



Les équipements climatiques et de ventilation des bâtiments résidentiels et tertiaires

Les équipements climatiques des bâtiments résidentiels et tertiaires

Identification et recommandations pour le DPE

Sommaire

<u>Introduction</u>	2
1- Equipements de chauffage.....	3
1.1 Electrique Effet Joule	4
- convecteurs – panneaux rayonnants – radiateurs à inertie – radiateurs bi-jonction – Régulations associées → recommandations	
- Plancher – Plafond rayonnants – régulations associées → recommandations	
1.2 Electrique a détente directe (réversible).....	7
Mono split – Multi split – VRV – les unités intérieures → recommandations	
1.3 Systèmes à circulation d'eau.....	11
1.3.1 Emetteurs	12
- radiateurs – planchers chauffants – ventilo-convecteurs – plafond chauffants – poutres froides → recommandations (dont équilibrage)	
1.3.2 Distribution.....	16
- bitube – hydrocablé – monotube – équipements associés aux réseaux de distribution → recommandations	
1.3.3 Régulations.....	21
- robinets thermostatiques – thermostats d’ambiance – régulation sur loi d’eau – optimiseur → recommandations	
1.3.4 Génération.....	24
- pompes à chaleur (A/E – E/E – Géothermique – Sol/Sol) → recommandations	
- chaudières à combustibles fossiles → recommandations	
- chaudières à bois → recommandations	
- solaire thermique → recommandations	
- réseaux de chaleur → recommandations	
1.4. Poêles à bois – insert.....	38
Bois bûches – Granulés de bois → recommandations	
1.5. Systèmes spécifiques aux bâtiments de grand volume	40
Roof top – générateurs d’air chaud – tubes radiants gaz – aérothermes → recommandations	
2 – Equipements de ventilation et de climatisation	45
2.1 Le secteur résidentiel (individuel et collectif)	49
- Naturelle - simple flux autoréglable – hygroréglable A et B – double flux à récupération - thermodynamique → recommandations	
2.2 Le secteur tertiaire	58
- Ouverture des fenêtres- simple flux – double flux hygiénique– modulation des débits en fonction de l’occupation → recommandations	
2.3 Les centrales de traitement d’air	64
- CTA Simple flux - CTA double flux à récupération – CTA Thermodynamique → recommandations	
2.4 Les groupes de production d’eau glacée.....	69
Extérieurs – Intérieurs avec tours de refroidissement → recommandations	

Introduction

Le Diagnostic de Performance Energétique (DPE) ainsi que les audits énergétiques, entrent dans le cadre de politiques de limitation des consommations énergétiques des bâtiments, menées depuis quelques années par les pays européens.

L'établissement du DPE ainsi que son contenu sont réglementés : le diagnostic comprend, outre le calcul de l'évaluation de la consommation d'énergie, un descriptif du bâtiment ou du logement (mode constructif, parois, orientation) ainsi que de ses équipements de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissements et de ventilation.

Une partie essentielle du DPE est la **rédaction de recommandations** d'améliorations à l'attention de l'acquéreur, du bailleur ou du propriétaire afin de lui permettre d'économiser de l'énergie par des travaux ou par un bon usage des équipements.

Le présent document a pour vocation de dresser une liste documentée des différents systèmes de :

- chauffage,
- refroidissement,
- ventilation,







pouvant être relevés dans les bâtiments existants, aussi bien résidentiels que non résidentiels, et de permettre aux diagnostiqueurs d'élaborer des recommandations d'amélioration énergétique spécifiques à ces équipements.

Les différents thèmes seront abordés sous forme de fiches présentant :

- Champ d'application
- Fonction (couplage possible avec une autre fonction – ventilation / rafraichissement...)
- Principe de fonctionnement
- Quelques fabricants (pour consultation sites internet et reconnaissance de l'équipement)
- Les possibilités d'amélioration ou les recommandations

1. EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE

La description d'un système de chauffage peut être réalisée suivant différents critères :

					
Energie	Réversibilité	Plusieurs usages	Direct ou décentralisé	A détente directe	Centralisé ou à fluide caloporteur

Rappelons que s'il existe des équipements indispensables à la vie des occupants d'un bâtiment, sous notre latitude, ce sont les **systèmes de chauffage**.

L'être humain, depuis qu'il maîtrise le feu, l'a utilisé pour cuire, fondre, fumer la viande et se chauffer...

Après le bois et le charbon, le fioul et le gaz sont venus proposer des solutions pratiques et économiques, associées à des équipements centralisés, qui n'ont cessé d'évoluer pour optimiser l'utilisation de l'énergie.




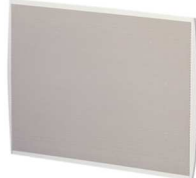



C'est dans les décennies 1950 et 1960 que le "chauffage central", premier mode de chauffage "organisé", apparaît. La production de chaleur – essentiellement des chaudières au fuel puis ultérieurement au gaz – est centralisée.







L'électricité, en France, s'est ensuite imposée dans les années 70 avec le choix énergétique effectué par l'Etat pour assurer son indépendance énergétique suite au premier choc pétrolier, et la construction de centrales nucléaires.

Aujourd'hui, alors que la sobriété énergétique fait partie des préoccupations des citoyens de l'Europe et du monde, l'utilisation des énergies renouvelables s'impose de plus en plus (avec le retour en force du bois énergie !).

L'histoire et toutes ces évolutions technologiques font de ce sujet un ensemble fourni et varié que nous avons essayé de décrire de façon logique.

Sont abordés en début de ce panorama les équipements à effet Joule, simples et autonomes, suivis des systèmes, toujours électriques, mais à détente directe, puis les systèmes à circulation d'eau, nombreux et plus complexes, les poêles à bois, en développement depuis quelques années, et enfin des appareils spécifiques à certains bâtiments de grand volume.

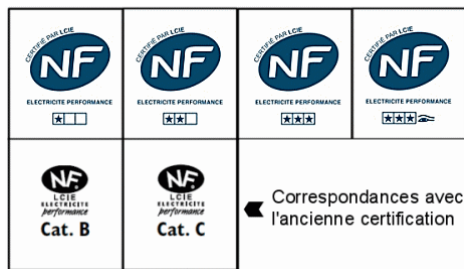
<p>1-1</p>	<p align="center">Les systèmes électriques à effet Joule</p>	 Electricité
<p><u>Champ d'application</u> Résidentiel Tertiaire</p>	<p>Définition : L'effet Joule est la manifestation thermique de la résistance électrique qui se produit lors du passage d'un courant électrique dans tout matériau conducteur. L'effet porte le nom du physicien anglais James Prescott Joule qui l'a découvert en 1840.</p> <p align="right">(Source : Wikipédia)</p>	 Direct
<p>Convecteur</p>	<p>C'est en 1971, à l'issue de plusieurs années de travaux effectués par la direction de la recherche et développement (R&D) d'EDF, que le chauffage électrique (CE) est commercialisé.</p> <p>La question était d'assurer, dans des conditions économiques acceptables pour le client, un chauffage performant avec une énergie dont le coût unitaire (par kWh facturé au client) était notablement plus élevé que celui des autres énergies. L'adoption d'un système décentralisé au niveau des pièces constitua une première réponse.</p> <p>Avantages : bon marché, réactif, peu d'entretien, s'installe facilement Inconvénients : chaleur mal répartie, matériel bas de gamme</p>	
<p>Panneau rayonnant</p>	<p>Le principe est différent d'un convecteur qui ne fait que chauffer l'air. Le panneau rayonnant est constitué d'une plaque de résistance qui diffuse sa chaleur au travers d'un élément protecteur (grille métal, façade en verre).</p> <p>La plaque chauffée "rayonne", chauffant ainsi les objets qui l'entourent.</p> <p>Avantages : meilleur confort de chauffe et diffusion de la chaleur, simple à poser, se décline en différentes présentations Inconvénients : moins réactifs que les convecteurs</p>	
<p>Radiateur à inertie</p>	<p>Une résistance chauffe un matériau qui va stocker la chaleur et la restituer. Il en existe plusieurs types :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fluide caloporteur • fonte • aluminium • pierre <p>Avantages : confort de chauffe, simple à poser, reste économique à l'achat Inconvénients : la réactivité est le premier défaut des chauffages à inertie</p>	
<p>Radiateur à accumulation</p>	<p>Il s'agit d'un gros bloc conçu pour « stocker » de la chaleur la nuit (quand le tarif de l'électricité est moins élevé) afin de la restituer tout au long de la journée. Il est constitué d'un matériau à forte inertie thermique (brique réfractaire).</p> <p>Avantages : coût d'exploitation inférieur en utilisant le tarif de nuit Inconvénients : peu esthétique et massif, plus onéreux à l'achat et surtout peu réactif</p>	
<p>Plancher chauffant électrique</p>	<p>Constitué d'un réseau de câbles chauffants basse température (28°C max pour la température du sol) coulé dans la chape liquide de la pièce. La chaleur, qui vient du sol, parfaitement répartie dans la pièce. L'effet "pied froid" est supprimé.</p> <p>Avantages : confort de chauffe, pas d'émetteurs muraux Inconvénients : installation plus onéreuse, préparations préalables nécessaires, peu réalisable en rénovation, inertie et importance des temps de réaction</p>	

<p>Plafond chauffant électrique (plâtre : PRP)</p>	<p>Utilise des panneaux autoporteurs, constitués d'une couche de laine minérale sous laquelle un film chauffant est collé en usine posés sous des plaques de plâtre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formats des plaques de plâtre : 120 x 240 ou 300 cm (R = 0,03 m².K/W). • Puissance unitaire : 27 à 88 W. <p>Avantages : très réactif (montée en température rapide), plage de réglage programmable de 5 à 30°C, peu de dégradations, pas de limitation à 28 °C de la température de surface</p> <p>Inconvénients : installation plus onéreuse, préparations préalables nécessaires, hauteurs sous plafond suffisantes</p>	
<p>Plafond chauffant électrique (modulaire : PRM)</p>	<p>Utilise des modules standardisés de faux plafonds modulaires, sous forme de feuilles minces incorporant une résistance électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formats courants : 60 x 60 cm, 60 x 120 cm, 30 x 150 cm. • Puissance unitaire : 60 à 125 W. <p>Avantages : très réactif (montée en température rapide), plage de réglage programmable de 5 à 30°C, peu de dégradations, pas de limitation à 28 °C de la température de surface</p> <p>Inconvénients : installation plus onéreuse, préparations préalables nécessaires, hauteurs sous plafond suffisantes</p>	
<p>Mur chauffant électrique</p>	<p>Les films radiatifs basse tension de grandes dimensions sont appliqués directement sur les murs et recouverts d'un simple crépi ou d'une plaque de plâtre.</p> <p>Avantages : très réactif (montée en température rapide), plage de réglage programmable de 5 à 30°C, peu de dégradations, pas de limitation à 28 °C de la température de surface</p> <p>Inconvénients : installation plus onéreuse, préparations préalables nécessaires, précautions en cas d'intervention ou de percement des parois.</p>	
<p>Plinthe électrique chauffante</p>	<p>Modèle de faible hauteur permettant une intégration sur des longueurs relativement conséquentes.</p> <p>Avantages : esthétique, discret, chauffe les murs en périphéries</p> <p>Inconvénients : relativement onéreux, peut empêcher de meubler à sa convenance, soumis aux chocs</p>	
<p>Emetteur bi-jonction (convecteurs, panneaux rayonnants ou radiateurs)</p>	<p>Appareil équipé de 2 résistances associées à des circuits distincts et un thermostat : un circuit collectif assurant une température de base (12 °C en général) et un circuit individuel assurant le complément de chauffage suivant une consigne.</p> <p>Avantages : individualisation d'une partie des consommations de chauffage, bénéfice d'un tarif du kWh souvent plus avantageux (tarif général pour des puissances appelées élevées)</p> <p>Inconvénients : remplacement individuel des équipements soumis à autorisation de la copropriété</p>	<p>Même aspect extérieur qu'un appareil simple résistance</p> 
<p>Aérotherme électrique</p>	<p>Equipement constitué d'un échangeur de chaleur muni d'un ventilateur. La chaleur provient d'une résistance électrique. Le jet d'air chaud est dirigé vers l'espace à chauffer.</p> <p>Avantages : très réactif, puissances élevées</p> <p>Inconvénients : soufflage d'air et bruit pouvant ne pas être en adéquation avec les activités des locaux desservis</p>	

Régulations	Seuls les modèles NF catégorie C permettent une gestion centralisée sur fil pilote ou par courant porteur avec un programmeur Certains modèles plus récents permettent une programmation individuelle ainsi qu'un détecteur de présence	
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Informations complémentaires :

Depuis juin 2014, le classement **NF Electricité Performances 3 étoiles** est apparu sur les appareils de chauffage électrique, certifiés par l'AFNOR et remplace les anciennes Catégories B et C.



Les recommandations (suivant guide des recommandations du Ministère de 2009) :

- Remplacement des convecteurs par des panneaux rayonnants au minimum dans les pièces principales. Opter pour des appareils **NF Electricité Performances 3 étoiles**.
- Si des travaux de plancher bas sont prévus : plancher rayonnant électrique associé à une chape thermique isolante (ou murs rayonnants). Dans tous les cas d'installation de réseau de chauffage intégré à la maçonnerie, il est primordial de garder une trace écrite de ces installations afin que la localisation du réseau dans la maçonnerie ne devienne pas un risque lors de travaux ultérieurs.
- L'adoption d'un chauffage électrique par accumulation nécessite, pour être économiquement intéressant, de fonctionner en tarif « heures creuses », s'il y a une souscription à un abonnement double tarif.
- S'il y a un conduit de cheminée ouvert, envisager la pose d'un insert ou d'un poêle à bois pour assurer la base du chauffage et effectuer l'appoint par des convecteurs ou panneaux rayonnants NF Electricité Performances. Pour l'appareil à bois, choisir un appareil labellisé « Flamme Verte » installé par un professionnel.
- Pour les maisons individuelles : si un système de chauffage central est envisagé, vérifier la possibilité de mettre en place une pompe à chaleur. L'installation d'une pompe à chaleur nécessite d'avoir un très bon niveau d'isolation globale du bâtiment et est l'affaire d'un professionnel qualifié.

