isolant et conducteur

On appelle un matériau isolant, un matériau capable d'empêcher la chaleur ou le froid de s'échapper d'une enceinte close. Son contraire est un conducteur thermique.



## L'APPORT THERMIQUE

**2 points**  
Compris entre 2 et 5 %

**4 points**  
Compris entre 5 et 11 %

**6 points**  
Supérieur à 11 %

### Apports par transmission thermique

Les apports par transmission thermique sont directement liés à l'écart de température entre la température intérieure et la température extérieure, à la surface du mur, à l'épaisseur de l'isolation et à la nature de l'isolant [6 points].

Le réglage du point de consigne permet de limiter l'écart de température entre la température intérieure et la température extérieure, cette opération est facile à mettre en œuvre et efficace.

On estime à 4,1 % de pertes d'énergie pour chaque degré supplémentaire de dérive par rapport à un réglage nominal par exemple de 26 °C [8 points].

Pour les températures extérieures supérieures à 34 °C, un autre principe consiste à laisser dériver la température de consigne et de garder un écart de 5 K entre ces deux températures, de façon à garder constant les apports par transmission thermique.

### Apports par ensoleillement

Les apports solaires représentent l'énergie entrant par l'ensoleillement direct à travers les vitrages. Ils se font généralement par transmission surfacique des parois chaudes en contact avec l'extérieur [6 points].

Ils dépendent :

- de la nature de la paroi (mur ou vitrage) ;
- de l'exposition de la baie vitrée (ouest, est, sud, horizontale) ;
- de la latitude.

Dans le cas des murs, le choix de la couleur de la façade est important. Eu égard à la réglementation, il faut privilégier les couleurs claires [3 points], limiter la réverbération [3 points], favoriser la végétalisation [1 point].

Dans les départements ultramarins, une bonne isolation des toitures [6 points], ou des combles bien ventilés sont des solutions thermiques efficaces [3 points].

Dans le cas des vitrages, le type de vitrage est aussi important. Il est préférable de choisir un double vitrage [4 points] plutôt qu'un simple vitrage et utiliser un brise-soleil ou des casquettes.

Le choix d'un double vitrage par rapport à un simple permet de gagner 9 % d'énergie.



Brise-soleil.

## Apports par renouvellement d'air neuf

L'apport d'air neuf ou d'air hygiénique provient de l'extérieur. Il dépend normalement du nombre d'occupants. Cet air neuf, introduit dans le logement en période chaude, amène à la fois de la chaleur et de l'humidité.

La ventilation mécanique de type VMC est réservée aux pièces d'eau, mais leur présence est rare dans les départements ultramarins.

Il faut éviter d'installer une climatisation dans une pièce où fonctionne simultanément une VMC.



En résumé, il est possible de réaliser des économies d'électricité, à condition de :

1. **Supprimer les vitres horizontales**, le gain est peu important (bien que cela dépende de la surface vitrée), les vitrages horizontaux sont donc à proscrire ou il faut les protéger (volet ou rideau).  
**Gain = 1 point**
2. **Protéger les fenêtres par un occultant** (rideaux ou brise-soleil ou un revêtement réfléchissant). La mise en place d'écran ou de casquette ou d'occultant est particulièrement rentable.  
**Gain = 3 points**
3. **Agir sur les apports internes**, en arrêtant les équipements non indispensables permet des économies conséquentes.  
**Gain = 6 points**
4. **Ventiler abondamment par l'ouverture des ouvrants** en préconisant particulièrement l'usage des vents ou des brasseurs d'air avant de mettre en service la climatisation.  
**Gain = 6 points**
5. **Agir sur le contrôle du thermostat**. Le décalage du point de consigne d'un degré par rapport aux conditions initiales modifie peu les conditions de confort mais permet une certaine économie.  
**Gain = 8 points (les 8 points correspondent à un écart de 5 K)**

## Conclusion

Les apports externes représentent 80 % du bilan thermique de climatisation. Le rôle du frigoriste est d'informer les consommateurs sur les axes possibles d'amélioration du bâti.

# LES APPORTS THERMIQUES INTERNES

## Définition

Les apports thermiques internes proviennent :

- des occupants ;
- de l'éclairage ;
- des matériels de bureautique ;
- de l'électroménager.

Les apports internes sont particulièrement préjudiciables à la gestion de l'énergie.

À double titre dans la consommation électrique, par leur consommation propre mais aussi par la consommation électrique du climatiseur qui doit rejeter les apports internes vers l'extérieur [6 points].

Les apports internes peuvent se présenter sous deux formes :

- sous forme de chaleur sensible ;
- sous forme de chaleur latente.

Les apports par chaleur sensibles conduisent à l'augmentation de température.

Les apports par chaleur latente conduisent à l'augmentation d'humidité.

## Apports par les occupants

D'une manière générale, on ne peut pas agir directement sur le nombre d'occupants.

Les personnes respirent et transpirent, elles dégagent de la chaleur sous forme de chaleur sensible et latente.

Ces apports de chaleur représentent 70 W sous forme de chaleur sensible et 50 W de chaleur latente par personne pour une température ambiante de 26 °C. Ils dépendent essentiellement de l'activité de la personne, de la température ambiante, de son habillement.



## Apports par les pièces humides

Prenons pour exemple, une chambre parentale équipée d'une douche et constatons l'incidence d'un apport intempestif d'humidité.

Situons le contexte, la porte entre la douche et la chambre est restée ouverte ; l'utilisateur prend sa douche, le climatiseur est en service.

Une part de l'humidité rejetée par la salle d'eau se retrouve piégée par le climatiseur. Cette eau part directement à l'égout, ainsi qu'une partie de la puissance du climatiseur.

Il est donc important de fermer cette porte, de façon à limiter la perte d'énergie ainsi que d'éviter d'attaper un chaud et froid.



Apports latents. ©AFF.

## Apports par l'électro-ménager

L'achat d'appareils performants permet de réaliser de substantielles économies mais aussi de réduire efficacement les apports thermiques.

La disposition des appareils est aussi importante pour évacuer le plus efficacement les apports thermiques vers l'extérieur.

Si on utilise le gaz butane ou propane, il ne faut pas placer les bouteilles à proximité des unités extérieures, pour des raisons de sécurité.

Il est recommandé d'éloigner le four de l'unité intérieure de la climatisation.

Mais ce n'est pas toujours possible, certaines pièces font office de salon et de cuisine.

Dans ce cas, il conviendrait de ne pas utiliser la climatisation en période de cuisson et de favoriser la ventilation du local, par une ventilation naturelle appropriée ou par l'usage d'un brasseur d'air.

Le tableau ci-dessous est issu d'une étude réalisée en 2006 par Pujol-Nadal. Celle-ci indique les puissances instantanées des appareils électroménagers, leur durée d'utilisation annuelle et leur consommation d'énergie annuelle.

Rappelons que dans le cas où cette chaleur doit être évacuée par un système de climatisation, il faudra dé penser une consommation électrique supplémentaire pour évacuer cette chaleur.

En première approche [EER = 3], on peut estimer un surplus de consommation électrique nécessaire dû au climatiseur d'environ 1/3 de la consommation de ces appareils ménagers.

Il en va de même avec l'éclairage.

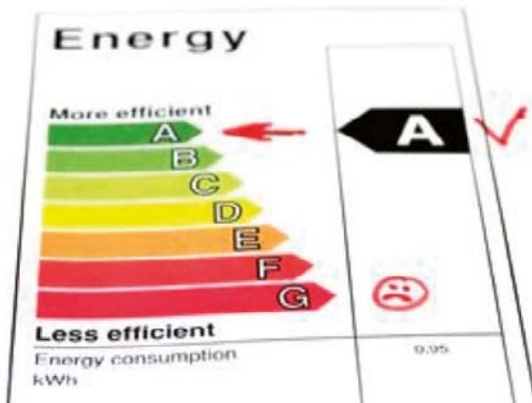
## Apports par l'éclairage

La gestion automatique de l'éclairage permet d'économiser sur l'éclairage et sur la puissance frigorifique ; pensez à l'éclairage LED.

Le choix judicieux du matériel d'éclairage permet de substantielles économies d'énergie. Pour cela il convient d'utiliser de préférence des lampes LED et d'éviter les lampes à ampoules halogènes dont la consommation est dix fois supérieure à celle des ampoules classiques. Si possible privilégiez les lampes de catégorie A.



**Le choix judicieux du matériel d'éclairage permet de substantielles économies d'énergie.**



Étiquette consommation d'énergie. © AFF.

L'ajustement de l'intensité lumineuse de l'éclairage limite la consommation énergétique. Les pièces à vivre ne nécessitent pas plus de 200 W par mètre carré, et une ampoule à 5 W suffit pour regarder la TV ou travailler sur son ordinateur.

Appareils ménagers	Gain de chaleur utile	Puissance électrique [W]	Durée d'utilisation [h]	Consommation d'énergie [kWh]
Frigo-Congélateur	35	35	336	11,76
Cuisinière	800	800	1	0,80
Lave-vaisselle	200	800	5,25	4,20
Machine à laver	200	800	9,25	7,40
TV allumée	120	120	17,08	2,05
TV en veille	3	3	318,92	0,96
Aspirateur	1 000	1 000	0,75	0,75

Apports de chaleur sensible des appareils électroménagers.



## Apports par la bureautique



La bureautique et l'éclairage cumulés représentent 40 % de la consommation énergétique en climat tropical.

Il faut rappeler aux utilisateurs, l'intérêt d'éteindre les appareils de bureau lorsqu'il ne sont plus utilisés. Partout dans le monde, des millions d'appareils restent en veille. Ils dissipent une quantité de chaleur importante que la climatisation doit extraire.

Nous vous conseillons d'utiliser un ordinateur portable plutôt qu'un modèle fixe car celui-ci est de 50 à 80 % plus économe.

Un ordinateur portable de milieu de gamme allumé pendant 6 heures par jour consomme 600 kWh/an tandis qu'un matériel fixe de même catégorie consomme 1 300 kWh/an.

L'idéal est d'arrêter votre ordinateur lorsque vous ne vous en servez pas pendant plus de 30 minutes ; en

mode veille, l'énergie consommée peut atteindre le tiers de la consommation de l'appareil en fonctionnement.

Basculez votre PC en mode arrêt dès que vous vous absentez.

