



Chauffage

- Introduction
- Le système de chauffage : analyse
- Le diagnostic initial et le projet
- Les solutions de chauffage
- La régulation, la programmation et l'usage
- Information devis



Introduction

Une rénovation thermique vise à :

- Réduire le coût du chauffage en :
 - diminuant les quantités d'énergie nécessaires
 - utilisant une énergie moins coûteuse
 - diminuant les coûts d'entretien et de maintenance
 - améliorant la régulation des températures en fonction des besoins.
- Réduire les émissions de polluants et notamment de gaz à effet de serre*
- Améliorer le confort par l'optimisation de :
 - l'émission de chaleur (plancher chauffant, radiateurs basse température, poêle de masse, disposition des émetteurs, etc.)
 - la régulation, par le maintien de températures précises dans la zone de confort.

La réduction des consommations peut se faire par l'amélioration de l'isolation et par l'amélioration du système de chauffage.

Le système de chauffage : analyse

Un système de chauffage se décompose en quatre parties :

- la production de chaleur par un générateur (par ex. : chaudière)
- la distribution de cette chaleur vers les lieux à chauffer (les tuyaux de chauffage, les vannes, les pompes, etc.)
- l'émission de chaleur (radiateurs, planchers chauffants, etc.)
- la régulation

Ces quatre parties jouent toutes un rôle dans l'efficacité du système : le générateur, bien sûr, les chaudières anciennes ayant de faibles rendements ; la distribution, plus ou moins longue, *calorifugée** ou non ; les émetteurs, dont la puissance varie en fonction principalement de la température d'eau du circuit ; la régulation, plus ou moins précise, programmable ou non.

Un chauffage central comprend tous ces éléments. Un chauffage divisé (radiateurs électriques, poêle à bois, etc.) ne comporte pas de distribution : le générateur est aussi l'émetteur.

* Voir Glossaire



Chaudière ancienne, Source Ajena

La diminution des besoins et son impact sur le chauffage existant

Dans le cas d'une amélioration importante de l'isolation, la puissance déperditivité du logement va fortement diminuer.

Pour dimensionner un système de chauffage, un bureau d'études thermiques (ou un chauffagiste) va calculer la puissance déperditivité d'un logement pour les températures extérieures les plus froides (température "de base").

Prenons l'exemple d'une maison peu isolée de 150 m². En Franche-Comté, en-dessous de 400 m d'altitude, la température de base est d'environ -11°C. La puissance déperditivité est estimée à 15000 Watts (ou 15 kW) : c'est donc la puissance de chauffage nécessaire pour maintenir une température de 20°C dans ces conditions "extrêmes".

Si la température extérieure augmente, la puissance diminue. Pour une température de 0°C, la puissance diminue à 11 kW.

Une fois isolée au niveau BBC, la puissance déperditivité de cette maison va considérablement diminuer : pour - 11°C, 7 kW vont maintenant suffire !

Les conséquences sur le système de chauffage

Un système de chauffage surpuissant n'est pas efficace : dès qu'il se mettra en marche, le logement va très rapidement arriver à la température souhaitée. Dans le cas d'un chauffage central, la chaudière va donc elle aussi s'arrêter après un temps de fonctionnement très court. On aura des cycles de marche/arrêt rapides nuisibles au rendement et à la durée de vie de l'équipement. Certaines installations se trouvent même dans l'incapacité de produire une eau à une température suffisamment basse (dans le cas d'un plancher chauffant par exemple).

Avec un poêle à bois surdimensionné, la température deviendra vite insupportable ; les occupants seront alors tentés de réduire le tirage ce qui entraîne une mauvaise combustion et augmente les risques de feu de cheminée.

Il importe donc d'adapter la puissance du générateur à la puissance déperditivité du bâtiment. Certains équipements sont "modulants", c'est-à-dire qu'ils peuvent faire varier leur puissance (de 9 à 18 kW par exemple) tout en gardant un bon rendement sur toute cette plage de fonctionnement.

En cas de rénovation d'ampleur, le remplacement du générateur va donc souvent s'imposer pour adapter la puissance aux nouveaux besoins.

❶ Puissance déperditivité ?

Tout bâtiment, comme tout objet, échange de la chaleur avec son environnement :

- en perdant de la chaleur si l'extérieur est plus froid que lui (conditions hivernales)
- en récupérant de la chaleur dans le cas contraire (conditions estivales)

Cet échange se fait jusqu'à ce que les températures soient identiques entre l'objet et l'environnement.

La puissance varie en fonction de l'écart de température : plus l'écart est grand, plus la puissance est importante et plus rapidement l'objet se refroidit.

La puissance varie aussi en fonction de la **résistance thermique*** des parois du logement : des parois bien isolées diminuent la puissance déperditivité et la chaleur reste plus longtemps dans le logement.



Les radiateurs

Cette réduction de la puissance déperditive a aussi un impact sur les radiateurs. Chaque radiateur est en effet dimensionné pour apporter dans chaque pièce la puissance nécessaire au maintien de sa température. La puissance d'un radiateur dépend de plusieurs facteurs :

- sa taille et la surface d'échange
- la température de l'eau du circuit de chauffage
- et, dans une moindre mesure, la vitesse et la quantité d'eau.

Le dimensionnement des radiateurs s'est longtemps fait pour une eau à environ 70/80°C. Avec l'installation d'une chaudière à condensation, il faut absolument diminuer ces températures (voir le paragraphe "Chaudière à condensation" ci-dessous), ce qui diminue la puissance des radiateurs de moitié. Si les radiateurs n'étaient pas surdimensionnés et que l'isolation n'a pas été suffisamment renforcée, le logement ne pourra plus être maintenu en température (puissance d'émission insuffisante) s'il fait trop froid. Il faut, dans ce cas, remplacer certains radiateurs dits "haute-température" par des radiateurs "basse température", plus grands. A défaut, on devra chauffer l'eau à une température supérieure au seuil de condensation pour maintenir la puissance nécessaire.

Le rendement des chaudières et des pompes à chaleur dépend fortement de la température à laquelle ils doivent élever l'eau du circuit. On veillera donc à adapter le système de distribution (remplacement et/ou déplacement de radiateurs) pour dégager une puissance suffisante avec une eau la moins chaude possible. Le plancher chauffant, avec des températures d'environ 30°C, est la solution la plus efficace à cet égard. Il présente cependant un coût important et une forte inertie pouvant mener à des surchauffes, notamment dans le cas d'une rénovation performante avec de forts apports solaires.