Sites internet d'information :

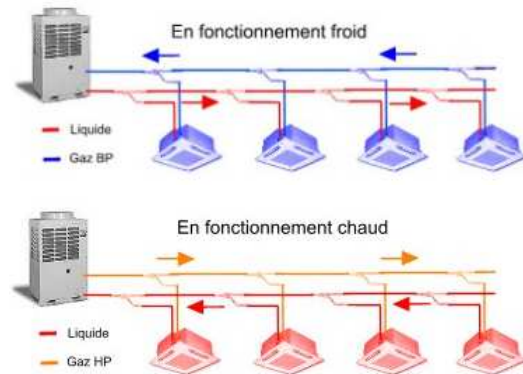
<http://www.melchior.fr/etude-de-cas/trente-ans-de-chauffage-electrique-histoire-dune-innovation-mouvementee>
<https://radiateur.ooreka.fr>

1-2	Les systèmes électriques à détente directe	 Electricité
<p><u>Champ d'application</u> : Résidentiel Tertiaire</p>	<p>Définition : La détente directe est une fonction de production de froid en climatisation et de transfert directement du circuit fluide frigorigène vers l'air à refroidir.</p> <p>Souvent comparés avec les systèmes à circulation d'eau, les systèmes à détente directe présentent en effet de nombreuses similitudes.</p> <p>La détente directe se rencontre également en géothermie avec la pompe à chaleur géothermique sol déroulant directement l'évaporateur dans le sol.</p> <p style="text-align: right;">(Source : X Pair)</p>	 A détente directe
<p>Mono split</p>	<p>Climatisation réversible composée d'un groupe extérieur et d'une unité intérieure pour chauffer et rafraîchir une pièce.</p> <p>Plusieurs types d'unités intérieures pour le mono-split :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unité intérieure type "Mural" - Unité intérieure type "Console" - Unité intérieure type "Cassette encastrable" - Unité intérieure type "Plafonnier" 	
<p>Multi splits</p>	<p>Climatisation réversible composée d'un groupe extérieur permettant de raccorder de 2 à 4 unités intérieures.</p> <p>Mêmes unités intérieures que pour le mono-split ainsi que les unités gainables.</p> <p>Avantages : équipement thermodynamique, permet de produire du chaud ou du froid, économique</p> <p>Inconvénients : reste dépendant des conditions météorologiques, chauffage d'appoint en dessous de 5 °C.</p> 	
<p>Climatiseur</p>	<p>Application spécifique professionnelle : (ex. préparations froides, fleuristes)</p> <p>Le « froid process » regroupe toute installation de réfrigération qui n'a pas pour but de climatiser un local et qui n'est pas soumise à la réglementation de Performance Énergétique des Bâtiments (PEB).</p> 	
<p>DRV (Variable Réfrigérant Volume) VRV (Débit Réfrigérant Variable) 2 tubes</p>	<p>C'est un système à détente directe qui à partir d'une seule unité extérieure (groupe compresseur) alimente plusieurs unités intérieures.</p> <p>Le système VRV est basé sur la technologie Inverter ou Digital Scroll, ce qui permet à l'unité extérieure d'adapter le volume de réfrigérant, donc sa puissance, en fonction des besoins de climatisation.</p>  <p style="text-align: center;">Compresseur Scroll</p>	

Le compresseur Scroll : il est composé d'une spirale supérieure fixe et d'une seconde qui orbite autour de la première, mue par un moteur électrique.

Cette conception permet une compression partielle du fluide (en présence de liquide dans la chambre de compression, les spirales ont la capacité de se désolidariser ce qui évite tout risque de dommage mécanique) également appelée compliance.

(<http://www.abcclim.net/scroll.html>)



**2 tubes :
chaud ou froid**

Les appareils intérieurs sont raccordés au réseau frigorifique par des distributeurs

Cette solution est préconisée dans les locaux ayant les mêmes charges internes et expositions.

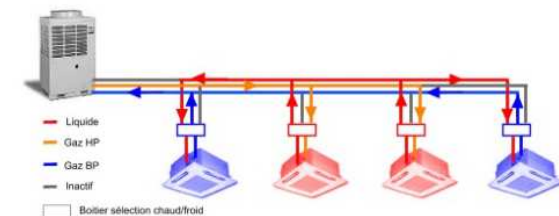
(Source : ABC Clim)



Les systèmes VRV à récupération

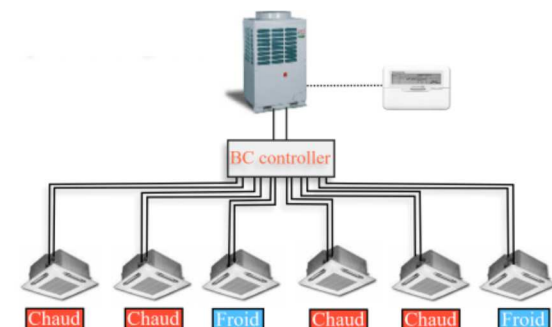
Les unités intérieures sont totalement indépendantes dans le choix de leur mode de fonctionnement.

Les unités intérieures peuvent être gérées indépendamment et produire soit du chaud, soit du froid. La sélection du mode de fonctionnement s'effectue par le biais d'un boîtier. **Les 3 tubes** venant de l'unité extérieure (liquide, gaz HP, gaz BP) ainsi que les tubes de l'unité intérieure y sont raccordés. Ce boîtier est composé d'électrovannes permettent l'inversion chaud/froid.



Le troisième tube est utilisé pour transférer le fluide frigorigène entre les unités intérieures dont le mode de fonctionnement diffère.

Le principe du VRV à récupération d'énergie **2 tubes** repose sur l'utilisation d'un coffret de raccordement (DC controller) muni de vannes trois voies qui permettent la distribution du fluide frigorigène aux différents appareils intérieurs. La distribution du fluide sous ses différentes phases est pilotée par microprocesseur.

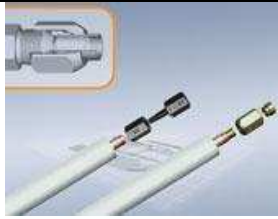


**2 tubes / 3 tubes
à récupération :
chaud et froid**

(Source : ABC Clim)



Identification par rapport aux systèmes à circulation d'eau



Outre les marques et types des appareils, le principal indice pour reconnaître un système à détente directe par rapport à un système à circulation d'eau se situe au niveau des écrous de raccordement entre les tubes pré-isolés et les unités Split.



Informations complémentaires :

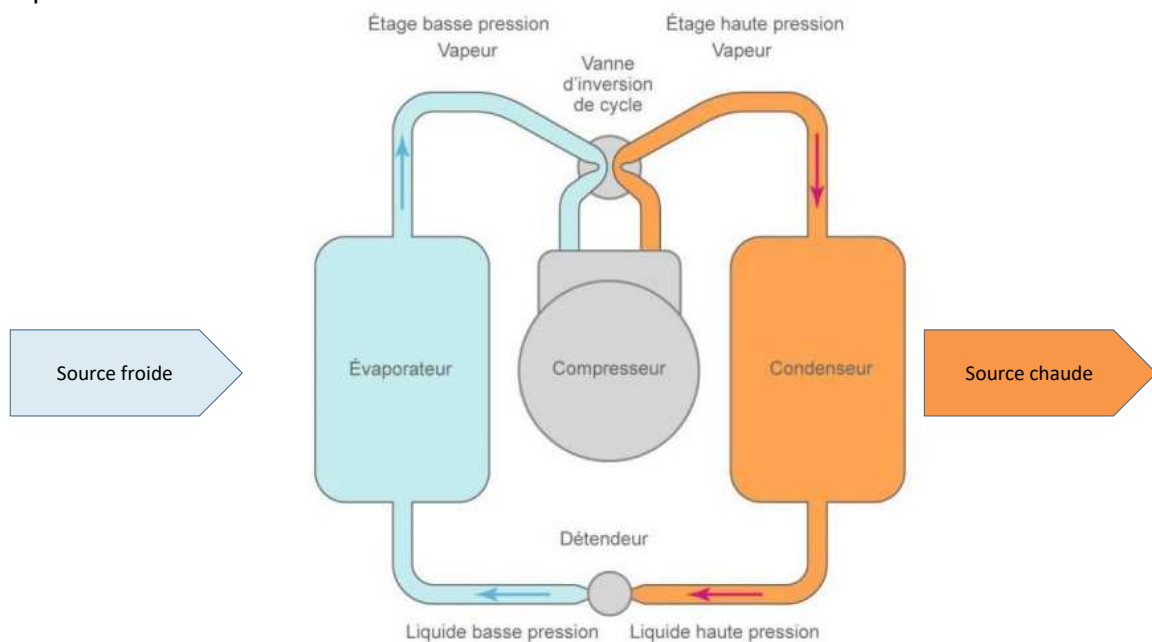
Fonctionnement d'une pompe à chaleur

Une pompe à chaleur est composée d'un évaporateur, d'un compresseur, d'un détendeur et d'un condensateur.

Un fluide frigorigène, sous forme liquide puis sous forme gazeuse, circule dans le circuit qui relie chacun de ces composants.

Le changement d'état du fluide frigorigène passe par 4 étapes :

1. Le fluide frigorigène, à l'état liquide, récupère les calories de l'air extérieur. La température du fluide augmente grâce à l'énergie captée. Le fluide se transforme alors en gaz et s'évapore.
2. Le compresseur, alimenté par un moteur électrique, aspire et comprime le fluide frigorigène. À la fin de cette phase, le fluide gazeux est chaud et sous haute pression.
3. La condensation du fluide frigorigène, alors à l'état de vapeur haute pression, permet de transmettre la chaleur à l'air intérieur. Le gaz repasse à l'état liquide.
4. Le détendeur fait chuter la pression du fluide frigorigène et prépare le fluide liquide avant la phase d'évaporation.



Les sources froides peuvent être :

- L'air
- L'eau d'un forage sur nappe phréatique
- L'eau de nappe ou d'une rivière
- L'eau glycolée d'un capteur géothermique enterré ou immergé
- Le fluide frigorigène circulant directement dans des capteurs enterrés à détente directe

Les sources chaudes peuvent être :

- L'air
- L'eau d'un circuit de chauffage quelle que soit sa nature. Pour un fonctionnement de la pompe à chaleur en rafraîchissement, les émetteurs également doivent être réversibles.
- Le fluide frigorigène circulant directement dans un plancher chauffant à détente directe

Contrôle d'étanchéité des PAC

L'arrêté du 7 mai 2007 relatif au contrôle d'étanchéité des éléments assurant le confinement des fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques et climatiques modifié par l'arrêté du 29 février 2016 relatif à certains fluides frigorigènes et aux gaz à effet de serre fluorés définit un certain nombre d'obligations qui peuvent concerner les PAC.

La fréquence des contrôles d'étanchéité est fonction de la charge en fluide frigorigène :

- charge > 2 kg : tous les ans
- charge > 30 kg : tous les 6 mois
- charge > 300 kg : tous les 3 mois

Le contrôle est réalisé suivant les normes EN 378-2 et EN 378-3 par un opérateur agréé.

Les résultats des contrôles d'étanchéité et les réparations effectuées ou à effectuer doivent être inscrits sur une fiche d'intervention permettant de suivre l'installation, pendant au moins 5 ans si la charge est supérieure à 3 kg.

Le non-respect de cette obligation par le propriétaire de l'installation peut entraîner une amende pénale.

Les recommandations (suivant guide des recommandations du Ministère de 2009) :

- L'installation d'une pompe à chaleur nécessite d'avoir un très bon niveau d'isolation globale du bâtiment
- L'installation d'une pompe à chaleur est l'affaire d'un professionnel qualifié.
- Les équipements dont la charge en fluide frigorigène est supérieure à 2 kg doivent être entretenus une fois par an par un professionnel. Cette opération qui s'accompagne d'un essai d'étanchéité, permet de garantir une performance optimale et de s'assurer du confinement du fluide frigorigène.
- Un système Split ou multi-split est relativement simple à installer dans un bâtiment existant mais ses performances dépendent de la température extérieure (plus la température extérieure est basse, moins la PAC sera performante). Aucun appoint intégré n'est possible dans ce genre d'appareil, il faut donc maintenir un système d'appoint autre pour ne pas surdimensionner l'appareil.