L'organisation des bureaux climatisés est aussi une donnée importante. Ainsi la présence d'un photocopieur est une source de chaleur conséquente. Il peut dégager 1 500 W en mode travail et encore 350 W en attente.

Ce type d'appareil ne devrait donc pas avoir sa place dans un bureau climatisé.

### Conclusion

Les apports internes représentent 20 % du bilan thermique de climatisation. Le frigoriste doit informer les consommateurs sur les axes possibles d'amélioration des modes d'utilisation de ces équipements (ordinateurs, cafetière, réfrigérateur...). Il doit aussi les inciter à les regrouper dans une zone non climatisée lorsque cela est possible.



**En mode veille, l'énergie consommée peut atteindre le tiers de de la consommation de l'appareil en fonctionnement.**

# LES SOLUTIONS PASSIVES

## Principe

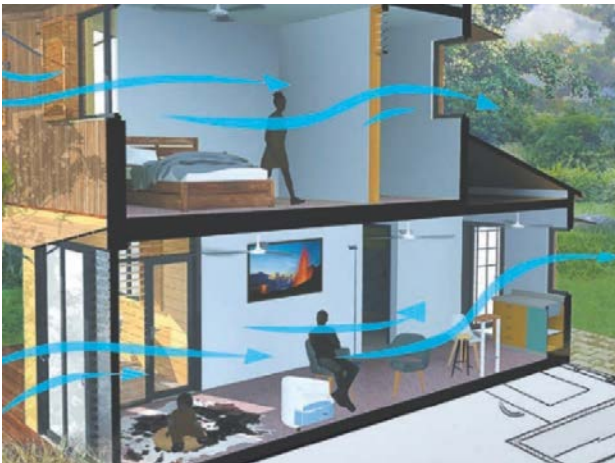
Afin de réduire les consommations d'énergie d'une climatisation, l'objectif est d'utiliser des solutions dites passives qui consomment peu ou pas d'énergie électrique.

## Ventilation naturelle et *free-cooling*

La ventilation naturelle et le *free-cooling* (rafraîchissement gratuit) utilisent le même principe physique de base : le mouvement de l'air dans les pièces par les ouvertures en façade. Ce mouvement permet un balayage uniforme du volume habité. Lorsque le vent est perpendiculaire aux façades principales, l'efficacité est alors optimale. Le bâtiment doit donc être organisé pour que chaque pièce principale d'un logement (séjours, chambre etc.) puisse être balayée par un flux d'air d'extérieur continu le plus homogène possible.

La position du bâtiment et des pièces aura donc une importance fondamentale quant à l'efficacité d'une telle technique. En effet, afin de profiter au maximum des alizées, il faut privilégier les ouvertures est/ouest pour générer un écoulement d'air efficace dans la pièce ou le logement.

Le *free-cooling* est l'action qui permet d'utiliser la fraîcheur du soir ou du matin afin d'abaisser la température d'une pièce. Dès que la température extérieure est inférieure de quelques degrés à la température intérieure, il convient de profiter de cet écart de température afin de rafraîchir la pièce gratuitement. L'ouverture des fenêtres permet alors d'évacuer la chaleur. L'installation d'une sonde de température extérieure permet alors d'avoir une information fiable.



Évacuation du flux thermique par ventilation naturelle.  
(Source : La ventilation naturelle à La Réunion, Agence Qualité Construction, 2019).

Pour des raisons sanitaires, il faut s'assurer que le flux d'air généré ne traverse pas un local abritant des toilettes.

**Il convient alors d'apporter aux habitants une explication claire quant à l'utilisation des ouvertures et s'assurer que la climatisation sera coupée si les fenêtres sont ouvertes.**



**Ne pas oublier de refermer les fenêtres avant de mettre en service la climatisation.**

## Brassage d'air

Le brassage d'air a aussi pour objectif de mettre en mouvement l'air mais cette fois-ci à l'aide d'un système qui consomme de l'énergie : un ventilateur. Afin d'assurer une bonne efficacité, celui-ci doit être au plafond, à faible niveau sonore, équipé d'un variateur de vitesse et adapté à la pièce.

Pour s'assurer que le brassage de l'air s'effectue bien, il faut vérifier que le ventilateur tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, l'air est dirigé vers le bas, comme le froid se trouve au sol, le courant d'air le fait monter au centre de la pièce et donne une sensation de fraîcheur.

À La Réunion, les ventilateurs de plafond (ou d'attente) sont exclus des altitudes égales ou supérieures à 600 m.

Les principaux paramètres pour avoir une efficacité optimale sans générer de l'inconfort sont :

- le type de ventilateur : généralement un axial à 3 pâles ;
- l'angle de la pale : généralement autour de 5,5 °C ;
- la vitesse de rotation : variable en fonction du volume de la pièce ;
- la hauteur sous plafond : généralement à 0,6 m du plafond dans la partie centrale de la pièce.

# CHOISIR UNE CLIMATISATION ADAPTÉE AU BESOIN



## Comment choisir la climatisation adaptée aux besoins du logement et du client ?

Différents critères doivent être pris en compte pour vous aider à choisir un équipement adapté aux besoins du client et de son projet (voir tableau ci-dessous).

Besoins	Brasseur(s) d'air	Climatiseur mobile avec conduit(s)	Climatisation monosplit
Confort thermique	*	**	***
Confort acoustique	*	*	**
Durée de vie <sup>1</sup>	5 à 10 ans	< 5 ans	< 10 ans
Performance énergétique	*	**	***
Coût à l'investissement	€	€€	€€€
Facture énergétique	€	€€€	€€
Coût d'entretien	Non concerné	Non concerné	€

1 : en respectant les conditions normales d'utilisation (prévues par la notice)

\*faible impact / \*\*impact moyen / \*\*\* fort impact

## Comment choisir une climatisation basse consommation ?

Tout d'abord, le fait de choisir un équipement qui dispose du marquage CE garantit qu'il respecte les réglementations européennes, notamment celles liées à la sécurité ou à la performance. Dans l'idéal, vous devez accéder à la déclaration de conformité CE pour vérifier les règlements ou directives européennes que l'équipement respecte.

Concernant la performance énergétique du climatiseur, vous pouvez consulter l'étiquette énergétique de l'équipement qui est définie pour des conditions d'utilisation standardisées. Les climatiseurs classés A+++ sont les plus performants.

Pour les climatiseurs de type monosplit, l'efficacité énergétique est basée sur le SEER qui correspond au coefficient d'efficacité énergétique saisonnier global de l'unité. Il est représentatif de l'ensemble de la saison de refroidissement et est calculé en divisant la demande annuelle de refroidissement de référence par la consommation d'électricité annuelle pour la fonction de refroidissement. Plus la valeur du SEER est élevée, plus la consommation énergétique du climatiseur est basse.

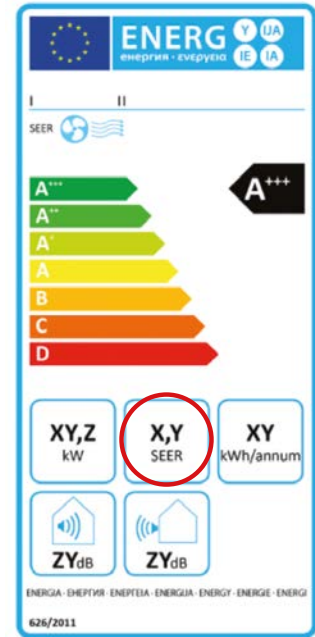
Pour les climatiseurs mobiles avec conduit(s), la classe d'efficacité énergétique est définie en fonction du EER<sub>rated</sub> qui est le coefficient d'efficacité énergétique nominal. Il correspond au rapport entre la puissance frigorifique déclarée (en kW) et la puissance frigorifique absorbée nominale (en kW) d'une unité produisant du froid dans les conditions nominales standardisées. Plus la valeur de EER<sub>rated</sub> est élevée, moins la consommation énergétique est élevée.

### Pour aller plus loin

La définition complète du SEER ou de EER<sub>rated</sub> est donnée dans le règlement n°206/2012 relatif à l'éco-conception des climatiseurs (P ≤ 12 kW) et des ventilateurs de confort (P ≤ 125 W).

Classe d'efficacité énergétique	SEER
<b>A+++</b>	SEER ≥ 8,50
<b>A++</b>	6,10 ≤ SEER < 8,50
<b>A+</b>	5,60 ≤ SEER < 6,10
<b>A</b>	5,10 ≤ SEER < 5,60
<b>B</b>	4,60 ≤ SEER < 5,10
<b>C</b>	4,10 ≤ SEER < 4,60
<b>D</b>	3,60 ≤ SEER < 4,10
<b>E</b>	3,10 ≤ SEER < 3,60
<b>F</b>	2,60 ≤ SEER < 3,10
<b>G</b>	SEER < 2,60

Définition des classes d'efficacité énergétique en fonction du SEER



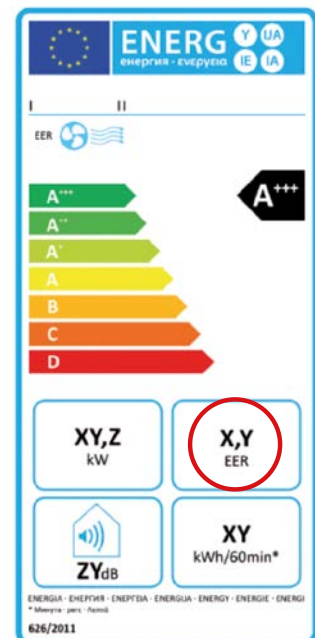
Modèle de l'étiquette énergétique pour un climatiseur type monosplit froid seul

### Règlement 626/2012

L'étiquette varie selon les fonctions assurées et le nombre de conduit(s) :

Classe d'efficacité énergétique	Appareils
	EER <sub>rated</sub>
<b>A+++</b>	≥ 4,10
<b>A++</b>	3,60 ≤ SEER < 4,10
<b>A+</b>	3,10 ≤ SEER < 3,60
<b>A</b>	2,60 ≤ SEER < 3,10
<b>B</b>	2,40 ≤ SEER < 2,60
<b>C</b>	2,10 ≤ SEER < 2,40
<b>D</b>	1,80 ≤ SEER < 2,10
<b>E</b>	1,60 ≤ SEER < 1,80
<b>F</b>	1,40 ≤ SEER < 1,60
<b>G</b>	< 1,40

Définition des classes d'efficacité énergétique en fonction du EER<sub>rated</sub>



Modèle d'étiquette énergétique pour un climatiseur à simple conduit

## Choisir un climatiseur peu sonore



Vous pouvez également vous appuyer sur le niveau de pression acoustique de l'unité intérieure mesurée à 1 m à faible vitesse de ventilation selon la documentation technique du fabricant afin de sélectionner l'équipement qui sera le plus silencieux possible.