L'emplacement des radiateurs, plus ou moins dégagé et plus ou moins pertinent, va aussi influencer sur leur capacité à rayonner dans la pièce.



Radiateur à déplacer car rayonnant vers une paroi vitrée mal isolée, Source Ajena

Le diagnostic initial et le projet

Si le logement possède déjà un système de chauffage, il faut évaluer la possibilité de le conserver intégralement ou seulement en partie afin de réduire les investissements nécessaires tout en assurant le confort avec les consommations les plus faibles possibles.

Etat initial : chauffage central

La présence d'un chauffage central est plutôt un avantage :

- il représente un investissement déjà important dont la plupart, voire l'intégralité, des éléments peut être conservée
- c'est le système le plus pratique et précis pour apporter les quantités de chaleur nécessaires à chaque pièce du logement.

En revanche, pour décider de sa conservation en l'état ou de modifications à apporter, il faut vérifier :

- la compatibilité de cette installation avec le projet de réhabilitation
- le rendement de l'installation dans son ensemble.

Si elle représente un frein, notamment par rapport à l'isolation de l'enveloppe, et si les besoins de chauffage sont très fortement réduits, il peut être pertinent de démonter cette installation. Mais attention à la qualité globale de l'opération pour ne pas devoir finalement recourir à des chauffages électriques !

Les questions à se poser

Compatibilité avec le projet

- Les émetteurs sont-ils bien placés, bien dimensionnés ?
- La distribution est-elle cohérente avec les différences d'occupation (jour/nuit notamment) ?
- La régulation est-elle placée au bon endroit ? Permet-elle la gestion de zones différentes ?

Rendement de l'installation

- Le diagnostic de l'installation doit être fait par un professionnel qualifié.

Le générateur

- Rendement, niveaux d'émissions de polluants et de gaz à effet de serre
- Age et durée de vie restante
- Puissance adaptée au projet (pas de surpuissance notamment)
- Carnet d'entretien renseigné régulièrement
- Possibilité d'installer une régulation efficace

S.O.S FICHES



“Diagnostic complet”



FICHES TECHNIQUES

5/21

La distribution

- Longueurs des tuyaux en espace non chauffé
- Niveau du *calorifugeage** en espace non chauffé, en passage de dalles, derrière les isolants
- Bitube ou monotube
- Etat général : corrosion, *embouage**, etc...

Les émetteurs

- Puissance suffisante à basse température
- Emplacement satisfaisant
- Etat général

Etat initial : chauffage divisé

Les logements les plus anciens étaient chauffés dans certaines pièces par des cheminées ouvertes ou des poêles à bois. L'objectif n'était pas de chauffer l'intégralité du logement mais de réchauffer les personnes se tenant auprès des foyers. L'isolation se faisait au plus près des corps : couvertures, édredons, sièges enveloppants, robes de chambres voir manteaux d'intérieur !

Les poêles et inserts

Beaucoup de logements sont dotés de conduits de fumées utilisables (diagnostic indispensable par un professionnel qualifié). Les poêles ou inserts existants sont souvent obsolètes (mauvais rendement, danger potentiel) et surpuissants, surtout pour un logement rénové. Les cheminées ouvertes, avec un rendement de l'ordre de 10 à 15 % et des fuites d'air énormes, ne constituent en aucun cas un moyen de chauffage pertinent. Utiliser un poêle moderne est par contre envisageable, économique et écologique (Voir ci-dessous).

Les radiateurs électriques

Très consommateurs d'*énergie primaire**, les radiateurs électriques, convecteurs ou panneaux radiants ne permettent pas d'atteindre le niveau BBC dans nos zones climatiques. Ils ne peuvent être présents qu'à titre d'appoint dans une rénovation performante.