Sites internet d'information :

<http://www.climamaison.com/lexique/detente-directe.htm>

<http://www.nordclim.fr/installation-climatisation-nord/climatisation-systeme-detente-directe>

<http://www.abcclim.net>

http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/solutions_climatisation_eau_glacee/techniques_climatisation/820.htm

Quelques fabricants :

ATLANTIC

CARRIER

DAIKIN

MITSUBISHI

SOFATH

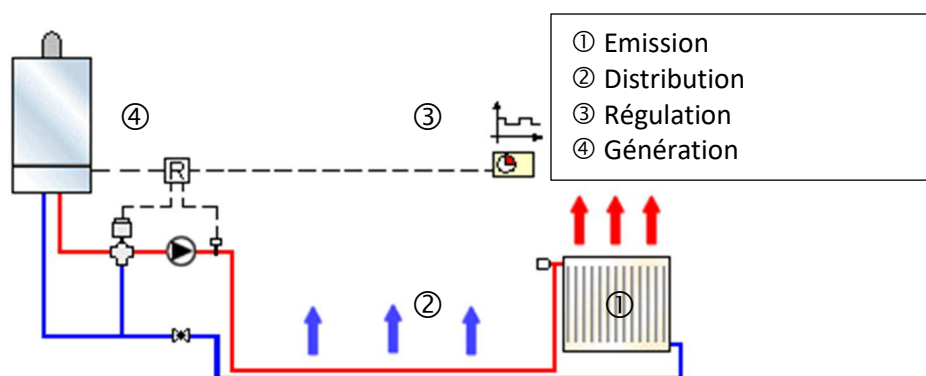
TECHNIBEL



Champ d'application
Résidentiel
Tertiaire

Définition : Egalement appelé **chauffage central**, ce système désigne un mode de chauffage avec lequel on peut chauffer les différentes pièces d'une maison, d'un immeuble, ou d'une ville, à partir d'un seul générateur de chaleur communément nommé chaudière, ou chauffage urbain. La chaleur est acheminée au moyen d'un fluide caloporteur, dans des tuyaux, vers les radiateurs, ou directement au moyen d'air chaud, dans des gaines, vers les différentes pièces, comme c'est le cas pour les calorifères. (Source : Wikipédia)

Qu'il soit **collectif ou individuel**, un système de chauffage centralisé est composé de quatre éléments qui seront étudiés séparément :



Le chauffage collectif est très fréquent dans les immeubles et les copropriétés.






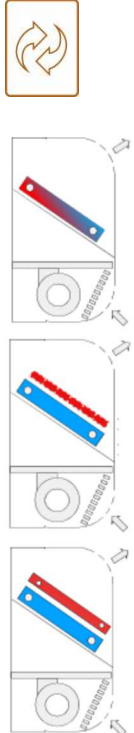
Depuis 1974, tous les bâtiments à usage principal d'habitation chauffés collectivement doivent impérativement permettre une **individualisation des frais de chauffage**. Cela permet de comptabiliser la consommation de chaque logement. Cette répartition peut être gérée par :











- des **répartiteurs électriques** (fixés sur chaque radiateur, certains modèles permettent de relever les informations depuis l'extérieur du logement à partir d'un signal radio)
- d'un **compteur d'énergie thermique** (placé à l'entrée, il relève la consommation de chauffage du logement)

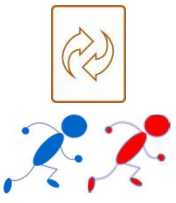
La gestion du chauffage collectif est, en général, assurée par le **propriétaire de l'immeuble** ou dans le cas d'une copropriété par le **syndic**. Celui-ci est chargé de la répartition des frais et de contacter un chauffagiste en cas de panne ou d'entretien.

Une règle de répartition assez courante des frais de chauffage attribue environ 70 % de la facture d'énergie pour la partie individuelle et 30 % pour les frais communs à tout l'immeuble (ensuite répartie en fonction des tantièmes de copropriété).



1-3-1	Les émetteurs de chaleur et/ou de froid	
Champ d'application : Résidentiel Tertiaire	<p>Définition : Un émetteur de chaleur est un élément d'un système de chauffage qui sert à transmettre la chaleur à l'objet, le matériau ou l'espace à chauffer.</p> <p>En particulier, dans le cas du système de chauffage d'un bâtiment, un émetteur se trouve situé dans chaque pièce chauffée du bâtiment. Par exemple, les radiateurs, les planchers chauffants, les ventilo-convecteurs sont des émetteurs de chaleur.</p> <p style="text-align: right;">(Source : Wikipédia)</p>	
Radiateur à eau chaude	<p>Le radiateur est le plus ancien des émetteurs à circulation d'eau. Réalisé en fonte, en acier ou en fonte d'aluminium, c'est un échangeur thermique qui diffuse dans la pièce qu'il dessert la chaleur fournie par le fluide caloporteur par convection et par rayonnement.</p> <p>La puissance fournie par un radiateur est fonction de sa taille (surface d'échange), de la température et du débit de l'eau qui le parcourent. Un radiateur est dit « basse température » s'il est alimenté par de l'eau présentant un régime de température de l'ordre de 55/45 (ΔT 30) alors que le régime « classique » est de l'ordre de 80/60 (ΔT 50)</p> <p>Rappel ΔT = moyenne T° entrée/sortie du radiateur – 20 °C de T_{amb}</p> <p>Plus le ΔT est faible plus l'émetteur est rayonnant donc apporte une sensation de confort.</p>	
Ventilo-convecteur	<p>Les ventilo-convecteurs sont des systèmes localisés qui font circuler l'air des pièces qu'ils chauffent (ou rafraichissent) à l'aide d'un ventilateur, réduisant ainsi l'effet de stratification de l'air chaud et de l'air froid. C'est en quelque sorte un radiateur équipé d'un ventilateur. Il n'assure pas la ventilation des locaux, il fonctionne en air recyclé.</p> <p>On distingue différents types et présentations :</p> <p>Type 2 tubes : le ventilo-convecteur ne possède qu'une batterie d'échange alimentée soit en eau chaude soit en eau glacée (peut poser des problèmes de confort en mi- saison)</p> <p>Type 2 tubes 2 fils : le ventilo-convecteur ne possède qu'une batterie froide pour l'été, le chauffage est assurée par une batterie électrique complémentaire (possibilité de chaud ou froid suivant la demande mais consommations électriques importantes)</p> <p>Type 4 tubes : le ventilo-convecteur possède deux batteries distinctes et délivrant soit du chaud soit du froid (plus fiable mais plus couteuse et complexe du fait de la double distribution)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>En plafond, gainable ou encastré</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>En plafond apparent</p> <p>Mural apparent ou encastré</p> </div> </div>	 <p style="font-size: small; text-align: right;">http://www.abcclim.net</p>

<p>Plancher chauffant basse température</p>	<p>Il existe différents types de planchers chauffants, notamment au niveau des chapes d'enrobage. Traditionnellement la chape d'enrobage est constituée de béton avec adjuvant permettant d'assurer l'élasticité sous l'effet de la chaleur.</p> <p>Depuis quelques années la tendance est plutôt aux chapes fluides auto-nivelantes anhydrite.</p> <p>Encore peu utilisée, la chape sèche s'est développée dans les années 1990 et convient surtout au marché de la rénovation. On la trouve aussi de plus en plus en neuf dans les maisons type ossature bois, où elle permet d'apporter une isolation phonique et/ou thermique.</p> <p>La distribution est de type très basse température (ΔT 15) qui permet, grâce à un dimensionnement étudié, de respecter le DTU 65.4 qui limite à 28 °C la température de surface du plancher.</p>	  
<p>Plafond chauffant hydraulique rayonnant</p>	<p>Le plafond chauffant hydraulique rayonnant s'installe aussi bien dans les maisons neuves ou rénovées. Il cumule tous les avantages du plancher chauffant, chauffage homogène, complètement intégré, faible consommation d'énergie, sans ses inconvénients, temps de réaction très faible, rafraîchissement efficace.</p> <p>Il existe différents systèmes, intégrés ou en applique, suivant les types de plafond et les applications :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sous plaque de plâtre ou de gypse • Faux plafond modulaire • Panneaux rayonnants de plafond 	    
<p>Poutre froide passive</p>	<p>Il s'agit d'un échangeur qui utilise le transfert de chaleur par convection naturelle associé au gradient de température (descendant en mode froid dans un milieu chaud).</p>  <ul style="list-style-type: none"> - L'air chaud de la pièce s'élève par convection naturelle au-dessus de la poutre - L'air chaud se refroidit au contact du serpentin d'eau froide - L'air refroidit redescend au travers de la poutre en son milieu <p>La température de l'eau varie de 15 à 19 °C suivant les besoins de refroidissement. On ne peut descendre plus bas cette température à cause des risques de condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant. Elles sont placées nues ou habillées pour être intégrées à un faux plafond ajouré qui permette la circulation de l'air nécessaire.</p>	 

<p>Poutre froide active</p>	<p>Egalement appelée poutre à induction, cette technologie constitue une évolution de la poutre passive puisqu'elle combine l'effet de convection naturelle à l'apport d'air neuf par injection au travers de petites buses sur les parties latérales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'air frais est délivré à travers des embouts situés à l'intérieur de la poutre - L'air chaud de la pièce s'élève à travers le milieu de la poutre - L'air chaud en contact avec le serpentin d'eau glacée se refroidit - L'air ainsi refroidi se mélange avec l'air frais avant d'être diffusé <p>Les vitesses dans le réseau d'air sont relativement faibles pour éviter les problèmes de bruit, ce qui est plutôt favorable en mode froid mais présente des limites en mode chaud : la position de l'émetteur en partie haute du local favorisant la stratification des températures, non compensée par le flux d'air injecté.</p> <p>https://www.energieplus-lesite.be</p>	
------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Informations complémentaires :

Les radiateurs à basse température

- Les radiateurs « basse température » ou « haute température » ne sont pas des appareils distincts, ils peuvent tous recevoir n'importe quel régime d'eau (température d'eau). La grande différence c'est qu'ils émettront/restitueront plus ou moins de chaleur dans la pièce en fonction de la température intérieure.

Ainsi les anciens radiateurs, comme les radiateurs en fonte, ne sont pas « incompatibles » avec la basse température, il suffit de vérifier la puissance fournie pour le nouveau régime d'eau en fonction des déperditions de la pièce, éventuellement amoindries par des travaux d'amélioration énergétique.

A cette fin, les fabricants de radiateurs fournissent des tableaux ou abaques selon la norme EN 442 permettant de calculer la puissance des radiateurs en fonction des régimes d'eau et du ΔT .

Exemple :

- 2 000 W pour un régime en 75/65 (ΔT 50)
- 1 030 W pour un régime en 55/45 (ΔT 30)

- Intérêt de la basse température : le confort thermique

La sensation de confort ressentie par les occupants dans un local chauffé ne provient pas uniquement de la température de l'air mais résulte également des effets conjugués de la température des parois, de l'hygrométrie et de la vitesse de l'air.

Les points à privilégier :

- limiter l'écart de température entre les parois et l'air (isolation)
- limiter la stratification de l'air en choisissant des systèmes rayonnants plutôt que convectifs
- choisir soigneusement l'emplacement des émetteurs dans le local (au plus près des points les plus froids)

La puissance thermique d'un radiateur est fournie en partie par sa surface extérieure, qui émet par rayonnement, et en partie en réchauffant l'air alentour créant un phénomène de convection.

L'importance des parts convectives et radiatives dépend du type de radiateur (surface d'échange, ailettes...) et de sa température (plus la température est élevée plus la part convective est importante).

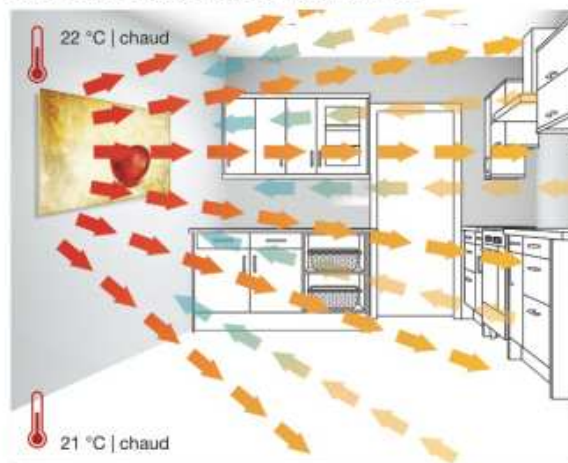
Fonctionner en basse température c'est donc augmenter la part de rayonnement, donc de sensation de chaleur.

Système de chauffage à convection



Chauffe l'air
Chaud à la tête, froid aux pieds

Système de chauffage à rayonnement



Chauffe la matière
Chaleur au sein même des tissus de l'organisme

Les recommandations :

- En limitant la température de distribution dans les radiateurs, les pertes de distribution sont moins importantes, ce qui génère des économies d'énergie, et la sensation de confort est augmentée. Il faut néanmoins vérifier l'adéquation entre le dimensionnement des émetteurs avec les déperditions. Faites appel à un professionnel.
- Un plancher chauffant est adapté aux générateurs de types basse température, condensation et thermodynamique ;
- Le bon fonctionnement des émetteurs est liée au traitement de l'embouage. La présence de boues dans la partie basse d'un radiateur en limite l'émission. En cas de mauvais fonctionnement, faites appel à un professionnel.

Sites internet d'information :

<http://conseils.xpair.com>

<http://www.batiproduits.com/liste/produits/planchers-et-murs-chauffants-basse-tempe-o15593.html>

<https://plancher-chauffant.ooreka.fr>


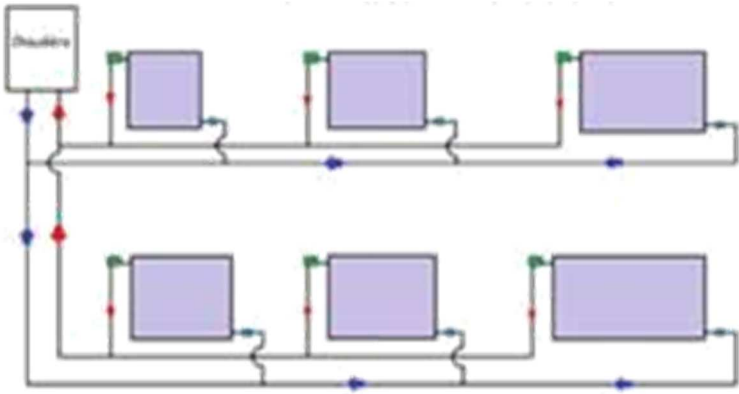


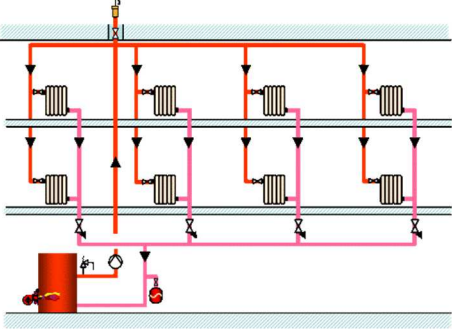
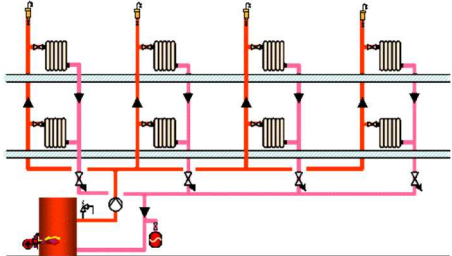
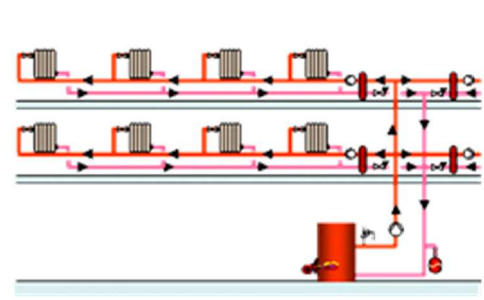
Quelques fabricants :

Radiateurs : Finimétal – Acova – Zenhder – Radson – De Dietrich...