- < 20 dB(A) : \*\*\*\*
- De 20 à 25 dB(A) : \*\*\*
- De 26 à 30 dB(A) : \*\*
- Au-delà de 31 dB(A) : \*

Afin de s'assurer que les performances affichées par le fabricant soient au rendez-vous, il est recommandé de choisir un équipement certifié c'est-à-dire qui a été testé et suivi par un organisme indépendant. Voici les certifications existantes pour les climatiseurs de type monosplit ou multisplit :

- NF 414
- Eurovent Certification Performance



Au-delà de la performance énergétique, il est également important de choisir un équipement qui fera peu de bruit surtout s'il est utilisé pour climatiser une pièce de sommeil.

Le niveau de puissance acoustique du climatiseur est indiqué sur l'étiquetage énergétique (« ZYdB ») ou dans la documentation du fabricant. Il ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

- Pour les climatiseurs monosplit ou multisplit :

Puissance nominale ≤ 6 kW		6 kW < Puissance nominale ≤ 12 kW	
Niveau de puissance acoustique intérieur en dB(A)	Niveau de puissance acoustique extérieur en dB(A)	Niveau de puissance acoustique intérieur en dB(A)	Niveau de puissance acoustique extérieur en dB(A)
60	65	65	70

Puissance acoustique des split system

- Pour un climatiseur à simple ou double conduit(s) : 65 dB(A).



Comparaison de différents niveaux sonores [source Mitsubishi Electric].

**En synthèse, il faut s'appuyer sur l'étiquette énergétique et choisir la classe énergétique et le SEER ou l'EER les plus élevés pour choisir une climatisation basse consommation.**

# OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES

Sélectionner un climatiseur disposant d'un marquage CE<sup>1</sup> et conforme aux directives et aux réglementations européennes (voir la déclaration de conformité du produit)



Étiquette CE



Installation conforme



Installation fuyarde

Macaron posé sur la machine à la suite d'un contrôle d'étanchéité. © AFF.

L'achat, l'assemblage et la mise en service d'un climatiseur préchargé en fluide de type HFC doivent être réalisés par une personne disposant d'une attestation d'aptitude. Sinon, il faut remplir et signer un contrat d'assemblage et de mise en service (CERFA 15498\*02<sup>2</sup>) afin de s'assurer que ces prestations seront effectuées par une entreprise disposant d'une attestation de capacité délivrée par un organisme agréé et dont le personnel qui manipule les fluides dispose d'une attestation d'aptitude. La liste des opérateurs disposant d'une attestation est disponible sur le site SYDEREP géré par l'ADEME pour le compte du ministère de l'Environnement<sup>3</sup>.

*NB : Pour l'installation d'un climatiseur utilisant un fluide autre qu'un fluide HFC, le personnel devra également avoir été formé à la manipulation du fluide alternatif car il présente généralement des risques lors de la manipulation comme, par exemple, le R290 propane qui est explosif.*

Après chaque intervention, l'opérateur frigoriste qui manipule les fluides et les équipements doit :

- remplir une fiche d'intervention et un bordereau de suivi des déchets (dangereux) pour les déchets de fluides<sup>4</sup>. Ces deux documents sont fusionnés lorsque les déchets sont évacués sans être mélangés avec d'autres déchets ;
- déclarer auprès de l'ADEME les quantités de fluides manipulés et récupérés (via la base SYDEREP) ;
- apposer un macaron de couleur sur les équipements, après un contrôle d'étanchéité, afin de déterminer si l'étanchéité de l'équipement permet son redémarrage. En cas de fuite, un macaron rouge est apposé et le détenteur dispose d'un délai de 4 jours ouvrés pour faire appel à un opérateur afin de procéder à la réparation.

Le détenteur du climatiseur doit :

- faire appel à un professionnel tous les 2 ans afin d'entretenir l'installation et ce, quel que soit le type de fluide utilisé (HFC ou autre) ;
- pour les installations de climatisation contenant un fluide de type HFC, faire procéder à un contrôle d'étanchéité par un opérateur attesté à la fréquence indiquée ci-après.

Catégorie de fluide	Charge en fluide frigorigène de l'équipement	Période des contrôles		
		en l'absence de système permanent de détection de fuite répondant aux exigences du I. et II. de l'article 3	Si un système permanent de détection de fuite répondant aux exigences du I. et II. de l'article 3	
HCFC	2 kg ≤ charge < 30 kg	12 mois		
	30 kg ≤ charge < 300 kg	6 mois		
	300 kg ≤ charge	3 mois		
HCFC, PFC	5 t. éq. CO <sub>2</sub> ≤ charge < 50 t. éq. CO <sub>2</sub>	12 mois	24 mois	
	50 t. éq. CO <sub>2</sub> ≤ charge < 500 t. éq. CO <sub>2</sub>	6 mois	12 mois	
	500 t. éq. CO <sub>2</sub> ≤ charge	Équipement mobile	3 mois	6 mois
		Équipement fixe		6 mois
	Équipement fixe répondant à l'exception prévue au III de l'article 3	3 mois		

Périodicité de contrôle d'étanchéité

1 <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Le-marquage-CE>  
 2 <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/R43124>  
 3 <https://www.syderep.ademe.fr/fr/commun/gf/0/accueilrechercheoperateur/liste>  
 4 <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/R43122>

# INSTALLATION D'UN CLIMATISEUR SPLIT SYSTEM

## Constitution d'un Split System

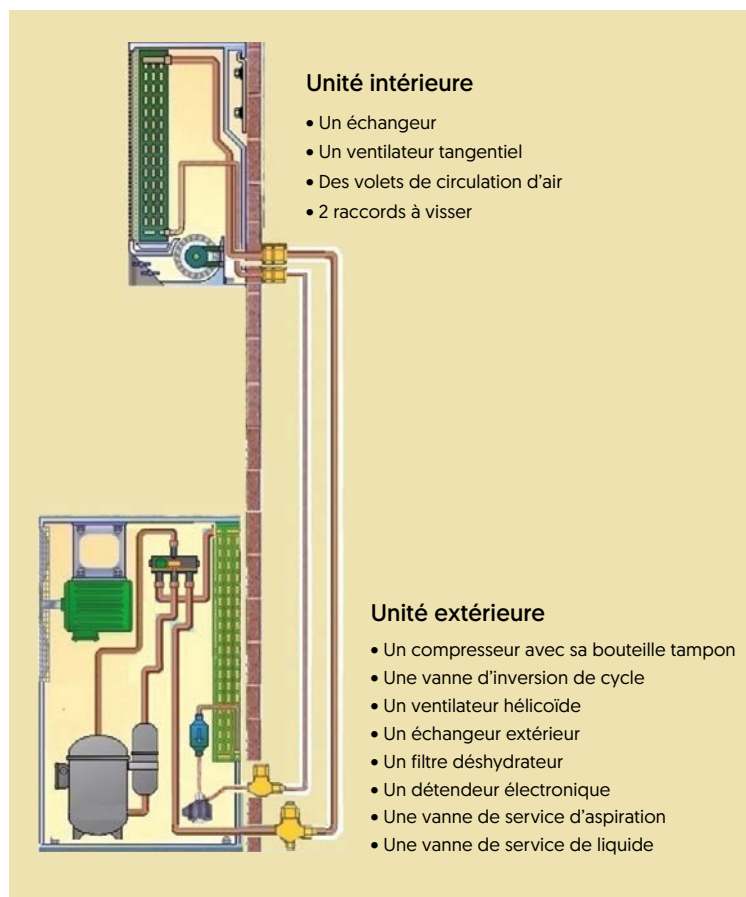


Schéma de principe d'un split system.

## Préparation avant d'installation

Les précautions prises lors de la préparation peuvent permettre de ne pas sur-dimensionner inutilement la puissance frigorifique à installer. Pour cela, il faut :

- définir les dimensions de la pièce à climatiser ;
- en déduire le bilan thermique ;
- sélectionner le climatiseur ;
- choisir l'emplacement adéquat, en privilégiant un mur donnant sur l'extérieur à l'abri des tempêtes, peu ou pas exposé à l'ensoleillement direct ;
- s'assurer qu'il n'existe pas de dispositif tel qu'un arrosage automatique dans l'environnement immédiat de l'unité extérieure ou d'écoulement d'une gouttière ;
- s'assurer qu'il n'y a pas d'aspiration de débris de végétaux dans l'unité extérieure (UE) ;
- prévoir une hauteur suffisante pour la végétation, mais qui reste accessible facilement ;



Passage en fourreau. © AFF.



Faire un état des lieux, choisir le passage en apparent (goulotte).

Goulotte de passage de tuyauterie. © AFF.

- définir la longueur de tuyauterie entre l'unité intérieure et extérieure (éventuellement prévoir un appoint en fluide frigorigène, si la longueur est supérieure à celle prévue en mode standard) ;
- le frigoriste réalisant l'installation doit être détenteur de l'attestation d'aptitude à la manipulation des fluides de catégorie I. Il doit disposer d'une dotation de matériel réglementaire ;
- matériels réglementaires (balance électronique +/- 5 %, détecteur de fuite électronique, thermomètre électronique, station de récupération, manomètres).

### Installer l'unité intérieure

#### Choisissez un endroit dégagé sur un mur pour monter l'unité intérieure du climatiseur.

- Évitez de l'exposer directement aux rayons du soleil ou à toute autre source de chaleur, (pour ne pas nuire à son efficacité) ;
- évitez les endroits où peuvent se produire des fuites de gaz, des émanations d'huiles ou de soufre (risque d'incendie) ;
- rien ne doit gêner le climatiseur dans les 15 cm qui l'entourent en haut et sur les côtés. L'unité intérieure doit aussi être installée à plus de 2 mètres au-dessus du sol (cela favorise la convection de l'air froid) ;
- installez l'unité à plus de 1 m d'une antenne ou d'une source électrique (télévision, téléphone, radio, alarme de sécurité, interphone). Les interférences peuvent causer des dysfonctionnements de votre appareil (dérèglements intempestifs de la télécommande) ;
- si le mur est de construction fragile, prévoir un cadre assez solide pour supporter le poids de l'appareil. (Il peut être aussi judicieux, de proposer une amélioration de l'isolation du bâti).