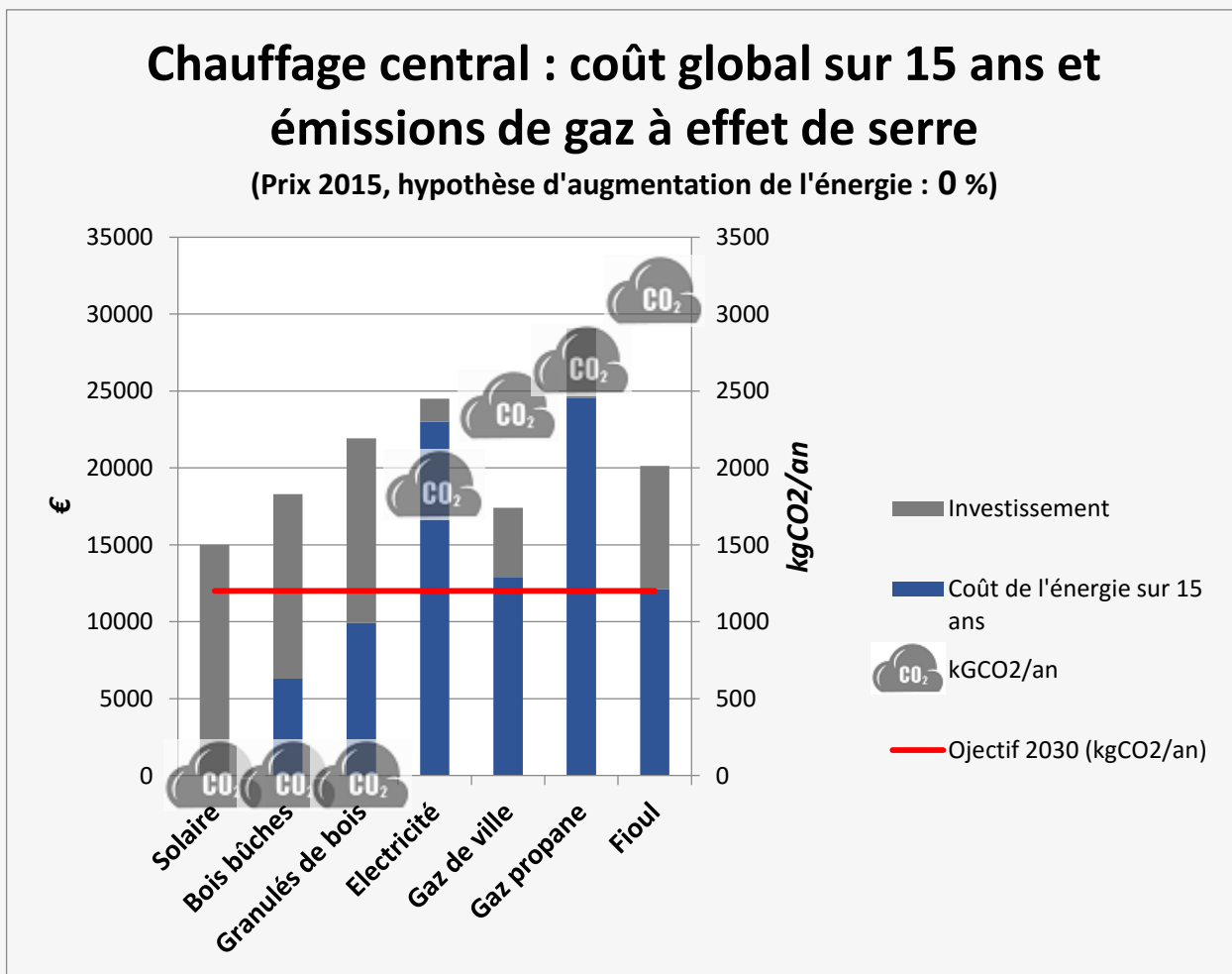
La régulation

- Sonde extérieure
- Thermostat d'ambiance
- Programmeur
- Robinets thermostatiques
- Nombre de zones de chauffage indépendantes (jour/nuit...)
- Ergonomie, facilité d'emploi
- Précision des températures de consigne

Quelle énergie choisir ?

Du type d'énergie choisi va dépendre :

- le coût d'investissement ;
- le coût de fonctionnement ;
- la performance écologique de l'installation.



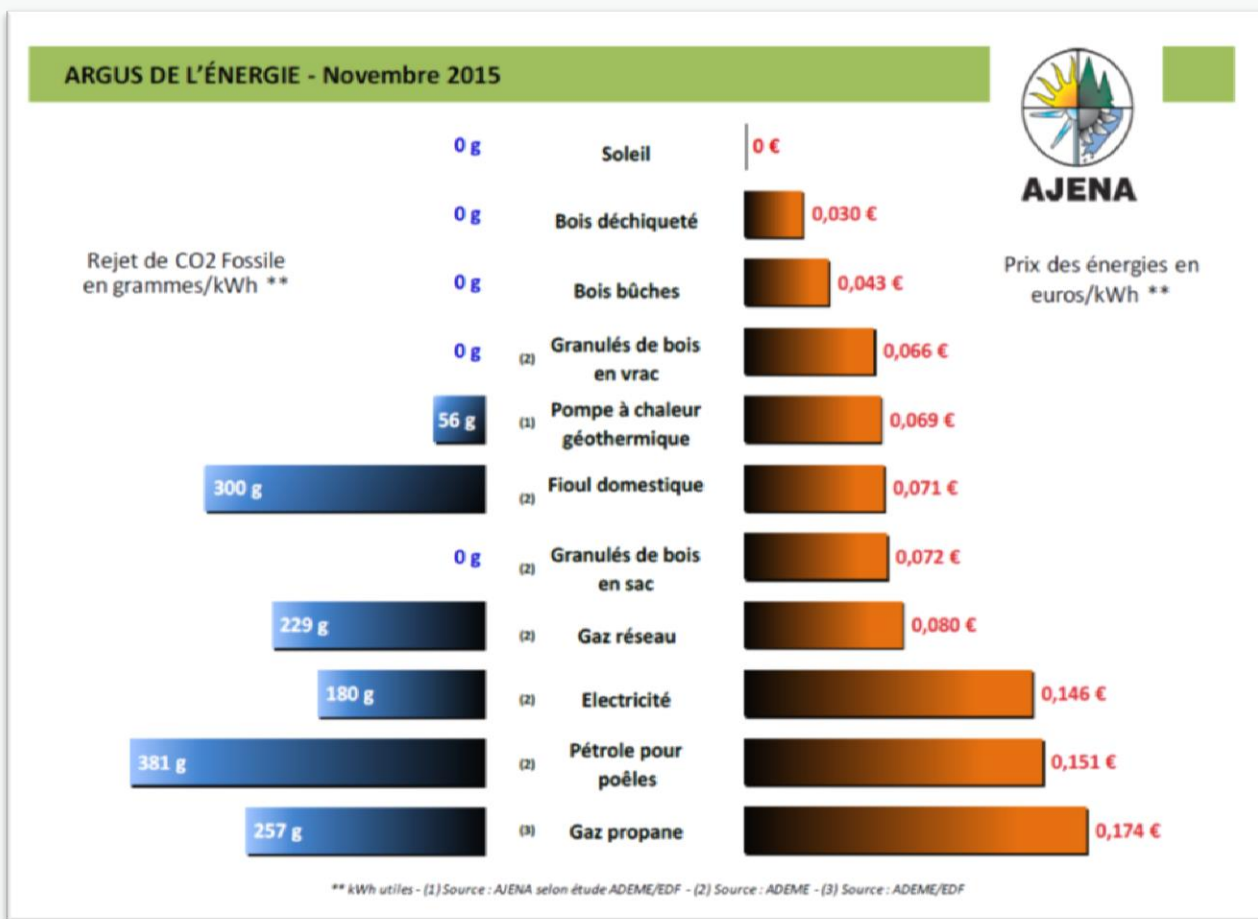
Source Ajena

S'il est impossible de prévoir l'évolution du coût des énergies sur les quinze années à venir (la durée de vie conventionnelle d'une chaudière), on constate néanmoins une forte instabilité du prix des énergies fossiles et une incertitude non moins importante sur le prix de l'électricité (durée de vie des centrales nucléaires, coût du démantèlement, investissements élevés dans les nouveaux moyens de production, etc.)

Le bois énergie présente une sécurité plus importante quant au coût d'approvisionnement, historiquement plus stable, mais ne peut être totalement déconnecté du prix des énergies fossiles nécessaires à sa production.

Pour un projet bien pensé, un investissement plus important permet de limiter la dépendance aux évolutions ultérieures du prix des énergies.

La stratégie carbone de la France vise à ramener les émissions de gaz à effet de serre à environ 1200 kg de CO₂ par logement en 2030 !



ⓘ Energie primaire et énergie finale

Les performances des logements sont exprimées en énergie primaire. Pour toutes les énergies sauf l'électricité, cela correspond à la quantité d'énergie consommée dans le logement.

Pour l'électricité, on compte la quantité d'énergie nécessaire à la production de cette électricité : Réglementairement, on considère qu'il faut 2,58 kWh d'énergie primaire pour produire 1 kWh d'électricité finale.