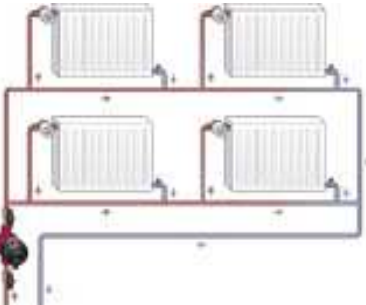
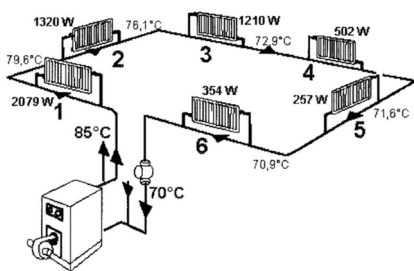

PCBT : Rehau – Acome – Velta – Giacomini...

Ventiloconvecteurs : Ciat – Aermec – Carrier – France Air – Sabiana...


Plafonds et murs chauffants : Roth – Plafino – Multibéton...






1-3-2	Les réseaux de distribution	
<u>Champ d'application</u> : systèmes à eau chaude	<p>Définition : Ensemble des canalisations qui relient les radiateurs (ou tout émetteur à circulation d'eau) à la génération de chaleur.</p>	Plusieurs options suivant la destination du bâtiment
Distribution BITUBE	<p>C'est l'installation que l'on rencontre le plus fréquemment. Le réseau est constitué de deux circuits de tuyauterie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Le premier amène successivement l'eau chaude jusqu'aux radiateurs.</i> • <i>Le deuxième récupère l'eau tiède à la sortie de chaque radiateur et la renvoie vers la chaudière où elle est réchauffée avant de repartir dans le circuit.</i>  <p>Ce type d'installation permet une meilleure régulation du système par la pose de thermostats d'ambiance ou de robinets thermostatiques.</p>	 
Variante : Distribution type parapluie		<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'eau chaude est totalement véhiculée en haut de l'installation avant de redescendre au travers des différents émetteurs. ▪ Anciennement utilisée sans pompe de circulation, par thermosiphon : l'eau chaude, plus légère que l'eau refroidie, monte par la conduite principale verticale. <p style="text-align: right;">BATIMENTS ANCIENS TERTIAIRES OU COLLECTIFS</p>
Variante : Distribution type chandelle		<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'eau chaude est véhiculée vers diverses colonnes d'alimentation de groupes d'émetteurs. Les différentes colonnes et les radiateurs doivent être soigneusement équilibrés. <p style="text-align: right;">BATIMENTS ANCIENS COLLECTIFS</p>
Variante : Chauffage Individuel Centralisé (CIC)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une colonne montante (située dans les parties communes) vient de la chaufferie. ▪ Chaque logement possède son propre réseau de distribution raccordé à la colonne montante ▪ Possibilité d'individualiser la consommation de chauffage par appartement et de mettre en place un thermostat d'ambiance programmable. <p style="text-align: right;">BATIMENTS PLUS RECENTS</p>

<p>Distribution PIEUVRE (ou centralisée ou hydrocâblée)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C'est un système relativement récent, rendu possible par l'utilisation de nouveaux matériaux tels que le PER (polyéthylène réticulé). • Moins onéreux et plus facile à manipuler que le cuivre, le PER permet de multiplier les circuits et les raccords, sans nécessairement procéder aux fastidieux et délicats travaux de soudure.   	
--------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<p>Distribution MONOTUBE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule boucle de tuyaux parcourt le logement ou la zone. ▪ L'eau circule successivement dans tous les radiateurs et revient à la chaudière pour être réchauffée.   <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'inconvénient est que l'eau perd progressivement en chaleur et arrive moins chaude en fin de circuit, pour le dernier radiateur. ▪ Cela oblige à mettre un radiateur de plus grande dimension pour assurer le chauffage de cette dernière pièce. ▪ Nombre limité de radiateurs sur une boucle. ▪ Il n'est pas possible d'installer d'appareils de régulation sur ces réseaux (thermostats). <p style="text-align: center;">BATIMENTS COLLECTIFS DES ANNEES 80 / 90</p>	<p>Plusieurs options : Monotube simple (très rare) Monotube dérivé</p> 
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Les Equipements associés à la distribution de fluide caloporteur

<p>Vanne de pied de colonne</p>	 <p>Des appareils de mesures et de contrôles toujours plus sophistiqués permettent les mesures de température, pression et débit sur chacune des vannes ou robinets installés, et sont même capables, en fonction des mesures faites, de donner les valeurs de pré réglage à sélectionner suivants les débits désirés.</p>	<p>Marques DANFOSS HYDROCONTROL</p>
<p>Soupape différentielle</p>	<p>Cf chapitre Régulation</p>	
<p>Vannes mélangeuses</p>	<p>Cf chapitre Régulation</p>	

<p>Circulateur (pompe de circulation)</p>	 <p>Pompe placée sur le circuit de chauffage afin de faire circuler un fluide caloporteur, habituellement de l'eau. Étant donné qu'il s'agit d'un circuit fermé, le circulateur ne doit que compenser les pertes de charges du circuit.</p> <p>Plusieurs catégories de pompes</p> <ul style="list-style-type: none"> • circulateur « standard » un circulateur à rotor noyé dont la vitesse de rotation est réglée manuellement et reste fixe quelles que soient les conditions d'exploitation de l'installation. • circulateur électronique ou « à vitesse variable » permet de réguler la vitesse en continu en fonction de la variation de pression régnant dans le circuit de distribution 	<p>Marques : GRUNDFOS WILO SALMSON</p>
<p>Vase d'expansion sous pression d'azote</p>	 <p>Dispositif capable d'absorber les variations de volume de l'eau d'un circuit de chauffage en fonction de la température. L'eau se dilate en chauffant, créant un accroissement de pression dans le circuit de chauffage.</p> <p>Pour les petites installations, les vases d'expansion sont de type à membranes ou à vessie. Quand les volumes à absorber sont importants, les vases avec expansion motorisée sont alors employés.</p>	<p>Marques : GITRAL ELBI FLAMCO VAREM ZILMET</p>
<p>Vase d'expansion ouvert</p>	 <p>Également appelé « vase d'expansion à l'air libre », c'est le système le plus ancien et le plus simple. Constitué d'un récipient en tôle galvanisée, inox, ou polypropylène il est placé en point haut de l'installation, souvent dans les combles et raccordé sans vanne de barrage sur la tuyauterie « départ » de la chaudière.</p>	<p>Marques : THERMADOR</p>
<p>Soupape de sécurité</p>	 <p>La soupape de sécurité est un organe de sécurité obligatoire et indispensable sur toutes les installations de chauffage à eau chaude. Si la pression augmente, la soupape s'ouvre et libère le trop plein d'eau pour abaisser la pression. Un circuit qui n'en est pas équipé est très dangereux : risque d'éclatement des tubes ou du générateur de chaleur ! Elle se situe sur le départ, au plus proche du générateur de chaleur</p>	<p>Marques : RIELLO LESER</p>
<p>Purgeur d'air</p>	 <p>Automatiques ou manuels ils permettent d'évacuer l'air contenu dans le circuit de chauffage pour une meilleure circulation de l'eau. Si des émetteurs « glougloutent » c'est qu'il y a de l'air dans le réseau ou les émetteurs : il faut l'évacuer. De même si un émetteur reste froid, c'est que l'eau ne circule plus car elle est peut être bloquée par une bulle d'air.</p>	<p>Marques : THERMADOR PNEUMATEX</p>

Collecteurs D/R		<p>Egalement appelé «répartiteur», «clarinette» ou «nourrice», les collecteurs permettent d'alimenter plusieurs circuits de chauffage ou de sanitaire à partir d'un point central (l'emplacement du collecteur). Il est mis en œuvre par exemple pour raccorder les différentes boucles d'un plancher chauffant, un collecteur servant pour l'aller (eau chaude), l'autre pour le retour (eau refroidie).</p>	<p>Marques : GIACOMINI ROTH RBM</p>
Disconnec- teur		<p>Placé sur le remplissage d'un réseau de chauffage, l'appareil est équipé de deux clapets anti-retour, séparés par une chambre de mise à l'air : l'eau ne peut passer que dans un seul sens et que lorsqu'on ouvre la vanne d'arrêt. Le premier clapet empêche l'eau du circuit de chauffage de sortir. Le deuxième clapet est une sécurité. Cet organe est obligatoire pour toutes les installations de chauffage</p>	<p>Marques : SOCLA BAYARD WATTS</p>

Informations complémentaires :

- **Equilibrage des réseaux** : consiste à répartir le plus judicieusement possible les pressions et les débits dans un réseau hydraulique (égalité des pertes de charge dans chaque partie du réseau). En effet, le défaut d'équilibrage conduit à devoir distribuer de l'eau plus chaude que nécessaire pour maintenir une température suffisante dans certaines zones, moins bien alimentées, sans pour autant obtenir un résultat satisfaisant (trop chaud ou trop froid).

- **Désembouage** : consiste à éliminer les boues qui se sont formées et accumulées dans la chaudière, les radiateurs, les tuyaux sous l'effet de la dégradation et de la corrosion des métaux de l'installation par l'eau.

L'apparition de boues dans un circuit de chauffage ou de climatisation est un phénomène naturel dont les origines sont nombreuses :

- la qualité physico-chimique de l'eau utilisée pour le remplissage de l'installation, déterminée par de nombreux paramètres (Ph, dureté, conductivité, taux de fer, chlorures, sulfates) ;
- au contact de l'oxygène présente dans l'eau injectée dans le circuit de chauffage, les parties métalliques de l'installation génèrent des **oxydes ferriques** et ferreux qui se déposent sous forme de boue dans l'installation ;
- les interactions entre les différents métaux employés dans l'installation, qui par des phénomènes électrolytiques, peuvent accélérer la **corrosion** et la formation de boue.

Source : <https://chauffage.ooreka.fr/astuce/voir/331420/desembouage-du-chauffage>

- Isolation thermique des réseaux de distribution

Le niveau d'isolation thermique des réseaux de distribution est défini à minima dans les réglementations thermiques (neuf et rénovation).

Le but étant de limiter les pertes d'émission des tuyauteries en les entourant d'isolant, le niveau d'isolation est défini en « Classes » allant de 1 à 6 (6 étant le maximum).

On peut retenir, en fonction des usages, les classes minimales suivantes :

- Eau chaude sanitaire : classe 1
- Chauffage : classe 2
- Climatisation : classe 3

Les tableaux ci-dessous indiquent, pour chaque classe d'isolation de 1 à 3, l'épaisseur (mm) d'isolant à poser suivant sa nature (coefficient λ [W/m.K]) et le diamètre extérieur du tube (mm).

φ ext du conduit (sans isolant mm)	Classe 1					Classe 2					Classe 3				
	UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ de l'isolant (W/m.K)				UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ de l'isolant (W/m.K)				UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ de l'isolant (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11	0,23	2	5	8	14	0,2	4	7	13	20
20	0,29	5	7	11	16	0,25	7	12	19	27	0,22	10	17	26	38
30	0,32	8	12	17	23	0,28	11	17	25	36	0,24	14	23	35	50
40	0,35	10	14	20	28	0,3	14	21	30	42	0,26	18	28	41	58
60	0,42	12	18	26	37	0,36	17	26	37	50	0,3	23	35	50	69
80	0,48	14	22	31	41	0,41	20	29	41	54	0,34	26	39	55	74
100	0,55	15	23	32	44	0,46	22	32	43	57	0,38	29	42	59	78
200	0,88	19	26	35	56	0,72	27	37	49	62	0,58	35	50	66	85
300	1,21	21	29	39	50	0,98	28	39	51	64	0,78	38	53	69	86
Plan	(1,17)	22	30	37	45	(0,88)	31	41	51	62	(0,66)	42	56	70	84

Les recommandations :

- Isolation thermique en dehors des volumes chauffés (classe 2 à minima pour le chauffage suivant RT Ex)
- En distribution hydrocablée, maintenir des températures de distribution aussi basses que possible pour limiter les effets de dilatation des tubes en PER
- Procéder au désembouage régulier des réseaux de distribution
- Procéder à l'équilibrage des boucles monotubes entre elles
- Rappel : La maintenance d'un disconnecteur est une obligation car cela permet d'être en conformité avec la réglementation, d'empêcher les arrêts d'exploitation, de maîtriser ses budgets à court terme, de limiter les coupures d'eau, d'économiser sur les factures d'eau, de prolonger la vie des appareils et de bénéficier d'une véritable garantie.