#### Fixez la plaque de montage au mur, à l'endroit où vous souhaitez installer le climatiseur.

- Utilisez un niveau pour aligner l'appareil, fixez la plaque au mur.

#### Vérifiez les connexions électriques.

- Vérifiez que les fils sont bien connectés aux bornes. Assurez-vous qu'ils correspondent au schéma fourni avec l'appareil (si les bornes électriques ne sont pas correctement serrées, cela produit un échauffement préjudiciable aux rendements électriques de la climatisation).



**Il est important de bien choisir l'emplacement de l'unité afin d'optimiser son efficacité énergétique.**

#### Raccordez les tuyaux.

- Lors du passage des tuyauteries à travers le mur, réalisez des cintrages propres et évitez de les plier (un pincement sur l'une des tuyauteries peut réduire singulièrement le rendement de la climatisation) ;
- serrez les raccords frigorifiques. Employez deux clés et utilisez le serrage en travaillant en sens contraire, pour serrer les raccords (attention, un raccord mal serré sur un dudgeon peut être à l'origine de fuites et donc d'une perte de fluide et d'efficacité) ;
- faites courir les tuyauteries, les câbles dans un fourreau ou dans une goulotte (protection mécanique et isothermique).



Implantation de l'unité intérieure.



## Installer l'unité extérieure

**Choisissez le meilleur endroit pour installer l'unité extérieure.**

- L'emplacement de l'unité extérieure doit être loin de toute zone poussiéreuse, chaude ou à trafic dense de circulation, (toutes les pollutions entraînent un encrassement qui dégradent le rendement de la machine) ;
- choisissez l'emplacement adéquat, mur donnant sur l'extérieur à l'abri des tempêtes, peu ou pas exposé à l'ensoleillement direct (pour ne pas nuire à son efficacité) ;
- pour les mêmes raisons, faites attention à l'implantation des unités extérieures (UE), de manière à ce qu'elles ne se retrouvent pas à combattre les vents dominants (freinage du ventilateur) ;
- l'unité extérieure requiert 12 cm d'espace dégagé tout autour de l'appareil pour fonctionner correctement.



Débris de végétaux pouvant affecter l'unité extérieure. © AFF.

**Posez une dalle de béton au sol ou suspendez l'unité extérieure et vérifiez son niveau.**

Elle doit être assez haute pour toujours être au-dessus de la végétation, (les feuilles et les résidus de végétaux ainsi que les pollens sont souvent à l'origine de l'obstruction des ailettes de l'UE et donc d'une perte de rendement).

- Installez l'UE au-dessus de la dalle. Placez des silent blocs en caoutchouc sous l'UE pour minimiser les vibrations (les vibrations sont à l'origine des nui-



Unité extérieure suspendue sur un support de niveau. © AFF.

sances sonores, mais aussi de dégradations rapides du compresseur, conduisant au remplacement du climatiseur) ;

- ou suspendez l'unité extérieure.

**Connectez les fils électriques en respectant le schéma électrique et en serrant les connexions.**

**Raccordez les tuyauteries au bon endroit sur l'unité extérieure.**

## Finaliser l'installation de la climatisation

**Extraire l'air et l'humidité du circuit réfrigérant.**

- Branchez la pompe jusqu'à obtenir un vide inférieur à 13 mbar [\*] sur l'UI (la présence d'air dû à un mauvais tirage au vide va dégrader le rendement du climatiseur) ;
- testez toutes les vannes et les raccords pour vérifier qu'il n'y a pas de fuite ;
- effectuez un appoint de fluide frigorigène si nécessaire (un manque de fluide frigorigène se traduit par une chute de la production frigorifique).

**Protéger les raccords avec un adhésif isolant, (pour limiter les pertes thermiques).**

[\*] Pour contrôler la qualité de son vide, il est conseillé au technicien de s'équiper d'un vacuomètre.



# PRÉVENIR LE CIRCUIT DE TOUTE POLLUTION

## Origine de ces pollutions

Une manipulation erronée ou l'absence de précautions lors de la pose, de la dépose ou de l'utilisation des manomètres peut entraîner l'introduction d'humidité [1] et d'air [2] et de pertes de fluide frigorigène [3].

Les 3 points [1], [2] et [3] aboutissent à une baisse de l'efficacité et à une diminution de la durée de vie de la climatisation.

## Pose des manomètres

### Rappels réglementaires

Avant toute chose, rappelons que l'opérateur doit être titulaire de l'attestation d'aptitude de catégorie I et de l'habilitation électrique.

Le technicien doit porter ses équipements de protection EPI (gants, lunettes, chaussures de sécurité, vêtement de travail).

En plus de son outillage de base, le technicien doit être en possession d'un outillage réglementaire, contrôlé chaque année.

## Mode opératoire

La maîtrise des manomètres est indispensable pour éviter l'introduction d'humidité [1] et d'air [2] et de perte de fluide frigorigène [3].

Avant de placer les flexibles sur les vannes de service de gaz et de liquide, il convient de retirer l'air de ces flexibles. Pour cela le technicien doit être équipé de raccords à prise rapide. Il met en service sa pompe à vide pour en extraire l'air des flexibles.

Il desserre les capuchons d'accès aux vannes de service, place le raccord rapide sur la vanne d'aspiration (gaz).

Lors d'une première mise en service, il faut tirer au vide l'UI, l'UE étant préchargée. S'assurer que le manomètre BP indique bien « - 1 bar » et que la pression ne remonte pas. Un vacuomètre (manomètre de vide) apporte une plus grande précision.

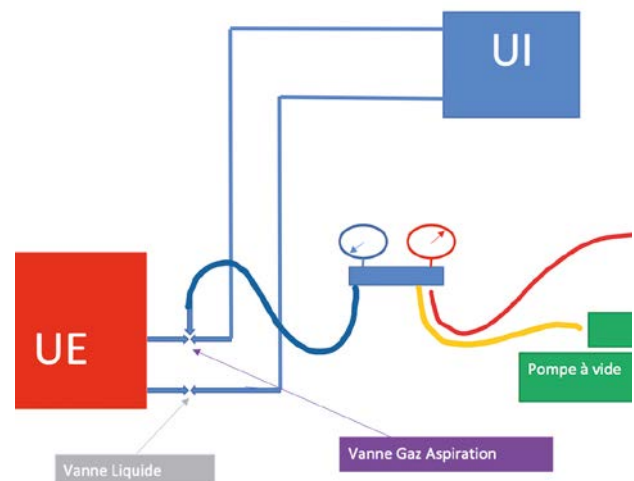
**Attention** l'ancienne méthode de « l'extraction de l'air » par chasse du fluide est formellement interdite, (pollution atmosphérique, perte de fluide est donc d'efficacité).

## Circulation du fluide dans l'unité intérieure

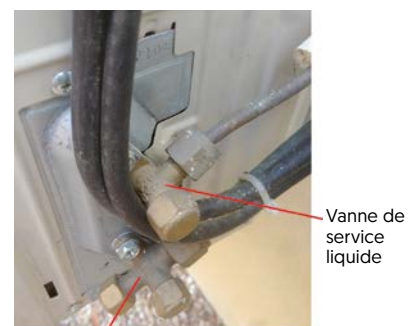
Ouvrir à l'aide d'une clé à lèvre sur la vanne liquide, lire la pression sur la vanne gaz, effectuer un test de fuite, à la bulle de savon, puis au détecteur électronique. En cas de détection de la présence d'une fuite, resserrer les écrous des vannes de service.

## Dépose des manomètres

Afin de ne pas perdre de charge ni d'introduire de l'air et de l'humidité [conséquences [1], [2] et [3]], resserrer avec une clé à lèvre la vanne liquide sur l'avant, attendre que la pression arrive à - 1 bar. Retirer la prise rapide, rouvrir la vanne de liquide, remplacer les capuchons de vanne. Réitérer le contrôle d'étanchéité avant de quitter le chantier (une fuite même légère engendre une détérioration rapide de l'efficacité du climatiseur).



Raccordement du manomètre. © AFF.



Vanne de service d'aspiration

Vannes de service d'un split system. © AFF.

# ENTRETIEN PRÉVENTIF DE L'UNITÉ EXTÉRIEURE D'UN CLIMATISEUR

## Généralité

L'encrassement du condenseur engendre une perte d'efficacité de l'échange thermique et donc une consommation énergétique accrue. Afin d'obtenir le meilleur rendement de l'appareil, il est impératif de le contrôler et de l'entretenir au moins une fois par an. Si l'appareil est situé à proximité de la végétation, il peut être nécessaire d'effectuer son entretien plus souvent.

## Bonnes pratiques de maintenance

### Préparation de l'intervention

Avant toute intervention, il est impératif de lire les préconisations du manuel d'entretien de l'appareil\*.

Afin d'éviter tout risque d'électrocution, il est impératif de mettre l'équipement hors tension avant d'intervenir.

Si l'intervention a lieu en hauteur, les équipements d'accès doivent être mis en place et sécurisés.

Avant de commencer l'intervention, il est nécessaire de faire l'inventaire de l'outillage nécessaire.

La place d'intervention doit être parfaitement dégagée et libre d'accès. Si nécessaire, les plantes avoisinantes doivent être élaguées.

### Intervention

Le couvercle de l'unité extérieure doit être retiré afin d'accéder aux différents équipements.

Pour faciliter l'accès au condenseur, si cela est possible et si c'est nécessaire, le ventilateur peut être retiré.

L'évacuation d'eau des condensats doit être vérifiée et éventuellement nettoyée avec un mélange d'eau et d'une solution désinfectante.

Les différents débris (en particulier végétaux) doivent être retirés.

**Afin de détecter une éventuelle fuite de fluide frigorigène, la présence ou non d'huile sur le circuit frigorigère doit être recherchée\*.**

Pour les climatiseurs de plus de 4 kW, un relevé des pressions avant et après le compresseur doit être effectué avec des manomètres.