Cela limite fortement la possibilité de recourir à l'électricité pour chauffer le logement ou de l'eau chaude sanitaire dans le cadre d'une rénovation basse consommation. Plutôt que de brûler 2,58 kWh de gaz dans une centrale électrique pour n'obtenir finalement qu'un kWh de chauffage, il est plus efficace de le brûler directement dans la chaudière du logement. On réservera donc l'électricité pour les usages où elle est irremplaçable : éclairage, électro-ménager... On parle alors *d'électricité spécifique**.

L'association Ajena réalise depuis plus de vingt ans cet argus de l'énergie. Mis à jour trimestriellement, l'Argus indique le coût de chaque énergie en euros TTC par kWh (kilowattheure) et tient compte du rendement des appareils produisant et émettant la chaleur. En revanche, il ne tient compte ni de l'investissement, ni de l'entretien (ramonage, contrat SAV) de ces appareils. Ces coûts sont calculés pour le chauffage d'une maison individuelle de 100m² située à Lons-le-Saunier, isolée suivant les règles de construction en vigueur

en 1990 et pour la production d'eau chaude sanitaire pour une famille de quatre personnes soit un total de 16 000 kWh/an. Pour faire une comparaison du coût de chaque énergie ou obtenir un ordre de grandeur du coût de chauffage de votre habitation, il vous faut multiplier le coût de l'énergie (euros par kWh) par votre consommation (en kWh/an). Les rendements considérés sont ceux de chaudières neuves. Les prix des énergies comparées, sont ceux observés en novembre 2015.

Les solutions de chauffage

Si le système de chauffage fait partie des premières tranches de travaux d'une rénovation par étape, on s'orientera vers des systèmes modulants dont la puissance varie sans dégradation du rendement : chaudières au gaz ou aux granulés, dans une certaine mesure chaudières bûches à accumulation...

Utiliser des générateurs de chauffage trop puissants est une erreur souvent commise qui va nuire au rendement de l'installation et à la longévité des appareils. C'est une habitude ancienne visant à assurer le confort même par grand froid, la performance économique et énergétique n'étant pas alors une priorité. On peut obtenir sensiblement le même résultat avec une puissance calculée au plus juste : en cas de climat extrême, on ne diminuera pas la température de nuit pour ne pas avoir besoin de la surpuissance exigée par la remontée en température du logement le matin.

Du fait d'une meilleure isolation des menuiseries et d'une plus grande surface vitrée, les apports solaires sont aujourd'hui plus importants : cela contribue aussi au maintien en température les bâtiments et donc à la baisse des puissances de chauffage nécessaires.

Pour le chauffage central, on veillera au calorifugeage des tuyaux (et des vannes) en zones non chauffées, sous chape, etc. En cas d'isolation intérieure, ne pas les faire passer entre le mur et l'isolant. Dans la mesure du possible, limiter les longueurs de distribution (par exemple, suppression des anciennes distributions "en parapluie").

Enfin, après la réalisation des travaux, affiner les réglages (T° extérieure / T° intérieure / consommation / confort). En cas de régulation insatisfaisante, ne pas hésiter à interroger le chauffagiste ayant fait l'installation sur les possibilités de réglage.

Les systèmes de chauffage central d'une puissance inférieure à 70 KW font maintenant l'objet d'une étiquette énergie de A+++ à G. Le chauffage électrique n'est pas concerné par cette réglementation européenne.

Chauffage solaire

Si le logement se situe à un emplacement bien exposé, sans ombres portées et bénéficiant d'un bon ensoleillement en toutes saisons, l'installation de panneaux capteurs solaires est envisageable. Ceux-ci peuvent être posés sur le toit ou à proximité immédiate de l'habitation. Dans ce dernier cas, ils peuvent être orientés de façon optimale pour favoriser les apports solaires hivernaux (plein Sud et inclinés de 60 %). Les installations ont cependant encore une bonne productivité pour des orientations allant jusqu'à Sud-Ouest ou Sud-Est.

Pour un bon fonctionnement, l'émission de chaleur devra se faire à la température la plus basse possible soit, dans l'idéal, avec un plancher chauffant ou, sinon, des radiateurs basse température. La qualité de l'isolation influera fortement sur ce paramètre, le chauffage solaire doit donc s'inscrire dans une rénovation énergétique exigeante !



Source Ajena

Avec un système bien dimensionné, le soleil couvrira jusqu'à 60% des besoins de chauffage et la quasi-totalité de ceux d'eau chaude sanitaire. Le recours à un appoint reste donc indispensable.

Point de vigilance

L'efficacité d'un chauffage solaire dépend de beaucoup de paramètres liés notamment à la régulation, au suivi des consommations et à la gestion des appoints : la qualification de l'installateur est primordiale pour installer un système performant. Il lui faudra au préalable dimensionner au plus juste les besoins d'énergie après rénovation pour éviter un investissement démesuré et des problèmes de fonctionnement.

En moyenne, les installations de chauffage solaires courantes comportent entre 6 et 15 m² de capteurs. Le coût es compris entre 1000 à 1400 €/m² de capteur.

Entretien et maintenance

Les installations de chauffage solaire ne demandent pas d'entretien particulier.

Par contre, il est important de pouvoir en suivre le fonctionnement pour ne pas solliciter inutilement les appoints : l'installation doit être équipée de compteurs de chaleur intégrés à la régulation.

Chaudières à bûches

Utilisant un combustible local et non transformé, la chaudière à bûche, malgré un investissement conséquent, reste une solution très économique. Il existe plusieurs technologies : les chaudières les plus performantes utilisant le tirage forcé et la combustion inversée (de haut en bas).

Les installations récentes équipées d'un ballon tampon et d'une régulation adaptée, permettent d'améliorer énormément le confort d'utilisation (autonomie) et le confort à l'usage (température stable à l'intérieur du logement) ; sans compter le gain assez conséquent par rapport à une installation "classique" (20 à 30% de bois économisé). Certains modèles disposent même d'un allumage automatique, ce qui permet de programmer le démarrage de la chaudière (avant un retour de vacances par exemple).