Sites internet d'information :

<http://www.madis-france.com/tag/controle-disconnecteur>

<https://chauffage.ooreka.fr>

http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/individualisation-des-consommations-de-chauffage-et-d-ecs-en-collectif/deux-modes-de-distribution-de-chauffage-vertical-et-horizontal.htm

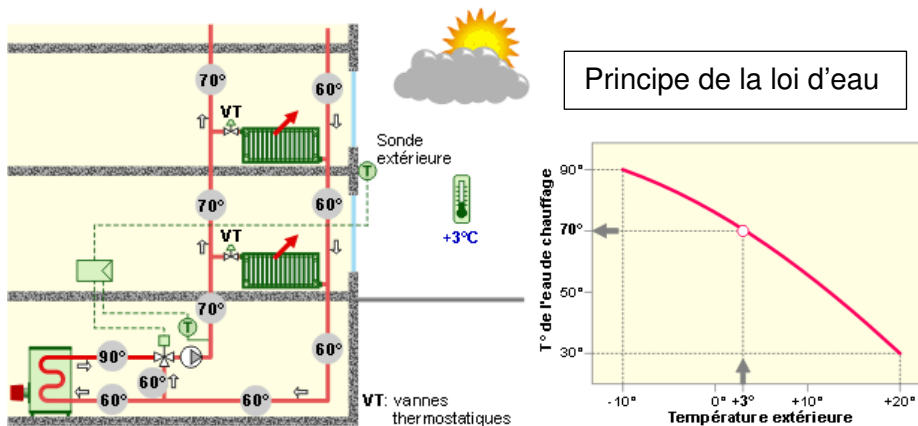
www.energies-avenir.fr/file/get?path=/var/docs/EA_guide_distribution.pdf

1-3-3	Les régulations	
<p>Champ d'application : tous systèmes de chauffage</p>	<p>Définition : La régulation est un dispositif permettant de maintenir une grandeur physique (température, hygrométrie...) à une valeur appelée point de consigne alors que l'environnement varie, perturbations extérieures, apports divers...</p> <p>La régulation compare cette grandeur à régler (la consigne) à la grandeur mesurée par un organe de détection (bulbe, sonde) et agit de façon à faire diminuer cet écart et à atteindre le point de consigne.</p> <p style="text-align: right;">(Source : abcclim)</p>	<p>Plusieurs options suivant l'équipement</p>
<p>Robinet thermostatique</p>	<p>Régulation décentralisée : système dans lequel les fonctions sont assurées au niveau de chaque appareil.</p> <p>Ces robinets de radiateur sont un bon complément du système de régulation. Avec eux, on peut choisir la température ambiante de chaque pièce.</p> <p>Ils permettent de moduler le chauffage en fonction de l'usage de la pièce et de valoriser les apports de chaleur gratuits.</p> <p>Les nouveaux produits : les robinets thermostatiques programmables</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">Gestion des têtes électroniques par l'intermédiaire d'un écran tactile.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; color: blue;"> Marques : DANFOSS COMAP OVENTROP GIACOMINI DELTA DORE THEBEN ... </p>
<p>Thermostat d'ambiance</p>	<p>Régulation centralisée : la régulation et/ou la programmation pilotent le chauffage du bâtiment ou de la zone et permet de maintenir la température ambiante à une valeur choisie.</p> <p>Simple ou programmable, il mesure la température dans une pièce de référence (pièce de séjour...). Le système de régulation adapte la température du logement en la comparant à la température de consigne et en agissant sur la chaudière ou la température de l'eau du circuit de distribution.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">L'appareil est situé à l'intérieur du logement en position centrale.</p> <p style="text-align: right;">(Source : https://www.energieplus-lesite.be)</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center; color: blue;"> Marques : DANFOSS SIEMENS SCHNEIDER ... </p>

Régulation avec sonde extérieure

Autre type de régulation centralisée sur loi d'eau.

La sonde mesure la température de l'air extérieur et permet à l'installation de chauffage d'anticiper les variations météorologiques. La chaudière réagit avant que le logement n'ait eu le temps de se refroidir ou de se réchauffer.



L'appareil est situé en chaufferie associé à la sonde extérieure posée sur un mur orienté Nord

(Source : <https://www.energieplus-lesite.be>)

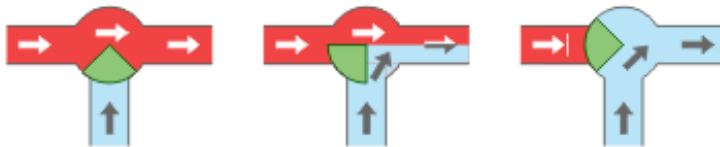


Marques :
DANFOSS
SIEMENS
SCHNEIDER
...

Vannes de régulation

Egalement appelées vannes de mélange, elles permettent d'adapter la température de départ du chauffage en fonction de l'information fournie par le régulateur. Il existe des vannes de mélange motorisées et manuelles pour chacune des technologies ci-dessous :

Technologie de la Vanne 3 Voies (V3V)



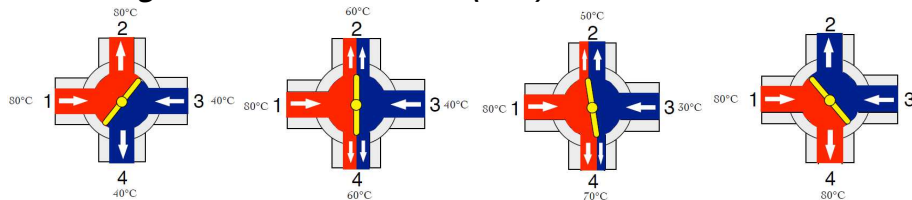
La vanne est 100% ouverte.

La vanne mélange 50% du débit de la chaudière et 50% du débit de retour des radiateurs.

La vanne est fermée ; l'eau des radiateurs tourne sur elle-même et se refroidit.



Technologie de la Vanne 4 Voies (V4V)



Vanne OUVERTE
La température de départ du générateur (1) est égale à la température de départ du circuit de chauffage (2)
La température de retour des émetteurs (3) est égale à la température de retour vers la chaudière (4)

Vanne en REGULATION
La température de départ vers les émetteurs (2) est régulée
La température de retour vers la chaudière (4) est régulée

Vanne en REGULATION
La température de départ vers les émetteurs (2) est régulée
La température de retour vers la chaudière (4) est régulée

Vanne FERMEE
La température de départ du circuit de chauffage (2) est égale à la température de retour du circuit de chauffage (3)
Dans ce cas, la température du fluide caloporteur ne fait que descendre. On peut dire que le circuit de chauffage est coupé (circulateur arrêté).



(Source : <http://www.leguideits.fr>)

Les recommandations :

- S'il y a des radiateurs sans robinet thermostatique, envisager avec un professionnel la mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs.
- Les vannes thermostatiques doivent mesurer une température représentative de la température réelle du local. La tête de la vanne, comprenant l'élément de prise de température, ne doit donc pas être perturbée (cachées derrière une tenture, coincée dans une tablette ou un cache décoratif, ...) sinon utiliser des vannes thermostatiques avec sonde de température déportée.
- S'il n'y a pas d'hologe de programmation, envisager la mise en place d'une horloge de programmation pour le système de chauffage et choisir un programmeur simple d'emploi. Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance.
- S'il n'y a pas de régulation avec une installation de chauffage central, envisager la mise en place d'une régulation en fonction de la température extérieure ou intérieure pour le système de chauffage central à eau chaude. Choisir un appareil simple d'emploi.
- Avec un générateur ancien ou une chaudière basse température préférer un thermostat d'ambiance (modulant si générateur sait en tirer parti) associé aux vannes thermostatiques (si radiateurs).
- Avec un générateur récent (pompe à chaleur, chaudière à condensation) opter pour une régulation sur température extérieure, une sonde d'ambiance optionnelle (fortement recommandée avec du plancher chauffant et des risques d'apports gratuits) associée(s) aux vannes thermostatiques (si radiateurs).








Sites internet d'information :

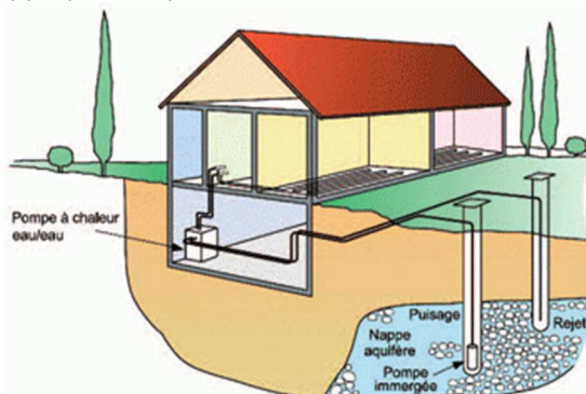
<https://elyotherm.fr/regulation-chauffage>

http://www.xpair.com/lexique/definition/regulation_chauffage.htm

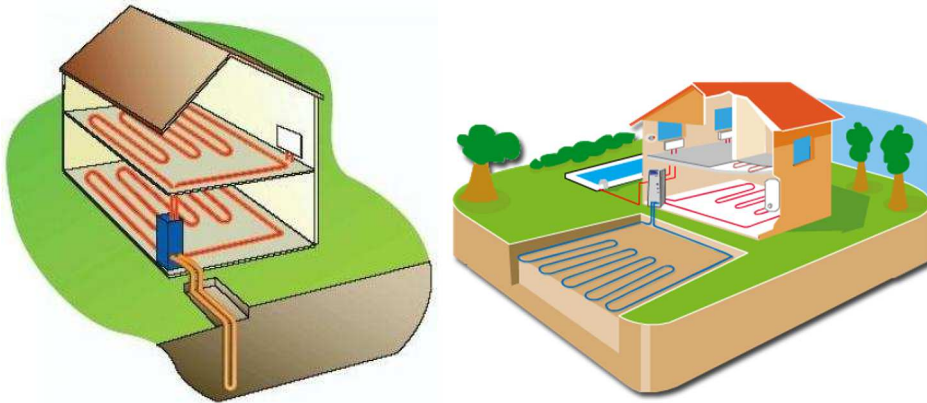
http://conseils-thermiques.org/contenu/regulation_chauffage.php

<https://elyotherm.fr/regulation-chauffage>

1-3-4	Les générateurs de chaleur et/ou de froid	 toutes énergies
<u>Champ d'application :</u> Résidentiel Tertiaire	<p>Définition : Le chauffage comprend en général une source de chaleur appelée générateur (exemple: chaudière, pompe à chaleur, ...) alimentant un ou plusieurs émetteurs de chauffage (exemple: radiateur, plancher chauffant, ...) qui transmettent la chaleur produite, à l'air du local à chauffer. Cette même chaudière pouvant produire également de l'eau chaude sanitaire ou ECS.</p> <p>Généralement, le générateur de chauffage est de type chaudière gaz, fioul, bois, ..., et produit de l'eau chaude à une température maximum inférieure à 90°C. L'eau chaude peut être produite également par une énergie renouvelable, à partir de panneaux solaires. Ou elle peut être produite par une pompe à chaleur fournissant l'eau de chauffage à une plus basse température (souvent inférieure à 60°C) (Source : Xpair)</p>	   
Pompe à chaleur	<p>La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.</p> <p>Le réfrigérateur est le système de <i>pompe à chaleur</i> le plus connu. La chaleur y est transférée de l'intérieur du réfrigérateur vers l'extérieur où la chaleur est évacuée.</p> <p>Le coefficient de performance (COP) d'une solution de chauffage se calcule en faisant le rapport de la chaleur produite sur l'énergie consommée. Cette performance énergétique s'exprime pour son fonctionnement en mode chauffage, en mode froid on parlera de ratio d'efficacité énergétique (EER).</p> <p>Ces performances sont mesurées en laboratoire selon les normes européennes.</p> <p>S'agissant des performances d'une PAC, plus l'écart de température entre la source chaude et la source froide est faible et plus le COP est important.</p> <p>Le terme de <i>pompe à chaleur</i> (ou PAC) est surtout utilisé pour les systèmes de chauffage domestiques ou de chauffage de locaux tertiaires comme les bureaux.</p> <p>On parle alors de géothermie ou d'aérothermie. (Source : Xpair)</p>	 Electricité 
PAC Géothermique	<p>Le terme « Géothermie » ici est emprunté, il est plus juste de parler de Géothermie de surface : d'un côté des profondeurs de ressources supérieure à 1 500 m par rapport à la surface de la terre, de l'autre au maximum 100 m.</p> <p>Les moyens de récupération de l'énergie contenue dans le sol sont multiples. Actuellement on distingue :</p> <p>- <i>Doublet de forages sur nappe phréatique</i></p> <p>Caractérisé par un puits de soutirage et un puits de rejet en circuit ouvert sur un échangeur intermédiaire puis d'une boucle en circuit fermé sur l'évaporateur de la PAC.</p>	<p>Marques :</p> <p>CARRIER</p> <p>CIAT</p> <p>VISSMAN</p> <p>DAIKIN</p> <p>WEISHAUP</p> <p>SYSTEMAIR</p> <p>...</p>



- Sondes géothermiques verticales et horizontales

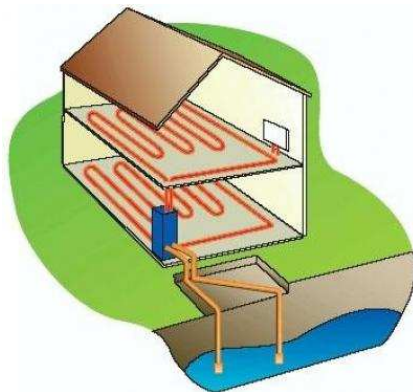


Caractérisé par un circuit fermé constitué d'un champ d'une ou plusieurs sondes dans lequel circule un fluide caloporteur (généralement de l'eau glycolée).