**Un relevé des températures de fonctionnement doit être réalisé\*.**



## MATÉRIEL NÉCESSAIRE

**Un tournevis.**

**Une brosse de nettoyage.**

**Un nettoyant moussant biodégradable.**

**Un peigne à ailettes.**

**Une bouteille ou un générateur d'air comprimé.**

**Des gants, des lunettes de protection, des EPI.**

**Eventuellement une plate-forme mobile sécurisée d'une hauteur suffisante ou une nacelle si l'appareil est situé en hauteur. Le travail sur une échelle même sécurisée est interdit (l'échelle sécurisée ne peut être qu'un moyen d'accès à une plate-forme de travail).**

• • • •

\*

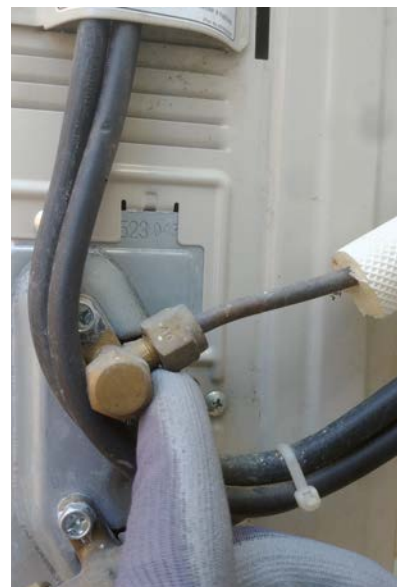
Action obligatoire relevant de l'arrêté du 24/07/2020 pour les climatiseurs dont la puissance nominale est comprise entre 4 kW et 70 kW.



Nettoyage de l'unité extérieure. © AFF.



Détection d'une éventuelle trace d'huile sur la tuyauterie d'aspiration. © AFF.



Détection d'une éventuelle trace d'huile sur la tuyauterie de liquide. © AFF.

Le condenseur doit être nettoyé si possible à l'air comprimé ou avec un spray de nettoyage dégraissant\*.

Après le nettoyage, si nécessaire, les ailettes doivent être redressées avec un peigne à ailettes.

L'hélice du ventilateur doit être nettoyée et inspectée pour détecter toute détérioration.

Le serrage des différentes vis et écrous de l'appareil doit être contrôlé.

Le serrage des connexions électriques doit être contrôlé.

Pour les climatiseurs de plus de 4 kW, un relevé des tensions électriques statiques et dynamiques doit être effectué.

La présence de corrosion sur le condenseur est un indicateur de perte d'efficacité du climatiseur.

Les différents éléments démontés doivent être remis en place avant le redémarrage de l'unité.

## Compte-rendu de l'entretien

Après l'entretien, une attestation d'entretien doit être remise par l'intervenant à l'utilisateur\*.

Action d'entretien	Impact sur l'efficacité énergétique
Elimination des débris	Fort
Recherche de fuite	Fort
Nettoyage du condenseur	Fort
Redressage des ailettes	Moyen
Corrosion du condenseur	Fort

Incidences des actions réalisées sur l'UE sur l'efficacité du climatiseur.

# ENTRETIEN PRÉVENTIF DE L'UNITÉ INTÉRIEURE D'UN CLIMATISEUR

## Généralité

L'encrassement de l'évaporateur engendre une perte d'efficacité de l'échange thermique et donc une consommation énergétique accrue. Afin d'obtenir le meilleur rendement de l'appareil, il est impératif de le contrôler et de l'entretenir au moins une fois par an.

## Bonnes pratiques d'intervention

### Préparation de l'intervention

Avant toute intervention, il est impératif de lire les préconisations du manuel d'entretien de l'appareil\*.

Afin d'éviter tout risque d'électrocution, il est impératif de mettre l'équipement hors tension avant d'intervenir.

Si l'intervention a lieu en hauteur, les équipements d'accès doivent être mis en place et sécurisés.

Avant de commencer l'intervention, il est nécessaire de faire l'inventaire de l'outillage nécessaire.

La place d'intervention doit être parfaitement dégagée et libre d'accès.

### Intervention

Le couvercle de l'unité intérieure doit être retiré afin d'accéder aux différents équipements.

Le bac de récupération des condensats et la tuyauterie d'évacuation d'eau des condensats doivent être vérifiés et éventuellement nettoyés avec un mélange d'eau et de solution désinfectante.

Afin de détecter une éventuelle fuite de fluide frigorigène, la présence ou non d'huile sur le circuit frigorigère doit être recherchée\*.



Démontage filtre de l'unité intérieure. © AFF.



## MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Un tournevis.

Une brosse de nettoyage.

Un nettoyant moussant biodégradable.

Un peigne à ailettes.

Une bouteille ou un générateur d'air comprimé.

Des gants, des lunettes de protection, des EPI.

Eventuellement une plate-forme mobile sécurisée d'une hauteur suffisante ou une nacelle si l'appareil est situé en hauteur. Le travail sur une échelle même sécurisée est interdit (l'échelle sécurisée ne peut être qu'un moyen d'accès à une plate-forme de travail).

\*

Action obligatoire relevant de l'arrêté du 24/07/2020 pour les climatiseurs dont la puissance nominale est comprise entre 4 kW et 70 kW.



Pour les climatiseurs de plus de 4 kW, un relevé des pressions avant et après le compresseur doit être effectué avec des manomètres.

**Un relevé des températures de fonctionnement doit être réalisé\*.**

**L'évaporateur doit être nettoyé. Un spray de nettoyage dégraissant doit être appliqué sur l'évaporateur\*.**

**Les filtres à air en matériau synthétique doivent être lavés\*.**

Si nécessaire, les ailettes doivent être redressées avec un peigne à ailettes.

**La turbine du ventilateur doit être nettoyée et inspectée pour détecter toute détérioration\*.**

La position du volet de distribution d'air doit être vérifiée et modifiée si nécessaire.

Le serrage des différentes vis et écrous de l'appareil doit être contrôlé.

Le serrage des connexions électriques doit être contrôlé.

Pour les climatiseurs de plus de 4 kW, un relevé des tensions électriques statiques et dynamiques doit être effectué.

Les différents éléments démontés doivent être remis en place avant le redémarrage de l'unité.

## Compte-rendu de l'entretien

Après l'entretien, une attestation d'entretien doit être remise par l'intervenant à l'utilisateur\*.

Action d'entretien	Impact sur l'efficacité énergétique
Recherche de fuite	Fort
Nettoyage de l'évaporateur	Fort
Redressage des ailettes	Moyen
Nettoyage des filtres à air	Fort

Incidences des actions réalisées sur l'UI sur l'efficacité du climatiseur.

# RÉGLAGE DU THERMOSTAT

## Principe

Pour maintenir la consommation d'énergie à un niveau raisonnable, il est nécessaire de réguler les températures en fonction des besoins réels et de l'occupation ou non des différentes zones. Il est donc important de mettre en place un dispositif de régulation thermique par pièce ou par ensemble de pièces.



### RÉGLAGE DU THERMOSTAT

- **Contrôle des différentes fonctions du thermostat.**

- **Vérification du point de consigne.**

- **Proposer un décalage de point de consigne pour la nuit ou l'arrêt.**

- **Utilisation d'un interrupteur de fenêtre.**

- **Utilisation de la fonction horloge, arrêt pendant les week-ends, ou la nuit (bureaux).**

## Les thermostats

Pour réguler efficacement la température, il est important de s'assurer de la précision du thermostat, du bon positionnement du thermostat dans la pièce et du réglage correct des températures minimum et maximum du thermostat. Ainsi les fonctionnalités du thermostat doivent être adaptées au niveau de précision souhaitée.

La température indiquée sur le cadran du thermostat doit refléter avec précision la température que le thermostat tente d'atteindre. Il faut contrôler le thermostat en recherchant la position sur laquelle il se déclenche et en mesurant la température avec un thermomètre. Afin de garantir un meilleur contrôle de la température, il vaut mieux ne pas installer les thermostats à proximité immédiate de la porte, proche d'une source de chaleur (ordinateur, lampes, rayons du soleil etc.). Assurez-vous également qu'ils soient installés à un endroit où ils seront vus par l'utilisateur final et laissez-lui des instructions simples concernant la manière de les régler.

La précision du déclenchement (différence de température entre le moment où le thermostat déclenche le système de climatisation et le moment où il l'arrête) est également importante. Si cette différence est trop importante, la température de l'air variera fortement et de l'énergie sera gaspillée. En règle générale, les thermostats modernes utilisent un capteur électronique et sont très précis.

## Exemples de niveau de températures recommandées

Il est recommandé de respecter un écart de température de 5 K maximal entre la température extérieure et la température de consigne, ce qui permet d'obtenir un confort satisfaisant en veillant à ne pas climatiser en dessous de 26 °C.





## Quelles actions à mener (de la plus simple à la plus complexe) ?

Un système de régulation thermique individuel permet de régler la température de la pièce en fonction du besoin. Il est alors important de **vérifier le point de consigne** réglé dans le thermostat. Celui-ci doit être adapté au type de pièce [salon, chambre, etc.] et à la variabilité de l'occupation de la pièce. **Réduire de 1 °C le point de consigne permet de gagner jusqu'à 5 % d'économie d'énergie !**

D'une manière générale, **une adaptation du point de consigne** entre le jour (forts apports externes mais généralement faibles apports internes) et soir/nuit (faibles apports externes mais forts apports internes) doit permettre d'adapter la consommation d'énergie de la climatisation aux besoins réels.

**Les minuteries ou les programmeurs** conviennent assez bien aux zones telles que salles à manger ou salon, pièce où généralement le confort n'est pas optimal en permanence. Ils doivent être réglés, au cas par cas, en fonction des habitudes des habitants (occupation le jour, la nuit, le week-end, etc.). Une **fonction horloge** peut ainsi permettre d'arrêter la climatisation en cas d'absence prolongée.

Sur la majorité des climatiseurs, il existe un **mode « Dry »** [ou « déshumidification »] qui permet d'optimiser la consommation énergétique pour une température de consigne donnée. De même, l'utilisation d'un **mode « Economy »** [ou « économie »] est à privilégier afin de réduire les consommations d'énergie. Cependant, il n'est pas utilisable lors d'une utilisation automatique d'un climatiseur.