Etat initial favorable	Etat initial défavorable
Pas de masques solaires : proches ou éloignés, ils dégradent fortement la rentabilité de l'installation.	Surface vitrée importante et bien exposée : en effet, dans ce cas, une maison bien isolée et bien exposée profite déjà fortement des apports solaires grâce aux vitrages !
Emetteurs basse température installés ou en projet : augmentent le rendement de l'installation.	Isolation partielle : une puissance déperditive trop importante diminuera la part d chauffage apportée par le solaire ou sinon, l'investissement sera trop important.
Isolation performante	
Bonne capacité d'investissement	

Les chaudières à bûches présentent des particularités à prendre en compte :

- Elles ont des puissances de chauffage supérieures aux besoins des logements rénovés
- Elles ne doivent pas fonctionner au ralenti (mauvais rendement et fortes émissions de particules fines nocives)
- La charge de bûches que contient leur foyer représente une quantité d'énergie souvent supérieure aux besoins journaliers du logement
- Il est donc indispensable d'installer un ballon tampon (ou d'hydro-accumulation, généralement de 1500 à 3000 litres) qui stockera cette énergie excédentaire et la restituera progressivement en fonction des besoins de chauffage.

En premier, il faut que l'occupant définisse le nombre maximum de chargements qu'il souhaite effectuer, les jours les plus froids de l'hiver. Tenant compte de cette exigence, le chauffagiste calcule ensuite le volume adéquat du ballon, en fonction de la surface du logement et son niveau d'isolation. Une fois ce volume défini, il reste à estimer la taille du foyer de la chaudière, de sorte à ce qu'un chargement suffise à chauffer l'intégralité du ballon.

Points de vigilance

- L'installation hydraulique doit être correctement réalisée pour l'utilisation de combustible bûches (sécurité, dimensionnement du stockage...)
- Les conduits de fumées doivent être prévus pour ce type de combustible
- Le combustible doit être sec (20% d'humidité maximum) : on s'efforcera donc de trouver un approvisionnement de qualité. Le stockage se fera à l'abri des pluies dans un local fortement ventilé. Des bûches mal séchées ne produiront que peu d'énergie pour le chauffage et la combustion incomplète risque d'encrasser les conduits de fumée, augmentant les risques d'incendie.

Entretien et maintenance

- Certaines pièces sont à remplacer périodiquement (revêtement du foyer, sondes, etc.) : se renseigner au préalable sur la fréquence et le coût de ces opérations.
- Les surfaces d'échange internes à la chaudière doivent être nettoyées régulièrement.
- Deux ramonages annuels réglementaires

Pour que l'installation soit correctement dimensionnée, il faut une corrélation entre :

- L'autonomie recherchée
- L'habitation et ses besoins en chaleur
- Le volume du ballon tampon
- La taille du foyer de la chaudière



Chaudière et ballon d'hydro-accumulation - Source www.econologie-maison.fr



Chaudières à granulés

Les granulés de bois ou pellets, petits bâtonnets de combustible compactés et très sec (environ 10% d'humidité), sont issus des déchets de scieries (sciure et copeaux). Lorsqu'ils sont issus d'une exploitation forestière durable, ils ne contribuent pas au changement climatique.

Avec 4600 kWh par tonne, ils présentent une meilleure densité énergétique que le bois bûche et nécessitent un volume de stockage deux fois plus faible. Pour un logement de taille moyenne rénové au niveau BBC, un silo de 2 à 3 tonnes suffira. Cela représente une surface de 3 à 4 m² sur 2 à 2,5 m de haut. Ce stockage peut être situé à distance de la chaudière (jusqu'à 20 m !).

De plus, ils permettent d'utiliser des chaudières automatiques, la seule intervention de l'utilisateur étant un déchargement périodique.

Points de vigilance

- Eviter le surdimensionnement de la chaudière : la puissance ne devrait pas dépasser la puissance nécessaire calculée dans l'étude thermique
- Le granulé doit être de bonne qualité : on recherchera des granulés certifiés (DINplus, ENplus, NF). Des groupements de consommateurs existent permettant à la fois de réduire le coût de l'approvisionnement et de garantir la qualité du combustible.
- Les camions de livraison doivent pouvoir s'approcher à moins de 20 mètres du silo. Celui-ci doit être étanche à l'eau.
- Le système d'alimentation entre le silo et la chaudière peut être bruyant : veiller à une insonorisation suffisante.
- Deux ramonages annuels réglementaires.



Chaudière à granulés et silo, Source Effilogis

Chaudières à condensation gaz ou fioul

La combustion du gaz, mais surtout du fioul et du bois, provoque des fumées acides. Pour protéger les chaudières de la corrosion, on a longtemps veillé à ce que la température des fumées ne descende pas en-dessous d'une certaine température. Pour cela, on s'assurait que les températures de retour du circuit de chauffage ne soient pas trop basses. Aujourd'hui, au contraire, l'utilisation d'échangeurs inoxydables permet de récupérer encore plus de chaleur en faisant condenser ces fumées sans risque de détérioration des matériels. On diminue le plus possible les températures du circuit de chauffage pour favoriser la condensation. Cela améliore le rendement des chaudières de 4 à 8 % environ pour le fioul ou le gaz.

En fonction des combustibles utilisés, les températures à ne pas dépasser varient, pour le gaz environ 55°C et 47°C pour le fioul. Plus ces températures sont basses, meilleur est le rendement de l'installation : on privilégie donc les émetteurs à basse température (plancher chauffant...) et on s'assure que le logement est suffisamment isolé.

Points de vigilance

L'évacuation des condensats doit se faire vers les réseaux d'assainissement. On veillera à protéger ces réseaux du gel, le cas échéant.

Entretien et maintenance

Entretien annuel obligatoire par professionnel certifié.

Ramonage annuel obligatoire sauf pour les chaudières à ventouse qui sont équipées d'un conduit de fumées avec deux tubes concentriques débouchant directement vers l'extérieur horizontalement via un mur ou en toiture.

Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) utilisent l'électricité pour faire fonctionner un compresseur et non, comme dans un chauffage électrique "classique" (dit "à effet joule") pour produire de la chaleur via une résistance. Elle récupère la chaleur dans un milieu (nommé "source froide" : l'air extérieur, le sol...) pour la restituer dans le logement (via les émetteurs nommés "source chaude" : radiateurs ou planchers chauffants,), augmentée par la compression.

Les PAC sont désignées en fonction de ces deux "sources" : par exemple une PAC air / eau va puiser la chaleur dans l'air pour la restituer à travers un système de chauffage central à eau chaude. On parle dans ce cas d'aérothermie. Une PAC puisant la chaleur dans le sol est une PAC géothermique.

Dans le chauffage électrique à effet joule, la conversion de l'énergie électrique en chaleur est efficace : pour un kWh électrique, on aura pratiquement 1 kWh de chaleur. Le problème est que pour produire ce kWh électrique il aura fallu 2,58 kWh d'énergie "primaire"...