Qu'ils soient disposés à l'horizontale ou à la verticale dans des forages, les capteurs sont constitués de tubes en polyéthylène pour permettre l'échange de l'énergie (par simple transfert de chaleur) et l'acheminer jusqu'à la pompe à chaleur.

Variantes : fondations et pieux géothermiques

- Pompage sur eau de surface (ou eau libre)



Caractérisé par le puisage d'eau dans un cours d'eau ou dans une rétention de surface de grand volume. Rejet en aval de l'eau après prélèvement des calories.

Nécessite des garanties sur les niveaux et la qualité de l'eau (filtration, décantation, courant...).

Études et autorisations nécessaires (pollution du rejet de l'eau, modification de la température)

Variantes : eau de mer, eaux grises (ou eaux usées)



- Sondes immergées

Même principe que les capteurs enterrés mais disposés au fond de l'eau d'une rivière, d'un estuaire ou d'un lac.

Les capteurs se recouvrent de vase ce qui améliore leur récupération de chaleur.

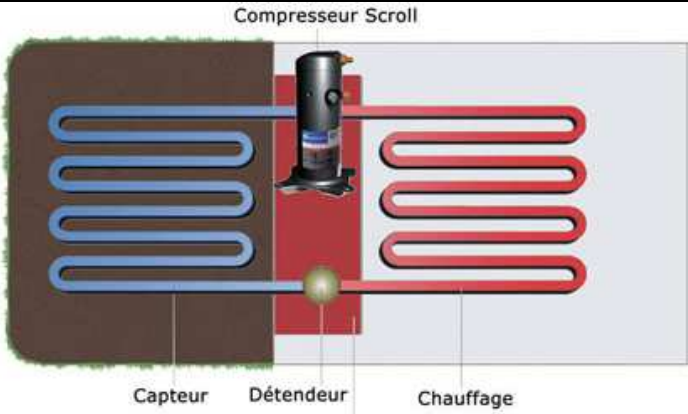

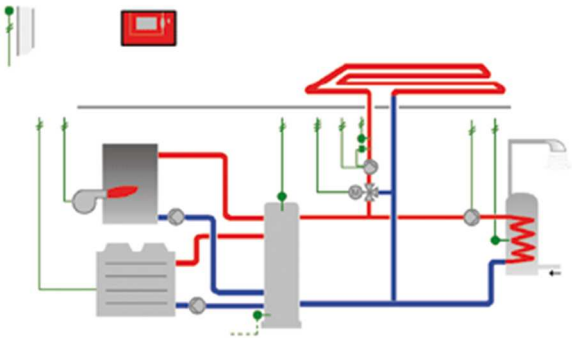

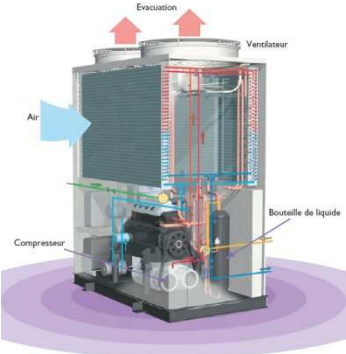


Sans aucun risque de pollution de l'eau.

Marque :
LE MASSON

PAC Sol/Sol

Il s'agit d'une technologie similaire aux pompes à chaleur géothermiques sur sondes horizontales dont la principale différence réside dans la conception et le contenu des capteurs enterrés, aussi bien intérieurs qu'extérieurs. Dans ce système, également appelé à détente directe, les échangeurs en sol et en plancher sont conçus en tube cuivre de qualité frigorifique, parcourus par du fluide frigorigène, et changeant d'état pour capter ou rejeter de la chaleur dans un circuit unique.

Marques :
SOFATH
MASSER

	 <p>Ces pompes à chaleur sont performantes et réactives mais généralement non réversibles et contiennent des quantités importantes de fluide frigorigène.</p> <p>Sol - Sol</p>	
<p>PAC aérothermique</p>	<p>Le prélèvement des calories dans l'air extérieur présente l'inconvénient de perdre en performance avec l'abaissement de la température alors que les besoins augmentent dans le bâtiment à desservir. Contrairement aux systèmes précédents, les PAC aérothermiques ont très souvent recours à un appoint afin d'éviter le surdimensionnement des équipements. L'appoint d'une pompe à chaleur air/eau peut être : une résistance électrique, une chaudière (dans ce cas on parle de relève).</p>  <p>Source : DAIKIN Kit de résistances électriques d'appoint</p>  <p>Source : Conseils X PAIR PAC en relève de chaudière avec production d'ECS</p>	<p>Marques : CARRIER CIAT VISSMAN DAIKIN WEISHAUP SYSTEMAIR ...</p>
<p>PAC Gaz Machine à absorption gaz</p>	<p>PAC à moteur gaz : Ce principe de réfrigération est connu depuis le XIXème siècle. C'est grâce à cela que l'on fabrique du froid dans les réfrigérateurs de bateaux, de caravanes... Ces machines utilisent de l'énergie thermique pour fabriquer du froid. La chaleur peut être produite grâce à la combustion de gaz, de fioul, de biomasse ou toute autre source de chaleur suffisante.</p>   <p>Les puissances des machines à absorption vont maintenant de quelques kW (de 5 à 10) à plusieurs milliers.</p>	 <p>gaz</p>  <p>Marques : ROBUR</p>

Avantages :

- pas de fluide frigoporteur nocif pour l'environnement
- pas de compression mécanique et peu de pièces en mouvement (bruit, vibrations, maintenance simplifiée)
- Coût énergétique de fonctionnement intéressant
- fiabilité et durée de vie (de 25 à 30 ans)

Inconvénients :

- Performance pas encore optimale
- Coût de la machine 3 fois supérieur aux systèmes à compression électrique (10000 € contre 3 à 4000 € en électrique)

PAC à absorption gaz :

La pompe à chaleur à gaz fonctionne sur le principe de l'**absorption**. Le chauffage direct au gaz permet le transfert de chaleur d'une source froide vers une source chaude via un fluide frigorigène, comme toute pompe à chaleur. La différence est que le cycle n'est pas à compression mécanique comme pour la pompe à chaleur électrique, mais de type thermochimique. Le fluide frigorigène est tout d'abord un fluide composé d'un mélange eau/ammoniac, sans impact sur l'effet de serre.; et le compresseur est si l'on peut dire remplacé par un brûleur gaz identique à une chaudière.



3 sources de chaleur : la production de chaleur est assurée par la condensation du fluide frigorigène (amoniac), par la réaction d'absorption entre le fluide et un absorbant (eau), et par la récupération de chaleur latente contenue dans les fumées.

Plus rare, on trouve une troisième technologie de PAC gaz basée sur l'alternance adsorption/désorption (cf. site <https://www.energieplus-lesite.be>)

Informations complémentaires :

Le surdimensionnement des PAC

Les erreurs de dimensionnement des pompes à chaleur sont la cause de dysfonctionnements et de litiges. Les erreurs de dimensionnement des pompes à chaleur ont une influence sur la pérennité de la machine. Les pompes à chaleur trop souvent surdimensionnées occasionnent trop fréquemment des usures prématurées et une surconsommation préjudiciable au portefeuille et à la planète.

Pour donner une idée de surdimensionnement, il suffit de comparer 2 appareils de conception identique : le réfrigérateur et la pompe à chaleur. Un réfrigérateur trop grand non adapté aux besoins d'une famille fonctionnera trop souvent et donc consommera plus. Il chauffera plus, car il n'arrivera pas à évacuer la chaleur qu'il retire des denrées entreposées dans son volume intérieur. (source : <https://www.picbleu.fr/page/pompes-a-chaleur-les-derives>)

Une PAC aérothermique doit être dimensionnée pour fournir 60 à 80 % des besoins afin d'éviter un fonctionnement par courts cycles qui affecterait sa durée de vie, le compresseur en particulier.

Une PAC sur nappe phréatique peut être dimensionnée pour fournir 100 % des besoins si le débit d'eau du doublet de forage est suffisant.

Les recommandations :

- Les radiateurs doivent être adaptés, type « basse température » ou « chaleur douce » pour que le coefficient de performance de la PAC soit optimum. Consulter un professionnel. La mise en place d'un plancher chauffant est adaptée.
- Une PAC Air/Eau est parmi les moins onéreuses des solutions thermodynamiques mais ses performances dépendent de la température extérieure (plus la température extérieure est basse, moins la PAC sera performante). Un appoint par temps froid est indispensable.
- Pour une PAC sur eau de nappe, il est impératif de prévoir un échangeur de séparation à plaques et joints entre la PAC et la nappe phréatique. Certaines PAC aujourd'hui sont dotées d'échangeurs internes à plaques brasées.
- Un entretien tous les ans est obligatoire si une charge en fluide frigorigène de la Pompe à Chaleur est supérieure à deux kilogrammes (approximativement 12 kW). L'entretien peut être sous forme d'un **contrat annuel avec un installateur**. Choisir un prestataire qualifié

Sites internet d'information :



<http://www.futura-sciences.com/maison/dossiers/chauffage-pompe-chaleur-puits-canadien-940/page/10/>

<http://www.aquathermie.fr/>

<http://www.directindustry.fr/fabricant-industriel/pompe-chaleur-76610.html>

http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/regulation_energies_renouvelables/guide_installations_bienergies_pac.htm

http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/climatisation_gaz_climatisation_solaire_/groupes_absorption_eau_bromure_lithium.htm

<p>Chaudières à combustibles liquides ou gazeux</p>	<p>C'est un système de production de chaleur très classique qui, par combustion d'une énergie (fossile) réchauffe un volume d'eau circulant dans un réseau de distribution et des radiateurs (ou tout autre type d'émetteurs).</p> <p>Avec l'augmentation du prix des énergies, le rendement de chaudières est devenu un critère essentiel de choix.</p> <p>Les Directives européennes pour l'Eco Conception vont encore renforcer les exigences sur les performances des chaudières.</p> <p>Les chaudières standards ou classiques fabriquées il y a de nombreuses années ont disparu des catalogues des fabricants. On en trouve encore bien sûr d'installées dans des bâtiments existants.</p> <p>On trouve aujourd'hui principalement des modèles basse température et des modèles à condensation.</p> <p>Les premières chaudières basse température datent des années 1980. La chaudière basse température fonctionne en chauffant l'eau à une température plus basse qu'une chaudière standard ou classique.</p> <p>Là où une chaudière classique chauffait l'eau à 90°C, une chaudière fioul ou gaz basse température la chauffe jusqu'à un maximum de 60°C.</p> <p>La chaudière à condensation tire profit de l'énergie contenue dans les fumées de combustion. Les fumées émises lors de la combustion contiennent de la vapeur d'eau. Cette dernière condense, en libérant de la chaleur. L'eau de retour du circuit de chauffage se réchauffe grâce à cette énergie.</p> <p>Les dernières innovations des chaudières à combustible gazeux principalement sont :</p> <p>La chaudière hybride : c'est une chaudière bi-énergie (condensation + pompe à chaleur) monobloc, avec ou sans unité extérieure suivant les fabricants.</p>	 <p>Fioul – Gaz - GPL</p>  <p>Marques : ATLANTIC CHAFFOTEAUX ELM LEBLANC SAUNIER DUVAL</p>
------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

égalis
CONDENS HYBRIDE



ELM LEBLANC SAUNIER DUVAL CHAFFOTEUX & MAURY

L'association de deux énergies, le gaz et l'électricité permet de privilégier une énergie selon les conditions préférentielles, ou selon la température extérieure.

Une régulation électronique assure le pilotage simultané des 2 générateurs. Une chaudière hybride permet ainsi de répondre aux besoins en chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire ou des deux usages.

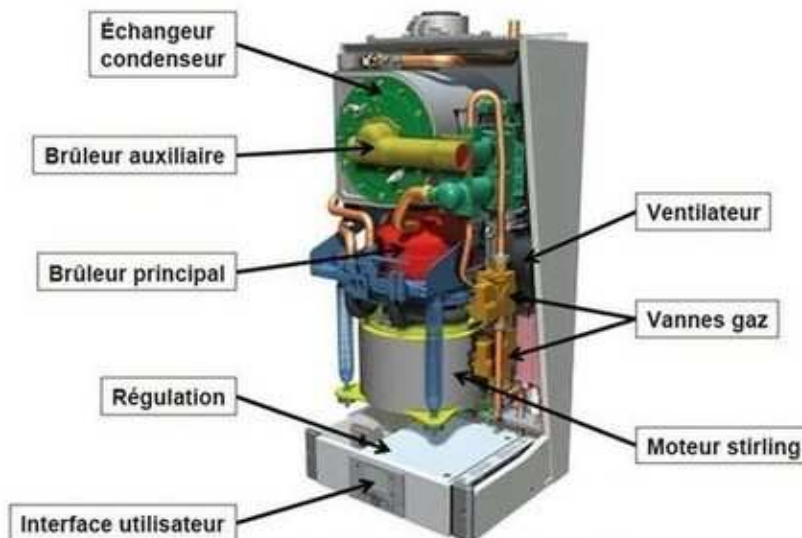
La chaudière à micro cogénération (ou électrogène, ou écogénérateur)

La cogénération est un procédé qui consiste à produire de l'énergie mécanique à partir de l'énergie thermique (brûleur + turbine). L'énergie mécanique sert à produire de l'électricité qui est, soit consommée, soit injectée sur le réseau et la chaleur qui sert à produire de l'eau chaude pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Initialement installée dans des bâtiments fortement consommateurs en énergie, hiver comme été, ou associée à un réseau de chaleur, la cogénération a permis la mise au point de la micro-cogénération, elle de très petite puissance, et plutôt destinée au secteur résidentiel.

La chaudière à micro cogénération utilise un moteur Stirling (moteur à énergie externe) alimenté en combustible pour produire l'électricité. L'échangeur situé à l'intérieur du moteur récupère la chaleur dégagée par le mouvement des pistons et chauffe l'eau du réseau ou d'un ballon tampon intermédiaire.