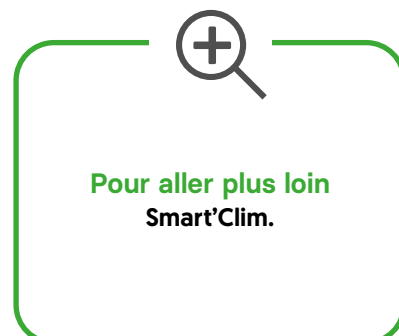
**Les thermostats programmables à mémoire** (une combinaison entre un thermostat et une minuterie) permettent de mémoriser deux températures (ou plus) pour les moments où les besoins sont moindres, comme la nuit ou lors d'une absence. Ils peuvent être utilisés conjointement **avec des détecteurs de présence** : ainsi, lorsqu'une zone est inoccupée, la température de réglage du thermostat est adaptée. Enfin, des dispositifs automatiques peuvent également être utilisés pour **arrêter les systèmes de climatisation lorsque les fenêtres sont ouvertes**.

**Ainsi, indépendamment du type de thermostat utilisé, il convient de s'assurer de la bonne adéquation entre le réglage de celui-ci et le comportement des habitants.**

**L'installateur doit veiller à la programmation d'un profil adapté à l'utilisateur afin que la télécommande soit opérationnelle.**



Différentes fonctions de la télécommande. © AFF.



# CONTRÔLE DE LA CHARGE EN FLUIDE

## Introduction

La charge optimale ou nominale dans tout système frigorifique est la charge nécessaire pour que le fonctionnement du système soit stable dans l'ensemble des conditions de fonctionnement possibles.

Le fonctionnement avec une charge optimale permet d'obtenir la meilleure performance énergétique du système frigorifique, puisque le coefficient de performance (EER) de la machine évolue généralement en fonction de la charge selon le tracé de la courbe ci-dessous.

La charge optimale d'un climatiseur, par exemple, dépend de toute évidence de sa conception, de la façon dont il est installé mais également des conditions de son fonctionnement.

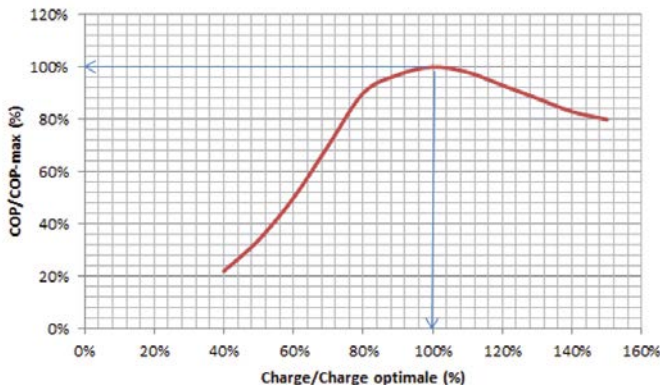
Cette charge est généralement donnée par le fabricant de l'équipement et est inscrite sur sa plaque signalétique. Le fabricant donne généralement des renseignements pour faire d'éventuels compléments de charge.

## Incidence d'un excès de fluide frigorigène

Que se passe-t-il lorsqu'un système frigorifique est chargé avec une plus grande quantité de frigorigène que nécessaire ? Le fluide frigorigène se stocke en amont du détendeur électronique, c'est-à-dire dans le condenseur, ce qui en réduit d'autant la surface d'échange.

Certes le sous-refroidissement augmente et améliore très légèrement le coefficient de performance (EER).

Par contre, la réduction de la surface d'échange de condensation provoque une augmentation de la température et de la pression de condensation et diminue fortement le EER.



Rapport d'efficacité du climatiseur en fonction du ratio de la charge en fluide frigorigène. © AFF.

## Incidence d'un manque de fluide frigorigène

Le manque de charge en fluide frigorigène réduit systématiquement la performance du système frigorifique. Cet impact se ressent. Il est d'autant plus important que le manque est significatif, comme l'indique la figure en bas de page.

Ce manque peut se reproduire dès la première recharge ou en cours du fonctionnement en raison de la présence de fuites de fluide frigorigène.

Il existe plusieurs indicateurs qui peuvent révéler le manque en fluide frigorigène :

1. Puissance absorbée du compresseur relativement faible associée à une fréquence supérieure à 55 Hz ;
2. Température de refoulement du compresseur anormalement haute par rapport au niveau de température préconisé ;
3. Différence de température au niveau de l'évaporateur entre le soufflage et la reprise d'air anormalement faible (< 5 K).

En cas de détection de manque de fluide frigorigène, il faut procéder à une recherche de fuite, la réparer, récupérer la charge restante, la peser.

Dans le cas d'un fluide à fort glissement de température (R407C), le fluide est normalement envoyé à la destruction.

Dans le cas d'un fluide pur (R32), il convient de réintégrer la charge précédemment récupérée et d'y ajouter le complément à l'aide d'une balance (valeur indiquée sur la plaque signalétique).

En cas d'installation pour des longueurs différentes des conditions nominales données par le fabricant, il faut se référer à la notice de montage et ajuster en conséquence la charge.

# ENTRETIEN CURATIF D'UN CLIMATISEUR

## Généralité

Un climatiseur peut présenter une panne non visible (par exemple perte de fluide frigorigène) et continuer à fonctionner. Il consomme alors de l'énergie en pure perte. L'appareil devant alors être réparé, il est impératif de bien diagnostiquer l'origine de la panne.



## Diagnostic de la panne

Afin de déterminer le plus sûrement possible la panne et disposer du matériel nécessaire pour la réparer, l'intervenant doit avant tout questionner l'utilisateur de la manière la plus précise possible. Pour cela, il peut utiliser un document méthodologique de diagnostic (par exemple sous forme de logigramme) qui permet d'éliminer les unes après les autres les différentes causes de panne. En général, ce document se trouve dans le manuel d'entretien de l'appareil. Ce questionnaire peut être fait à distance ou sur place. Fait à distance, il permet à l'intervenant de faire un prédiagnostic et de préparer tout le matériel nécessaire à une réparation rapide (sans changement de pièce importante).



## MATÉRIEL NÉCESSAIRE

**Outre le matériel standard d'entretien (tel que défini dans les fiches N° 9 et N° 10, l'intervenant doit avoir avec lui quelques pièces de rechange dites de première urgence. Il s'agit principalement du matériel suivant :**

**Petit matériel électrique semblable à celui présent en général dans les climatiseurs.**

**Petit matériel frigorifique (tubes, raccords, manchons, etc.).**

**Equipement de brasage.**

**Détecteur électronique de fuite de fluide frigorigène\*.**

**Manomètres et flexibles de charge\*.**

**Bouteille de fluide frigorigène.**

**Thermomètre électronique\*.**

**Balance électronique\*.**

**Pompe à vide**

**Bouteilles de récupération de fluide frigorigène\*.**

**Des gants, des lunettes de protection, des EPI.**

**Caisse à outils du frigoriste.**

**Masques.**

**Eventuellement, une plateforme sécurisée d'une hauteur suffisante si l'appareil est situé en hauteur. Le travail sur une échelle même sécurisée est interdit (l'échelle sécurisée ne peut être qu'un moyen d'accès à une plateforme de travail).**

\* Matériel obligatoire à détenir et à utiliser par l'intervenant pour les opérations de réparation.

## Bonnes pratiques d'intervention

### Préparation de l'intervention

Avant toute intervention, il est impératif de lire les préconisations du manuel d'entretien de l'appareil.

Afin d'éviter tout risque d'électrocution, il est impératif de mettre l'équipement hors tension avant d'intervenir.

Si l'intervention a lieu en hauteur, les équipements d'accès doivent être mis en place et sécurisés.

Avant de commencer l'intervention, il est nécessaire de faire l'inventaire de l'outillage nécessaire.

La place d'intervention doit être parfaitement dégagée et libre d'accès.

### Intervention

En arrivant sur place, l'intervenant doit avant tout refaire le diagnostic complet de l'équipement afin de s'assurer que le prédiagnostic est bon et qu'il ne s'agit pas d'une autre panne. Ce nouveau diagnostic doit lui permettre de voir s'il a toutes les pièces de rechange nécessaires ou s'il doit en commander.

Si l'intervenant doit commander des pièces de rechange, il doit arrêter son intervention, mettre l'appareil à l'arrêt en sécurité et quitter la place en s'assurant que tout est en sécurité (y compris les équipements d'intervention en hauteur s'ils sont nécessaires). Il doit donner un nouveau délai d'intervention à l'utilisateur et si possible fixer un rendez-vous pour une nouvelle intervention. Afin que l'appareil fonctionne toujours en sécurité et que sa performance initiale soit respectée, il est impératif que les pièces de rechange commandées soit d'origine.

Lorsqu'il a reçu les pièces de rechange, l'opérateur programme une nouvelle intervention et la prépare pour pouvoir intervenir en toute sécurité.

S'il a été nécessaire de vidanger le circuit de fluide frigorigène, l'intervenant doit remplir les documents CERFA obligatoires.

Lors du remontage des différents éléments, l'intervenant doit s'assurer du bon serrage des vis et écrous ainsi que de celui des cosses électriques de raccordement.



## COMPTE-RENDU DE LA RÉPARATION

**Lorsque la remise en service a été effectuée correctement et que le climatiseur fonctionne d'une manière satisfaisante, l'intervenant doit, en même temps que la facture, remettre un compte-rendu détaillé de son intervention avec la liste des pièces qui ont été remplacées.**

### Remise en service

Avant la remise en service, l'intervenant doit s'assurer que le fonctionnement du climatiseur doit être sans risque pour l'utilisateur. Pour cela, il doit contrôler l'étanchéité du circuit de fluide frigorigène ainsi que la mise à la terre de tous les équipements électriques si l'appareil dispose d'un câble de mise à la terre intégré au câble de raccordement électrique.

Lors de la remise en service, il doit s'assurer du bon fonctionnement de la régulation du climatiseur et en particulier de la régulation de température.

L'intervenant doit laisser à l'utilisateur un appareil dont les fonctionnalités de base ont été vérifiées.

# PERFORMANCES D'UN CLIMATISEUR EN DEHORS DE SON POINT NOMINAL DE FONCTIONNEMENT

## Introduction

L'objectif de ce chapitre est de donner des éléments quantitatifs sur la performance énergétique d'un climatiseur lorsqu'il fonctionne en dehors de son point nominal.