Chaudière fuel à condensation, Source Ajena

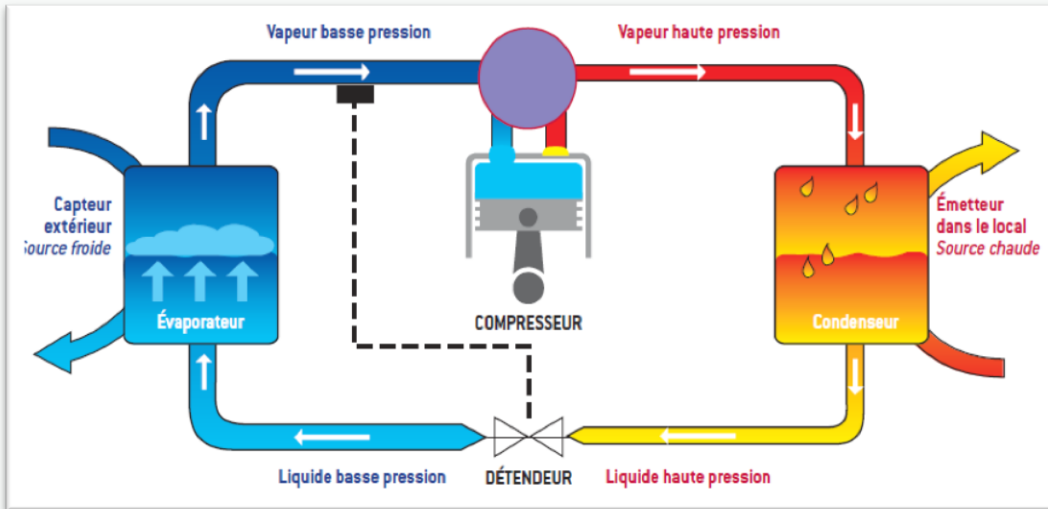


Schéma de fonctionnement d'une PAC - Source AQC

Le graphique ci-contre reproduit les résultats de laboratoire pour une PAC air/eau. Ces COP théoriques se dégradent d'environ 0,7 point pour chaque élévation de 10°C de la température d'émission. On comprend dès lors l'intérêt de privilégier le chauffage à basse température. Par ailleurs, entre des températures extérieures de +7°C et de -7°C, le COP se dégrade de 1,3 points, pointant l'intérêt de basculer sur un générateur moins coûteux par grand froid.

La dégradation du COP est plus forte les jours les plus froids : les PAC viennent donc ajouter à la demande électrique lors de la pointe de consommation, ce qui dégrade leur bilan écologique (électricité carbonée). Certaines PAC voient aussi leur puissance diminuer avec la baisse des températures : elles risquent de faire appel fortement aux appoints par grand froid.

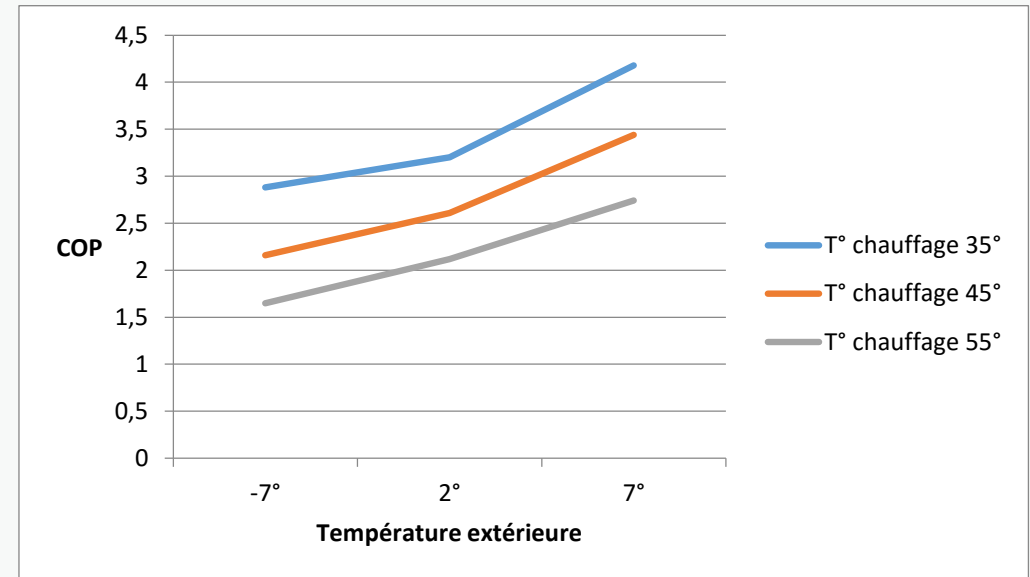
Configuration favorable :

PAC géothermique/plancher chauffant : source froide "constante" (env. 12°C) et température d'émission réduite (environ 30°C) : nécessite un plancher chauffant et des capteurs enterrés.

Dans de bonnes conditions, la compression d'un gaz dans la PAC va au contraire produire plus d'énergie calorifique que cela ne va consommer d'électricité. Les gaz employés possèdent un fort pouvoir de réchauffement atmosphérique et dégradent la couche d'ozone : des précautions sont donc exigées quant à l'utilisation de ces matériels.

Cette différence, c'est le **coefficient de performance (COP)** qui indiquera l'efficacité de la PAC : un COP de 3 signifie que la PAC produit trois fois plus de chaleur qu'elle ne consomme d'électricité.

Pour atteindre de telles performances et également assurer un fonctionnement satisfaisant, l'écart de température entre la "source froide" et la "source chaude" doit être le plus faible possible. Les COP sont toujours donnés pour des températures de source froide et de source chaude données (7°/35° étant le plus favorable et le plus mis en avant, même si l'installation ne fonctionnera jamais à ces températures !)



Exemple de variation du COP selon les écarts de température entre l'extérieur et l'eau du circuit de chauffage

Configuration défavorable :

PAC Air/Eau : air froid (-11°C) et radiateurs haute température (env. 70°C) : chauffage possible mais dégradation inévitable du COP, l'émission à basse température est toujours préférable.

En rénovation, les PAC s'installent en substitution ou en relève de chaudière. En substitution, la chaudière est supprimée, la PAC fonctionne seule la plupart du temps et avec un appoint électrique par grand froid. Les PAC géothermiques sont plus adaptées à la substitution. Un poêle à bois peut aussi assurer un appoint économique.