Les avantages sont proches de la chaudière à condensation mais le prix reste encore élevé (de 10 à 20 000 €, fourniture et pose). Seuls les prix des énergies feront la différence dans quelques années.



Fonctionnement d'une chaudière micro cogénération à moteur stirling

La chaudière à pile à combustible énergie hydrogène oxygène eau

La pile à combustible constitue une technologie d'autoproduction / autoconsommation d'énergie qui sera également particulièrement adaptée aux habitations individuelles neuves ou rénovées et aux petites

Marques :
DE DIETRICH
(Hybris Power)
WHISPERGEN

Marques :
VISSMANN
(Vitovalor 300P)
VAILLANT
DE DIETRICH

structures dans les années à venir.

Comme la chaudière à micro cogénération elle peut produire à la fois de la chaleur, de l'eau chaude et de l'électricité.

La pile à combustible, également appelée cœur de pile, extrait l'hydrogène du gaz naturel. Celui-ci va réagir avec l'oxygène de l'air entre deux électrodes (cathode et anode) séparées par une électrolyte. La réaction électrochimique, une combustion dite « froide », génère à la fois de l'électricité et de la chaleur. (Source : Viessmann)

La chaudière à pile à combustible combine donc une chaudière gaz à condensation, un ballon de stockage d'énergie, un ballon d'eau chaude sanitaire et un module pile à combustible.



Informations complémentaires :

Nouvelles règles concernant les chaudières : mise en application de la Directive Ecoconception et de l'étiquetage des produits.

Depuis le 26 septembre 2015 les exigences de la Directive européenne sur l'éco-conception des produits en relation avec la consommation d'énergie (ErP de l'anglais Energy Related Products) s'appliquent aux produits de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

L'objectif de cette directive est de faire disparaître du marché, au fur et à mesure du temps, les produits les moins performants et les moins vertueux. Des performances minimales ont été définies pour les équipements et à partir de cette date les appareils ne répondant pas à ces normes ne doivent plus être produits ou vendus par les fabricants. Les distributeurs ont le droit de les commercialiser et les installateurs de les mettre en œuvre, dans la limite des stocks restants.

Un deuxième palier est applicable au 26 septembre 2017 et une révision complète en 2019.

L'effet direct est un marché de chaudières 100 % à condensation avec quelques exceptions encore applicables permettant la transition en cas de remplacement de chaudières dans l'existant (exemple pour les chaudières raccordées sur conduit shunt ou sur VMC Gaz).

De plus, la Directive n° 2010/30/CE concernant l'étiquetage obligatoire des équipements a été étendu aux chaudières, pompes à chaleur et préparateurs d'eau chaude sanitaire.

Désormais les installateurs doivent prendre la responsabilité de calculer l'efficacité énergétique des systèmes composés de plusieurs équipements puis de déterminer la classe d'étiquetage à laquelle



ils correspondent... même si des outils ont été mis à disposition par les fabricants, ces mesures sont difficilement applicables.

Obligations d'entretien des chaudières :

Deux arrêtés définissent les obligations des propriétaires des installations de chauffage avec chaudières à combustibles liquides, gazeux ou solides :

L'arrêté du 15/09/2009 concerne l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW

L'arrêté du 2/10/2009 concerne le contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kW et inférieure à 20 MW

Outre les limites autorisée des émissions de polluants et des rendements minimaux à mesurer, il est défini une obligation de remettre une attestation d'entretien (art. R 224-41-8 du Code de l'Environnement).

Consulter ces textes sur : <https://www.legifrance.gouv.fr>

ou <https://cegibat.grdf.fr/reglementation-gaz>

Les contrats de maintenance des chaufferies collectives :

On distingue différents types de contrats et différents types de prestations :

- Contrats d'entretien : maintenance préventive et dépannage, modernisation, garantie de fonctionnement, suivi en temps réel.
- Contrats d'exploitation : entretien, garantie totale, renouvellement programmé des équipements, financement, intéressement
- Contrats de l'approvisionnement et de l'optimisation de l'énergie : Fourniture des combustibles, suivi des performances, contrat de résultat avec intéressement, contrat de fourniture d'énergie.

Les différents types de prestations:

P1: fourniture d'énergie (fuel, gaz, électricité, ...)

P2: maintenance préventive et curative (mise en route, arrêt, réglages, contrôles de combustion, disconnecteur, ramonage, ...)

P3: renouvellement programmé des équipements, garantie totale (pièces et main d'œuvre)

P4: financement des installations

P5: travaux dans le cadre du contrat (Fourniture, installation, maîtrise d'oeuvre)

Seul le P2 est obligatoire en tant que prestation minimum, ensuite les prestations peuvent être combinées avec des durées d'engagement plus ou moins longues (P2 + P3 ; P1 + P2 ; P1 + P2 + P3...)

Les recommandations :

- Si la chaudière est ancienne, lors de son remplacement, envisager l'installation d'une chaudière à condensation.
- Le remplacement d'une chaudière doit être accompagné par l'installation d'une régulation avec programmation des périodes d'inoccupation ou des réduits de nuit.
- Les radiateurs doivent être adaptés, type « basse température » ou « chaleur douce » pour que le rendement de la chaudière à condensation soit optimum. Consulter un professionnel. La mise en place d'un plancher chauffant est adaptée.

Sites internet d'information :

<https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/chaudiere-gaz-condensation/>

<https://www.picbleu.fr/page/chaudiere-hybride-pompe-a-chaleur-gaz-avantages-et-inconvenients>

http://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-chaudieres-pac-hybrides-2015-03_0.pdf

<https://www.viessmann.fr/fr/chauffage-batiments-residentiels/systeme-chauffage/cogeneration.html>

<https://www.vaillant.fr/espace-professionnel/actus-pros/pile-a-combustible/>

Base de données ATITA : www.techniqueuniclimate.com

Chaudières à combustibles solides

Le bois bûche ainsi que le charbon font partie des premières énergies utilisées dans les systèmes de « chauffage central ».

On distingue deux technologies différentes s'agissant des chaudières à bois :

- bois bûches pour un chargement manuel (option bi-énergie)
- bois déchiqueté ou granulés de bois pour un chargement automatique

Les installations avec **chaudière à bois bûche** sont caractérisées par :

- Stockage du bois approprié et permettant l'utilisation dans la chaudière d'un combustible le plus sec possible (sinon risque de production de bistre dans la chaudière comme dans la cheminée)
- Dimensionnement suffisant du réservoir tampon pour garantir une production de chaleur continue entre deux charges de la chaudière
- Puissances nominales élevées
- Production d'eau chaude sanitaire souvent en bi-énergie pour le fonctionnement estival
- Modèles récents avec certification FLAMME VERTE (rendement entre 70 et 85 %)
- Entretien et nettoyage : 2 fois par an

Les variantes des chaudières à bois bûche :

- Bi énergie : une chambre de combustion pour le bois et un brûleur fioul pour prendre la relève
- Multi combustibles avec double chambre de combustion pour briquettes, résidus de bois ou buches de 50 cm (suivant le cas automatique ou manuelle)
- Chaudière à gazéification : préchauffage de l'air primaire et secondaire (amélioration du rendement – Classe 3 d'après la norme EN 303-5)
- Chaudière à combustion inversée : le tirage de la cheminée aspire la flamme vers le bas, du fait de la conception de la chambre de combustion, ce qui permet une combustion à la fois concentrée et progressive pour améliorer le rendement (Morvan)



Les installations avec **chaudière automatique** sont caractérisées par :

- une réserve (Silo) et un système de convoyage du combustible, généralement des plaquettes forestières ou des granulés de bois (pellets)
- Conviennent aussi bien aux grosses et aux petites installations
- Combustible en vrac ou en sac (uniquement pour les pellets)
- Taille importante du stockage (équivalences énergétiques : 1 litre de fioul \approx 11 litres de plaquettes \approx 3,5 litres de pellets)
- Production d'eau chaude sanitaire souvent en bi-énergie pour le fonctionnement estival (certains fabricants propose le solaire)
- Certification FLAMME VERTE (rendement de 80 et 90 % pour une chaudière à granulés et de 75 à 85 % pour une chaudière à bois déchiqueté)



Bois énergie



Marques :
HARGASSNER
VISSMANN
BUDERUS
MORVAN
SILENE BOIS
HS France

...

	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien et nettoyage : 2 fois par an <p>Les variantes des chaudières à granulés de bois :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chaudière à condensation • Chaudière à micro cogénération (pas de commercialisation en France à court terme) <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>	<p>Marques :</p> <p>HARGASSNER ÖkoFFEN FRANCE CHAUFFAGE FROLING ...</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

Informations complémentaires :

Le bistre, comment se forme-t-il et comment l'éviter ?

Le bistre est un dépôt noir dû à la condensation de la vapeur d'eau dans les conduits de chauffage; quand il brûle, il gonfle et peut boucher les conduits. Le ramonage régulier ainsi que le tubage sont les solutions les plus simples.

causes :

- bois fraîchement coupé à 50% d'humidité ou coupé en pleine montée de sève
- combustion au ralenti (clapet d'amenée d'air trop fermé)
- mauvais tirage de la cheminée
- cheminée de section trop grande ou poêle surdimensionné par rapport à la superficie à chauffer
- conduit tubé partiellement isolé

précautions :

- adapter le calorifère au besoin de la superficie de chauffe
- préférer le bois coupé en hiver.
- stocker le bois coupé fendu en avance dans un endroit sec et bien aéré.
- alimenter moins le foyer et plus souvent plutôt que de surcharger et réduire trop les arrivées d'air
- procéder à une bonne isolation du conduit en combles et souche de cheminée hors toit
- faire procéder régulièrement au ramonage des conduits et tuyaux
- Tuber un conduit sur toute sa longueur

Le classement des chaudières bois (Norme EN 303-5)

Mise en place en 1999 et révisée en 2012, cette norme européenne s'applique aux chaudières de chauffage, y compris els dispositifs de sécurité, ayant une puissance nominale inférieure à 500 kW, qui sont conçues pour la combustion de combustibles solides uniquement et qui sont mise en œuvre conformément aux instructions définies par le constructeur.

La norme définit également un classement des appareils en fonction de leur rendement à puissance nominale. L'édition de 1999 définissait 3 classes (de 1 à 3), celle de 2012 en définit également 3 mais a supprimé les 2 premières classes (actuelles de 3 à 5).

Le rendement minimum par classe est issu de la formule : **Rpn [%] = A + B . Log Pn**
avec Pn : puissance nominale de la chaudière [kW]
et :

Chaudière		A	B
2012	Classe 5	87	1
	Classe 4	80	2
	Classe 3	67	6
1999	Classe 2	57	6
	Classe 1	47	6

Exemple : une chaudière de 40 kW qui présente un rendement de 83,8 % est de classe 4

$Rpn > 80 + 2 \times \text{Log } 50 = 83,2 \%$

Les recommandations :

- Pour l'installation d'un chauffage au bois, faire appel à un professionnel qualifié, de préférence certifié QUALIBOIS, tant pour la conception, le dimensionnement que pour l'installation.
- Le suivi énergétique de la chaufferie bois ainsi que de la qualité de la combustion doivent être assurés de façon régulière. La conclusion d'un contrat de maintenance est indispensable au maintien des performances de l'installation.
- Le nettoyage d'un système à bois doit être réalisé deux fois par an, dont un de préférence à la mise en chauffe.

Sites internet d'information :


<http://www.boisenergie34.fr/le-bois-energie/les-appareils-de-chauffage/les-chaudieres-a-buches.html>

<http://www.okofen.fr/fr/produits/>

http://www.energies-renouvelables.org/bois_energie.asp

Base de données FLAMME VERTE : <https://www.flammeverte.org>

Solaire thermique	<p>L'énergie solaire thermique provient de la chaleur transmise par le soleil par rayonnement. Le capteur solaire est l'instrument utilisé pour transformer le rayonnement solaire en chaleur.</p> <p>À l'échelle d'une habitation individuelle ou collective, il est possible d'installer un chauffe-eau solaire, ou un chauffage solaire : il s'agit de capteurs vitrés installés le plus souvent sur la toiture, dans lesquels circule un liquide caloporteur réchauffé par le rayonnement solaire, qui transmet ensuite la chaleur à un réservoir d'eau ou dans le dispositif appelé "plancher solaire direct", à une dalle de sol. (Source : Wikipédia)</p> <p>Ce qui caractérise le chauffage solaire :</p> <ul style="list-style-type: none">- nécessité d'installer un système de chauffage d'appoint pour prendre le relais des panneaux solaires l'hiver, en particulier dans les zones les moins ensoleillées, ou pour de très grandes surfaces.- des surfaces de captage et des volumes de stockage d'eau chaude très importants.- toujours combiné avec la production d'eau chaude sanitaire.- niveau élevé d'isolation des bâtiments équipés.- économies d'énergie potentielles de 40 à 70 % sur les consommations annuelles de chauffage et d'eau chaude sanitaire.- la « surchauffe chronique » ou comment évacuer les excédents de collectes de chaleur en saison printanière et estivale ? <p>Le chauffage solaire peut se présenter sous plusieurs formes :</p> <ul style="list-style-type: none">• Un plancher chauffant (PSD Plancher Solaire Direct) : le liquide caloporteur est chauffé par les panneaux solaires thermiques. Puis il chauffe la dalle qui stocke la chaleur et la restitue par le sol. 	 <p>Solaire (appoint)</p> <p>Marques : TECSOL CALEOSOL G T F ...</p>
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Cette option fournit une chaleur plus régulée. Mais elle est à réserver aux bâtiments neufs ou aux rénovations lourdes. Mais il faut un chauffage d'appoint à réguler manuellement selon l'ensoleillement.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un système d'hydro-accumulation : lorsqu'il y a du soleil, le liquide caloporteur chauffe l'eau d'un réservoir. Cette eau alimente le système de chauffage central à tout moment de la journée, même la nuit. La chaleur est restituée par le biais d'émetteurs : radiateur, etc. Cette option peut s'envisager dans le cadre d'une rénovation, pour remplacer une chaudière. Mais système plus complexe et plus couteux que le précédent et besoin de place pour le ballon de stockage (500 – 1000 voire 2000 litres dans certains cas) 	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Informations complémentaires :

Dimensionnement

Pour la surface des capteurs, il faut compter environ 1/10ème de la surface habitable de la maison en surface de panneaux solaires.