## Point nominal de fonctionnement

Un climatiseur est généralement conçu pour rendre son service dans une plage de fonctionnement déterminée par le constructeur. Mais la puissance frigorifique qu'il affiche aussi bien que la puissance électrique qu'il consomme sont données pour un point nominal de fonctionnement caractérisé par :

- une température extérieure, ce qui permet d'en déduire la température de condensation, selon la technologie utilisée d'échangeur, sa surface d'échange et ses moyens de ventilation ;
- une température intérieure, ce qui permet d'en déduire la température d'évaporation, selon la technologie utilisée d'échangeur, sa surface d'échange et ses moyens de ventilation ;
- une surchauffe du fluide frigorigène à l'aspiration du compresseur ;
- un sous-refroidissement à l'entrée du détendeur.

## Performances en dehors du point nominal

Pour estimer l'impact d'un fonctionnement en dehors du point nominal, nous avons choisi de considérer le cas suivant.

Prenant un climatiseur d'une puissance frigorifique de 18 000 BTU/hr, soit 5,3 kW, donnée dans les conditions nominales suivantes :

- température extérieure : 35 °C ;
- température intérieure [air à climatiser] : 25 °C ;
- température de condensation : 45 °C ;
- température d'évaporation : 5 °C ;
- surchauffe : 10 K ;
- sous-refroidissement : 5 K.

Si le climatiseur fonctionne au R407C avec un compresseur scroll, il aura un coefficient de performance [EER] au point nominal de 3,42, soit une consommation d'énergie électrique de 1,55 kW.

## Impact de la baisse de la température d'évaporation

Le même climatiseur fonctionnant à une température d'évaporation de 0 °C au lieu de 5 °C, fournira une puissance frigorifique moindre d'environ 4,3 kW et consommera 1,45 kW, soit un EER de 2,96. Autrement dit, la performance du climatiseur baisse d'environ 13 % par rapport au point nominal.

Généralement, chaque degré en moins de température d'évaporation par rapport au point nominal, implique une baisse du EER de 2,5 à 3 %.

## Impact de la hausse de la température de condensation

Si on considère maintenant le même climatiseur fonctionnant à une température de condensation 5 K plus haute que le point nominal, soit à 50 °C, on aura une puissance frigorifique de 4,1 kW (vs. 5,3 kW), une puis-



sance électrique absorbée de 1,38 kW (vs. 1,55 kW), soit un EER de 2,97 (vs. 3,42).

Généralement, chaque degré de plus de température de condensation par rapport au point nominal implique une baisse du EER de 2,5 à 3 %.

### Impact de la surchauffe

L'augmentation ou la baisse de la surchauffe dans une limite de  $\pm 5$  K par rapport à la valeur nominale n'a quasiment pas d'impact sur la performance du climatiseur.

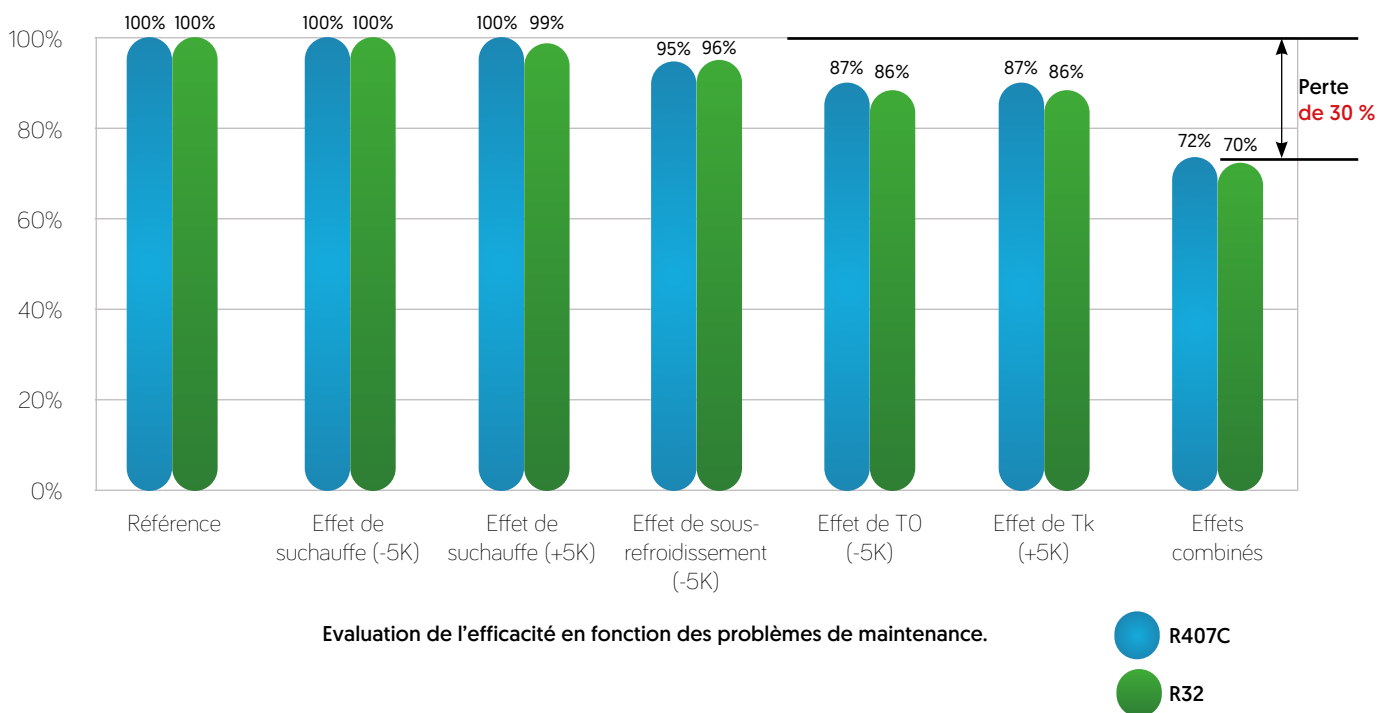
### Impact de la baisse de sous-refroidissement

Garder un sous-refroidissement suffisant est nécessaire pour assurer une alimentation correcte du détendeur avec un « liquide franc ». Toutefois, si le sous-refroidissement baisse de quelques degrés, la puissance frigorifique baisse également. Dans l'exemple considéré dans cette fiche, une baisse du sous-refroidissement de 5 K conduit à une puissance frigorifique de 5 kW (vs. 5,3 kW), une puissance électrique absorbée de 1,54 kW (vs. 1,55 kW), soit un EER de 3,25 (vs. 3,42).

**Généralement, pour chaque degré de sous-refroidissement en moins (dans la limite de la saturation) par rapport au point nominal, le EER se dégrade de 1 %.**

Les ordres de grandeurs donnés dans cette fiche restent valables pour une grande partie des fluides frigorigènes, comme en témoigne les deux tableaux récapitulatifs suivants pour le R407C et el R32, donnés à titre d'exemples.

Impacts individuels et combinés de plusieurs facteurs sur la performance énergétique d'un climatiseur.



# GAINS ÉNERGÉTIQUES RÉALISABLES

Les différentes réglementations thermiques pour les bâtiments neufs (RT AA DOM, RTM et RTG) apportent des améliorations indéniables en termes d'économies d'énergie.

Le technicien en charge de l'évaluation du bilan thermique en vue de la sélection de la climatisation doit en tenir compte.

Il se doit également d'informer de l'usage approprié des dispositifs de protection solaire et de ventilation de l'appartement ou de la maison.

L'objectif de cette démarche est de réduire la consommation d'énergie en actionnant trois leviers :

1. Limiter les apports thermiques externes ;
2. Limiter les apports thermiques internes ;
3. Extraire le maximum de chaleur par ventilation naturelle.

## Limiter les apports thermiques externes

Ceci peut-être atteint en appliquant :

- des facteurs solaires maximaux pour les parois opaques et les baies ;
- une interdiction des fenêtres en toiture ;
- des débits minimaux d'air neuf.

## Limiter les apports internes

- Occupants ;
- bureautique ;
- éclairage ;
- électroménager.

## Extraire certains apports thermiques par ventilation naturelle ou mécanique

Ainsi la réglementation thermique prévoit :

- des ouvertures sur au moins deux façades d'orientation différente et dans chaque pièce principale du logement ;
- un taux d'ouverture minimale des façades des pièces principales du logement ;
- un équilibre de la répartition des ouvrants sur les façades ;

- des exigences sur les ventilateurs de plafond ;
- une surface minimale d'ouverture des baies donnant dans les pièces de service.

En premier lieu, expliquons la méthode qui a été retenue, pour évaluer d'une part, l'incidence d'une construction efficace en termes d'énergie et d'autre part, le respect des bonnes pratiques.

Pour effectuer cette évaluation, le logiciel RATIO CLIM a été utilisé, c'est un outil de calcul d'un usage simple, facilement disponible et libre de droits.

Pour l'exemple cité ici, il s'agit de RATIO CLIM\_G, car l'exemple se situe en Guadeloupe.

Les règles de construction ont été prises à partir d'éléments choisis dans la réglementation thermique, à savoir la RT AA DOM

En second lieu, en ce qui concerne les caractéristiques de la machine, on considèrera tout au long de l'étude que l'EER du climatiseur EER = 3

## Donnons les conditions de référence du local à climatiser :

Lieu : Guadeloupe.

Surface du local à climatiser :  
81,7 m<sup>2</sup>.

Hauteur Sous plafond :  
2.5 m ; T° consigne : 26 °C.

Taux de renouvellement d'air :  
0.5Vol/ h ; soit 102 m<sup>3</sup>/h.

La RT AA DOM indique pour les locaux climatisés, 20 m<sup>3</sup>/h par chambre et 40 m<sup>3</sup>/h pour le séjour.

Un débit d'air de 100 m<sup>3</sup>/h correspond à un séjour-cuisine et 3 chambres, ce qui est possible avec 81 m<sup>2</sup>.

Surfaces des vitrages est, sud, ouest, nord :  
7.1 m<sup>2</sup> Est ; 0.2 m<sup>2</sup> Sud ; 3.6 m<sup>2</sup> Ouest ; 3.4 m<sup>2</sup> Nord ;  
1 m<sup>2</sup> horizontal (les vitrages horizontaux [sky dom ou velux] sont proscrits dans la RT AA DOM).