En relève de chaudière, la PAC fonctionne prioritairement puis, en-dessous d'une certaine température (entre -5° et +5°C ext.), la chaudière prend le relai.

PAC air/eau

Points de vigilance

Aussi séduisantes qu'elles puissent paraître, les PAC sont des systèmes exigeants. De nombreuses installations ne prenant pas en compte les spécificités de ces appareils ont fait l'objet de litiges. En cas de choix d'une PAC en rénovation, on s'assurera de...

- Diminuer les températures d'émission : les radiateurs basse température sont un minimum ; le plancher chauffant est le complément idéal
- Déterminer la température minimale de fonctionnement de la PAC en fonction notamment du COP réel de l'installation et des besoins de chauffage
- L'installation peut nécessiter un ballon tampon, notamment en présence de robinets thermostatiques sur l'installation, pour éviter les cycles courts (marche-arrêt)
- De manière générale, le fonctionnement hydraulique de l'installation de chauffage sera modifié (augmentation des débits) : prévoir un découplage entre la PAC et la distribution
- Désembouage souvent nécessaire avant le raccordement de la PAC
- Bénéficier d'une fourniture de courant électrique de bonne qualité : éviter l'installation d'une PAC en bout de réseau électrique
- Protection de la PAC contre le gel : pas de coupure de courant prolongée en hiver
- Les nuisances acoustiques peuvent être importantes, pour le logement ou les logements voisins
- Installer l'échangeur de la PAC préférentiellement au Sud, en tenant compte des vents dominants
- La régulation comprend une sonde extérieure à installer au Nord ou au Nord-Ouest



PAC Air/Eau, Source Ajena



- S'assurer que l'implantation de la PAC n'est pas contraire aux règles d'urbanisme ou de copropriété
- Munir l'installation d'un témoin de fonctionnement de l'appoint électrique

Travaux induits

Selon la situation, des travaux complémentaires peuvent être nécessaires, notamment :

- Changement de la puissance ou du type d'abonnement (mono à triphasé par exemple).
- Pose d'un ballon tampon
- Modification des émetteurs de chaleur
- Renforcement de l'isolation et de l'étanchéité à l'air

Entretien et maintenance

Obligatoire :

- Contrôle annuel de l'étanchéité si la masse de fluide frigorigène est supérieure à 2 kg.
- Tous les cinq ans, contrôle par un organisme de certification si la PAC est réversible et si sa puissance est supérieure à 12 kW.

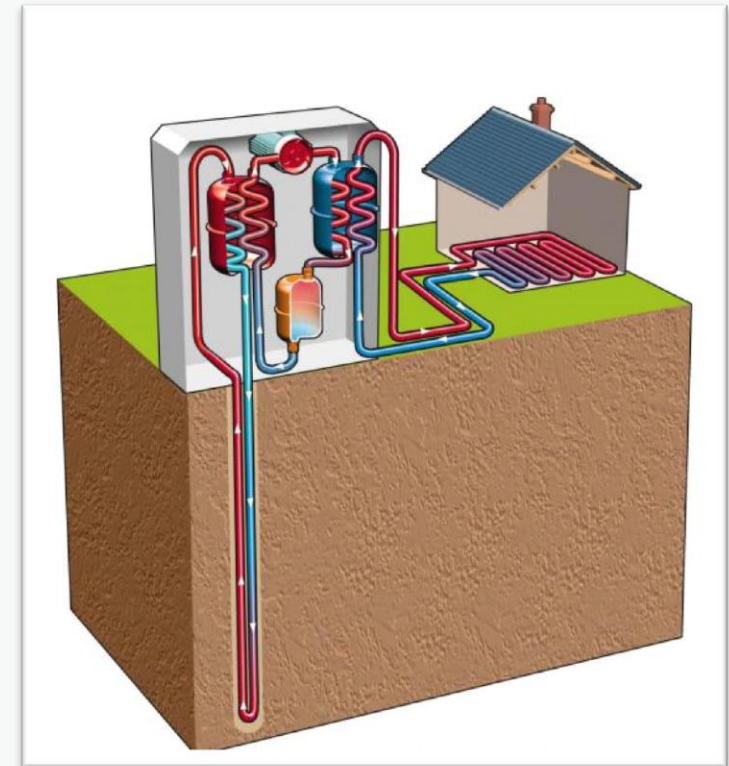
Recommandé

- Entretien annuel : relevé des paramètres (carnet d'entretien) ; nettoyage du filtre à eau et de l'unité extérieure ; contrôle de l'antigel, etc. Signalement des anomalies.

PAC géothermique

On distingue trois sortes de PAC géothermiques :

- Sol/Eau (détente directe) : le fluide frigorigène est en grande quantité et circule dans le sol
- Eau glycolée/Eau : C'est de l'eau additionnée d'antigel qui circule dans le sol puis délivre cette chaleur au fluide, présent en moins grande quantité.
- Eau/eau : la PAC puise la chaleur dans une masse d'eau, en général la nappe phréatique.



Composant de la géothermie, Source ADEME-BRGM

Dans les deux premiers cas, les capteurs peuvent être horizontaux (répartis sur une surface de 1 à 2 fois la surface à chauffer) ou verticaux (profondeur selon la nature du sol et la puissance nécessaire).

Points de vigilance

Un des points cruciaux est le bon dimensionnement des capteurs : l'entreprise de forage, pour le déterminer, devra connaître l'énergie nécessaire au cours d'une saison de chauffe et l'appréciera en fonction de la conductivité du terrain disponible, déterminée par une étude du sol.

- Ne pas sous-dimensionner les capteurs (risque de gel du terrain, baisse du rendement au cours de l'hiver)
- Adapter le dimensionnement des capteurs en cas de besoins accrus (extension, chauffage d'une piscine...)
- Pour une PAC Eau/eau, en plus de respecter la réglementation, il faut s'assurer de la pérennité de la hauteur de la nappe !
- PAC Eau/eau : échangeur intermédiaire fortement conseillé

+ <http://www.geothermie-perspectives.fr/>

Poêles à bois : bûches ou granulés

Le poêle à bûches est le moyen de chauffage le plus économique mais, avec l'allumage manuel et la manutention importante du combustible, il peut ne pas convenir à tous les logements ou à tous les occupants. Le poêle à granulés, automatique et programmable utilise un combustible plus dense et facilement manipulable. Il est par contre plus cher à l'achat et à l'usage.