Tous les vitrages sont des vitres simples et claires, sans protection solaire, présence d'une fenêtre H.

L'isolation des parois opaques est faible.

L'éclairage est calculé pour une puissance surfacique de 12 W/m<sup>2</sup>.

La densité d'occupation est de 12 m<sup>2</sup>/personne ce qui dans notre cas 81.7 W/12 aboutit à 7 personnes.

Puissance équipement TV : 100 W/pers (2 téléviseurs de 350 W fonctionnent simultanément, soit 700 W/7 personnes).

Puissance réfrigérateur : 20 W/pers.

Puissance four : 100 W/pers (puissance de cuisson de 700 W).

Apports par les apports internes :  
100 W + 20 W + 100 W = 220 W/pers.

### Etape 0 : Résultats de ces conditions de référence

Le bilan ainsi établi aboutit à une puissance frigorifique nécessaire de 13 000 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 4 333 W.

La puissance consommée par les équipements électriques (7 x 220 W) = 1 540 W.

La puissance consommée par l'éclairage 81.7 W x 12 = 980 W.

La puissance consommée totale :  
4 333 W + 1 540 W + 980 W = 6 853 W.

### Etape 1 : Prenons en compte la réglementation thermique RT AA DOM et supprimons la vitre horizontale

Apports par les apports internes :  
100 W + 20 W + 100 W = 220 W/pers.

Le bilan ainsi établi aboutit à une puissance frigorifique nécessaire de 12 400 W.

la puissance consommée par le climatiseur est de 4 133 W.

La puissance consommée par les équipements électriques (7 x 220 W) = 1 540 W.

La puissance consommée par l'éclairage :  
81.7 W x 12 = 980 W.

La puissance consommée totale = 4 133 W + 1 540 W + 980 W = 6 653 W.

**Conclusion 1 :** Le gain reste faible de l'ordre de 3 % par rapport au bilan de référence, mais reste facile à mettre en œuvre.

### Etape 2 : Ensuite protégeons les fenêtres par un occultant, on pourra prendre des volets ou des brise-soleil ou un revêtement réfléchissant

Apports par les apports internes : 100 W + 20 W + 100 W = 220 W.

Le bilan ainsi établi aboutit à une puissance frigorifique nécessaire de 10 100 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 3 367 W.

La puissance consommée par les équipements électriques (7 x 220 W) = 1 540 W.

La puissance consommée par l'éclairage  
81.7 W x 12 = 980 W.

La puissance consommée totale =  
3 367 W + 1 540 W + 980 W = 5 887 W.

**Le gain est important de l'ordre de 11,5 % par rapport au bilan précédent, l'investissement nécessaire reste raisonnable, avec un retour sur investissement rapide.**

### Etape 3 : Agir sur les apports internes, en arrêtant les équipements non indispensables

L'action sur les apports internes est plus facile à conseiller.

En agissant à la fois :

- sur l'éclairage en se basant sur une puissance d'éclairage de 5 W/m<sup>2</sup> ;
- sur les équipements électriques en faisant attention à leur utilisation ; on peut conseiller d'éteindre un ou deux téléviseurs allumés.

Puissance équipement TV : 50 W/pers (1 téléviseur de 350 W fonctionne simultanément, soit 700 W/7 pers).

Puissance réfrigérateur : 20 W/pers.

Puissance four : 100 W/pers.

Apports par les apports internes :  
50 W + 20 W + 100 W = 170 W/pers.

**Le gain sur le bilan thermique reste modéré de l'ordre de 3 % par rapport au bilan précédent, mais reste possible à mettre en œuvre.**



Concernant la consommation électrique.

Dans les faits si le climatiseur à une puissance frigorifique nécessaire de 9 800 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 3 266 W.

La puissance consommée par les équipements électriques (7 x 170 W) = 1 190 W.

La puissance consommée par l'éclairage :  
81.7 W x 12 = 408 W.

La puissance consommée totale = 3 266 W + 1 190 W + 408 W = 4 864 W.

**Il faut remarquer que le gain en termes d'économie d'électricité s'élève à 17,3 % par rapport au bilan précédent, ce qui devient intéressant.**

#### Etape 4 : Agir sur les apports internes par ventilation naturelle

Ventiler abondamment par l'ouverture des ouvrants à la suite de la cuisson pour évacuer l'excédent de chaleur, avant de remettre en service le climatiseur.

L'évacuation de la chaleur par le recours à la ventilation naturelle (alizées) ou à l'emploi de brasseurs d'air permet d'évacuer rapidement des apports ponctuels de chaleur, comme ceux dus à la cuisson.

Dans cet exemple, on considère que les apports thermiques résiduels, après ventilation sont ramenés à 10 W/pers.

Les apports par les apports internes deviennent :  
50 W + 20 W + 10 W = 80 W.

La climatisation aura une puissance frigorifique de 9 200 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 3 066 W.

La puissance consommée par les équipements électriques (7 x 80 W) = 560 W.

La puissance consommée par l'éclairage :  
81.7 W x 5 = 408 W.

La puissance consommée totale = 3 066 W + 560 W + 408 W = 4 034 W.

**Cette technique est particulièrement efficace car elle permet une économie d'électricité de 17,3 % par rapport au bilan précédent, ce qui est particulièrement intéressant.**

#### Etape 5 : Agir sur le contrôle du thermostat

Dans l'exemple précédent, le thermostat d'ambiance a été réglé pour une température de 26 °C. Observons l'effet d'un réglage dans un premier temps à 25 °C puis dans un deuxième temps à 27 °C, les autres conditions étant les mêmes que dans l'étape 4.

A 25 °C La climatisation aura besoin d'une puissance frigorifique de 9 700 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 3 233 W, soit une augmentation de la consommation électrique sur le climatiseur de 5,4 %.

La puissance électrique totale consommée = (9 700 W/3) + 560 W + 408 W = 4 201 W, soit une augmentation totale de la consommation électrique de 4,1 %.

A 27 °C La climatisation aura besoin d'une puissance frigorifique de 8 700 W.

La puissance consommée par le climatiseur est de 2 900 W, soit une diminution de la consommation électrique sur le climatiseur de 5,4 %.

La puissance électrique totale consommée : (8 700 W/3) + 560 W + 408 W = 3 868 W, soit une diminution totale de la consommation électrique de 4,1 %.

#### Etape 6 : Agir sur l'isolation des vitres : passer du simple au double vitrage

Le passage du simple au double vitrage permet de réduire la puissance frigorifique requise à 8 100 W, soit une puissance électrique de 2 700 W et un gain sur la consommation de 366 W, soit 9 % d'économie par rapport au cas précédent

#### Résumé sur les économies d'électricité réalisées au cours de chacune des étapes de cette étude. Les gains sont calculés en comparant les consommations électriques totales :

1. Supprimer les vitres horizontales, gains = 3 %, en fait cela peut être plus si la surface vitrée est conséquente, donc il faut proscrire les vitrage horizontaux ou les protéger (volet ou rideau).
2. protéger les fenêtres par un occultant (volets ou brise-soleil ou un revêtement réfléchissant), le gain = 11.5 %, la mise en place d'écran ou de casquette ou

d'occultant est particulièrement rentable.

3. Agir sur les apports internes, en arrêtant les équipements non indispensables, le gain = 17,3 % indique que des gestes simples peuvent entraîner des économies conséquentes.
4. Ventiler abondamment par l'ouverture des ouvrants, le gain = 17,3 %, l'usage des vents ou des brasseurs d'air est donc particulièrement à préconiser avant de mettre en service la climatisation.
5. Agir sur le contrôle du thermostat, le décalage du point de consigne d'un degré par rapport au conditions initiales modifie peu les conditions de confort. Mais il permet une économie de 4,1 %.
6. Agir sur la qualité d'isolation des vitres en mettant du double vitrage, peut faire économiser 9 %. Cette action requiert en revanche un investissement mais celle-ci donne droit également à des subventions.

Ainsi en mettant ces bonnes pratiques en œuvre, la puissance requise pour le climatiseur sera réduite, ainsi que son coût d'achat mais surtout cela permettrait des économies substantielles sur la facture d'énergie.

En résumé, on obtient une économie électrique totale entre les conditions initiales et l'application des règles de bonnes pratiques.

Consommation électrique dans les conditions initiales 6 853 W, Consommation électrique dans les conditions finales 3 868 W : cela représente 43,5 % d'économie sur la facture d'électricité.

Pour illustrer ce qui précède, les puissances électriques précédentes vont être converties en euros en considérant le contexte suivant :

- les équipements fonctionnent en moyenne 12 h/jour, 180 jours/an ;
- le prix du kWh est pris à 0,155 €/kWh.

Nous aboutissons au tableau des coûts de consommation ci-dessous.

Scénario	Clim seule P en kW	Coût Clim/an	Conso totale P en kW	Coût conso/an	Économie annuelle en €	Économie sur la durée de vie de la clim en €
0	4,333	1 450	6,853	2 294	0	0
1	4,133	1 383	6,653	2 227	67	402
2	3,367	1 127	5,887	1 970	323	1 940
3	3,266	1 093	4,864	1 628	666	3 995
4	3,066	1 026	4,034	1 350	943	5 662
5	2,9	970	3,868	1 295	999	5 996
6	2,7	904	3,668	1 228	1 066	6 398

Incidence sur les coûts de consommation en fonction des situations précédentes.

Ouvrage collectif rédigé par un groupe d'experts constitué par l'Association Française du Froid  
Co-auteurs : Emmanuelle Brière (Uniclimate) ; Philippe Cardon (AFF) ; Denis Le Quesne (AFF) ;  
Brice Tréméac (Le Frigorifique/Cnam) ; Mohammed Youbi-Idrissi (Cemafrroid).

Coordination : Éric Devin (AFF), directeur du programme CLIM'ECO  
Secrétariat de rédaction : Martine Geslin (AFF), rédactrice en chef de la *Revue générale du froid*.  
Graphiste : Eve Taberna

L'AFF remercie les constructeurs du GT UNICLIMA pour leurs contributions.

© Association Française du Froid • Tous droits réservés • Octobre 2020 • ISBN : 9782492437014