Aujourd'hui, un poêle performant permet de chauffer intégralement certains logements si la disposition s'y prête :

- Peu de cloisonnement
- Espace compact
- Très bon niveau d'isolation

Cependant, dans un grand nombre de cas, la distribution de la chaleur ne sera pas satisfaisante :

- Cloisonnement important, murs de refend
- Logement sur plusieurs niveaux
- Pièces éloignées, etc.

(Par ailleurs, le logement pourrait ne pas répondre pleinement à la réglementation sur les locations qui prévoit que chaque pièce puisse être chauffée.)



Poêle à granulés, Source Effilogis

Il est en fait difficile de prévoir la répartition de la chaleur avec ces systèmes de chauffage. On privilégiera :

- Pour les grands espaces, les grandes hauteurs sous plafond, les poêles à accumulation : faible température de surface et chauffage par *rayonnement** plus que par *convection** ;
- Pour les poêles visant à chauffer un étage supérieur en plus de celui où ils sont situés : des poêles en fonte ou en acier à haute température de surface qui transmettent plus de chaleur par convection plus important.

Même dans le cas des poêles à granulés prévus à cet effet, les systèmes de chauffage à réseau d'air chaud ne transmettent qu'une faible part de leur puissance (4 à 20 %). L'obtention d'un chauffage suffisant et confortable dans les pièces desservies est difficile à obtenir (stratification, bruits, etc.) Ces systèmes, s'ils sont bien conçus, peuvent cependant donner des résultats satisfaisants.

On constate souvent la présence de chauffages d'appoint électriques pour pallier les problèmes de répartition de chaleur. Non maîtrisé, l'impact de ces systèmes peut être important dans le bilan énergétique du logement.

Il existe des poêles reliés à un réseau de chauffage (poêles "bouilleurs" ou "hydrauliques"). Le fonctionnement est proche d'une chaudière mais, non isolés, ils sont conçus pour émettre également la chaleur par rayonnement dans la pièce où ils sont installés.

Points de vigilance

- Le poêle ne doit pas être surdimensionné : sa puissance sera calculée pour chauffer la pièce dans laquelle il se trouve et les pièces adjacentes "connectées" mais pas l'intégralité du logement. Sinon, le risque est de provoquer des surchauffes localisées sans pour autant chauffer correctement le reste du logement. On peut en partie "lisser" l'émission de chaleur avec un poêle à accumulation.
- Poêles à bûches : on régule l'émission de chaleur en limitant la quantité de bois chargée et non en réduisant l'arrivée d'air nécessaire !
- Bûches ou granulés, le combustible devra être sec et stocké à l'abri de l'humidité (voir ci-dessus : chaudières à bûches et à granulés)
- En cas de surdimensionnement ou de mauvais emplacement des équipements, la ventilation hygroréglable peut ne pas fonctionner correctement (assèchement de l'air de la pièce conduisant à un renouvellement d'air insuffisant).
- La combustion nécessite beaucoup d'air : un conduit d'arrivée d'air extérieur raccordé au poêle permet l'amenée de l'air nécessaire sans nuire à l'étanchéité du logement. On veillera à ce que la ventilation mécanique ne contrarie pas le tirage du poêle.

S.O.S FICHES



"Ventilation"



FICHES TECHNIQUES

18/21

Entretien et maintenance

- Deux ramonages annuels réglementaires
- Entretien et réglage annuel des poêles à granulés indispensable

Radiateurs électriques

Par sa grande consommation en énergie primaire et fortement carbonée en période de pointe, le chauffage électrique n'est pas recommandé. Seule l'utilisation en appoint pourrait être admise dans une rénovation de niveau BBC, si le calcul réglementaire en atteste la possibilité.

Les matériels coûtent de plus en plus cher sans apporter de grande amélioration sur le rendement propre des appareils, les gains de performance se faisant surtout sur la précision de la régulation.

La régulation, la programmation et l'usage

Une augmentation de la température de consigne de 1°C exige 7 à 15 % d'énergie supplémentaire. Il importe donc, en plus d'investir dans du matériel performant et adapté au projet, de régler au plus juste la température en fonction de l'occupation. Ainsi, une chambre peut être confortable à 16°C alors qu'un salon demandera au moins 19°C... pour peu que quelqu'un y soit présent ! Dans le cas contraire, un abaissement de la température permettra de faire des économies sans provoquer d'inconfort.

Ainsi, si les horaires d'occupations sont réguliers, une programmation automatisée permettra d'éviter de chauffer excessivement des espaces non utilisés. Pour peu que les abaissements de températures portent sur des

plages horaires suffisamment longues (quelques heures), la remontée en température n'est pas plus consommatrice que le maintien permanent à la température de confort. On trouve maintenant couramment des programmeurs "intelligents" capables d'optimiser les réglages, les heures de relance notamment, en fonction du mode d'occupation.

Dans le cadre d'une rénovation thermique très performante, la régulation ne doit plus être confiée principalement à une sonde extérieure, les besoins de chaleur du logement étant peu impactés par ces variations. C'est le thermostat d'ambiance qui doit avoir la priorité sur la régulation.

Informations devant figurer sur un devis

Générateur : Marque, modèle, puissance (ou plage de puissance en cas de système modulant)

En fonction des équipements concernés :

- Dépose de l'ancienne chaudière, des radiateurs...
- création et branchement d'une prise d'air extérieur
- Evacuation des fumées
- Traitement et évacuation des condensats
- Raccordement électrique
- Accessoires et main d'œuvre pour traiter l'étanchéité à l'air des conduits
- Désembouage avant installation
- Régulation programmable (intégrée ou séparée du générateur), sonde extérieure, thermostat d'ambiance, robinets thermostatiques.
- Compteurs d'énergie calorifique et/ou électrique (notamment en cas d'installation solaire, de pompe à chaleur ou de chauffage collectif.
- Circulateur : puissance et consommation électrique, débit variable ou non
- Calorifugeage de la distribution et des vannes en locaux non chauffés, sous chape, etc.

Le devis comprendra également le cas échéant le raccordement au réseau hydraulique et la modification de celui-ci (remplacement de vannes 4 voies par vanne 3 voies, ballon d'hydro-accumulation etc.), les accessoires nécessaires (purgeurs, filtres, limiteurs de pression, etc.)

Si vous sollicitez des aides financières, le devis (mais surtout la facture) devra faire apparaître les caractéristiques techniques exigées par ces aides (rendement, COP, émissions de GES...) : se renseigner auprès d'un Espace info énergie.

La main d'œuvre doit être également dissociée du coût de la fourniture des équipements.



Réno✓ACT

VOTRE PARCOURS DE RÉNOVATION