Exemple : pour une maison de 120m², on installera environ 12m² de capteurs solaires thermiques.

	Surface des capteurs solaires	Volume du ballon de chauffage	Volume du ballon d'eau chaude sanitaire
Système de plancher solaire direct "PSD"	1/10ème de la surface habitable	Pas de ballon, la chaleur est stockée dans la dalle	cela dépend du nombre d'occupants, entre 300 et 400 litres
Système solaire combiné "SSC"	1/10ème de la surface habitable	entre 500 et 1000 litres, cela dépend de la surface des capteurs solaires	ce ballon est compris dans le ballon d'accumulation du chauffage

(Source : <http://www.alterenergies.fr/ssc.html>)

Les recommandations :

- Penser au stockage de l'énergie collectée en journée : le volume de l'hydroaccumulation peut représenter une surface dédiée importante.
- Pour l'installation faire appel à une entreprise titulaire de la qualification « QUALISOL Combi ».
- Préférer un système autovidangeable si aucune solution de rejet des calories en belle saison n'est envisageable

Sites internet d'information :

<http://www.solaire-diffusion.eu/solaire-thermique/chauffage-solaire/premiere-approche.html>

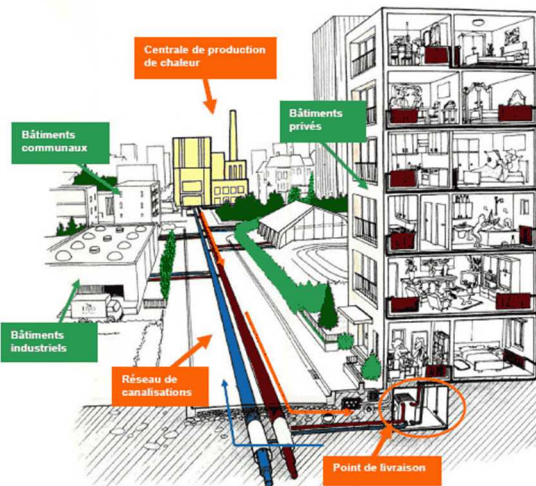
<http://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/chauffage-solaire/faq-chauffage-solaire/>

Réseaux de chaleur

Un réseau de chaleur est un ensemble constitué d'un réseau primaire de canalisations, empruntant le domaine public ou privé, transportant de la chaleur et aboutissant à plusieurs bâtiments ou sites.

Il comprend une ou plusieurs installation(s) de production et/ou un processus de récupération de chaleur à partir d'une source externe. Des unités de production transforment une ou plusieurs énergies (fossiles, renouvelables, récupérées ou autres) et délivrent la chaleur au réseau. La chaleur est transportée sous forme d'eau chaude, d'eau surchauffée ou de vapeur, dans des canalisations calorifugées, vers plusieurs points de livraison, où elle fait le plus souvent l'objet d'un comptage.

Sur les mêmes principes, il existe des réseaux distribuant du froid, transporté sous forme d'eau glacée et destiné à la climatisation des locaux. (Source Fedene -Fédération des Services Energie Environnement)



Production de chaleur par :

- le brûlage de combustibles liquides (fioul), solides (charbon, biomasse) ou gazeux (gaz naturel, biogaz),
- l'utilisation de l'eau chaude présente dans l'environnement extérieur (géothermie, solaire),
- Le solaire thermique (appoint et estival),
- la récupération sur des installations de production d'électricité (centrales

nucléaires, centrales thermiques, centrales d'incinération des ordures ménagères).

Transport de la chaleur par un réseau primaire de canalisations empruntant la voirie publique ou privée et aboutissant à des postes de livraison de la chaleur aux utilisateurs, les sous-stations, sous forme :

- d'eau chaude pour le chauffage et l'ECS des bâtiments,
- de vapeur et eau surchauffée pour le(s) process de bâtiments industriels.



Sous station d'un réseau de chaleur :

situées en pied d'immeuble, la sous-station a pour rôle de permettre le transfert de la chaleur, par le biais d'un échangeur entre le réseau de distribution primaire et le réseau de distribution secondaire.

C'est à ce niveau que le comptage de la chaleur livrée est effectué, pour donner ensuite lieu à une facturation de la part du gestionnaire du réseau de chaleur.



Fossiles
Renouvelables
Récupérées

Informations complémentaires :

Contenus CO₂ des réseaux de chaleur et de froid

Les valeurs contenues dans un arrêté mis à jour et utilisées comme référence pour les étiquettes « Climat » du DPE ou pour l'application de la RT 2012 sont issues de **l'enquête nationale du chauffage urbain et de la climatisation urbaine**, réalisée annuellement par le SNCU () pour le compte du Ministère de Développement Durable.

Rappelons l'importance pour un réseau de chaleur d'être référencé dans le périmètre de cette enquête : les réseaux de chaleur et de froid qui ne sont pas recensés et qui ne figurent donc pas dans l'arrêté, se voient réglementairement attribuer la valeur de contenu CO₂ du charbon, par défaut.

L'enquête permet de définir pour chaque réseau identifié :

- Le nombre d'installations de production
- La puissance totale installée (en production)
- La longueur des réseaux installés et le nombre de points de livraison
- La puissance totale souscrite [MW]
- La quantité totale d'énergie livrée (finale) [GWh]
- La quantité d'énergie consommée ou achetée [GWh] soit directement pour la distribution soit en entrée de cogénération

		Energies consommées ou achetées			Production thermique des réseaux**	
		Unités propres	GWh entrée hors cogé	GWh entrée cogé	Quantité (GWh)	Part/Total (%)
Energies fossiles	Charbon	443 064 tonnes	2 922	186	2 710	9%
	Fioul lourd & CHV	134 321 tonnes	1 498	17	1 346	4%
	Fioul domestique	14 128 m ³	136	0	121	0%
	Gaz naturel	21 216 118 MWh pcs	8 531	10 538	12 661	42%
	GPL	62 413 MWh pcs	63	0	57	0%
	Cogénération externe (part non EnR&R)	174 729 MWh	175	so	175	1%
	Autre combustible / énergie fossile	0 UP	0	0	0	0%
Energies R&R (°)	Biomasse	1 405 182 tonnes	2 937	1 048	3 026	10%
	Gaz à caractère renouvelable	0 MWh pcs	0	0	0	0%
	Gaz de récupération	0 MWh pcs	0	0	0	0%
	Chaleur industrielle	227 116 MWh	227	so	227	1%
	Unité de Valorisation Energétique (UVE)	8 289 234 MWh	7 271	1 019	7 400	25%
	Géothermie	1 045 216 MWh	1 045	so	1 045	3%
	Cogénération externe (part EnR&R)*	390 674 MWh	391	so	391	1%
	Autre réseau (part EnR&R)*	35 411 MWh	35	so	35	0%
	Autre combustible R&R*	0 UP	0	0	0	0%
	Pompe à chaleur (part EnR&R)°	19 617 MWh	20	so	20	0%
Autre énergie R&R	120 UP	0	so	0	0%	
Energies autres	Chaudière électrique	23 346 MWh e	23	so	23	0%
	Pompe à chaleur (Part non EnR&R)°	9 115 MWh e	9	so	9	0%
	Autre réseau (part non EnR&R)	718 171 MWh	718	so	718	2%
	Autre Energie électrique	6 551 UP	29	so	29	0%
Sous-total Energies fossiles		so so	13 326	10 741	17 070	57%
Sous-total Energies R&R		so so	11 926	2 067	12 144	40%
Sous-total Energies autres		so so	779	0	779	3%
TOTAL			26 031	12 808	29 993	100%

(source : Enquête annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid 2014 – bouquet énergétique recensé sur 411 réseaux de chaleur, situés dans pres de 350 communes)

Les recommandations :

- Mise en place d'un suivi en temps réel des consommations afin de permettre aux usagers de mieux réguler leurs consommations

Sites internet d'information :

<http://www.dhcnews.com/sous-stations-reseau-chaleur/>

<http://www.elyde.fr/reseau-de-chaleur/comment-ca-marche/>

<http://reseaux-chaleur.cerema.fr/contenus-co2-des-reseaux-de-chaleur-et-de-froid-arrete-du-27-octobre-2014>

<p>1-4</p>	<p align="center">Les poêles à bois et inserts</p>	 Bois énergie
<p><u>Champ d'application</u> Résidentiel</p>	<p>Appareils à bois pouvant être installés en remplacement d'une cheminée à foyer ouvert ou un conduit existant.</p> <p>Les caractéristiques des différents appareils :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <p>- Les inserts sont des appareils à bois conçus pour pouvoir équiper des cheminées à feu ouvert déjà existantes, d'où l'utilisation du terme insert (un anglicisme désignant le fait d'insérer dans une cheminée existante). Il est généralement composé d'un foyer en fonte (parfois en acier) placé dans un caisson en métal.</p> <p>Les inserts sont équipés d'une vitre épaisse en vitrocéramique. Ces appareils sont plats sur le dessus (sortie des fumées) ce qui facilite leur installation sans modification d'une cheminée existante. L'insert s'apparente à un poêle et n'est pas prévu pour fonctionner à feu ouvert avec la vitre relevée comme sur les foyers fermés.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <p>- Les foyers fermés (ou cheminées à foyer fermé) sont des appareils à bois que l'on raccorde sur un conduit de fumée en habillant l'ensemble par une cheminée décorative. Grâce à des orifices situés en bas et en haut de l'habillage, la circulation de l'air ambiant au contact de l'appareil s'échauffe et transmet la chaleur.</p> </div> <div style="width: 30%;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <p>- Les poêles à bois sont plus faciles à installer qu'une cheminée dans la mesure où il suffit de les raccorder sur un conduit, mais en respectant des normes précises de raccordement des fumées de combustion. Le rendement des poêles à bois varie entre 60 et 70 % (leur rendement doit atteindre 70 % au minimum pour tous les appareils qui possèdent le label flamme verte).</p> </div> <div style="width: 30%;">  </div> </div> <p>- Les poêles à granulés sont les plus récents et bénéficient d'un fonctionnement automatisé pour le chargement du combustible et pour leur régulation (température et temps de fonctionnement). Leur rendement élevé doit atteindre 85 % pour tous les appareils qui possèdent le label flamme verte.</p> <p align="right">(Source : www.picbleu.fr)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <p>Les variantes des appareils appelés « inserts » ou « poêle à bois » :</p> <p>- Les inserts chaudières ou foyers chaudières sont des appareils destinés au chauffage. En supplément de la chaleur rayonnée dans la pièce d'installation, ils alimentent en eau chaude un système de chauffage central par un double échangeur d'eau situés sur le foyer.</p> </div> </div> <p>Il est conseillé de maintenir un appoint thermique (ex. : chaudière), et de dimensionner au plus juste le ballon d'hydro-accumulation.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 65%;"> <p>- Les plaques à eau ou chaudières d'âtre sont conçues entièrement en fonte et offrent le design d'une plaque ancienne de cheminée. Posés simplement dans une cheminée ouverte ces échangeurs permettent de récupérer jusqu'à 10 kW, sans faire de modification de la cheminée.</p> </div> <div style="width: 30%;">  </div> </div>	<div style="text-align: center;">   </div> <p align="right" style="color: blue;"> Marques : DECOTHERM </p> <p align="right" style="color: blue;"> Marques : ECOFLAMME FABRILOR CHEMINEE </p>

	<p>- Les poêles bouilleurs, également appelés poêles hydro, poêle thermo ou poêle chaudière, sont des poêles à bûches ou à granulés (voire mixte) qui se raccordent à un circuit de chauffage et alimentent des radiateurs à eau chaude.</p> <p>Certaines installations permettent également de produire de l'eau chaude sanitaire avec un ballon biénergie.</p> <p>Par rapport au poêle classique, le poêle hydro permet de fournir la chaleur de façon homogène dans toute la maison car il y a une répartition de la chaleur assurée par plusieurs points de chauffe.</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Informations complémentaires :

Label Flamme verte (article de Wikipédia, l'encyclopédie libre).

Le label Flamme verte est un label élaboré en France par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) avec l'appui de différents fabricants d'appareils de chauffage. L'objectif du label Flamme Verte est de promouvoir les appareils les plus performants d'un point de vue énergétique et environnement. Ainsi, ces appareils de chauffage au bois maîtrisent mieux la combustion du bois et polluent beaucoup moins.

Depuis 2010, l'affiche des appareils les plus performants au sein du label flamme Verte s'effectue sous la forme d'étoiles. Un classement comme pour les hôtels. Plus le nombre d'étoiles est élevé meilleurs sont les performances du produit.

L'intérêt pour les pouvoirs publics est de promouvoir les appareils les plus vertueux pour l'environnement. De plus, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, des objectifs pour l'horizon 2020 ont été fixés sur les énergies renouvelables en France.

La filière du chauffage au bois domestique a pour objectif, d'ici à la fin de l'année 2020, d'équiper 9 millions de foyers d'un dispositif de chauffage au bois.







À la fin de l'année 2013, plus de 7,5 millions de foyers étaient équipés d'un poêle, d'un foyer fermé / insert, d'une cuisinière ou d'une chaudière fonctionnant au bois ou à la biomasse, dans leurs habitations individuelles.

Les recommandations :

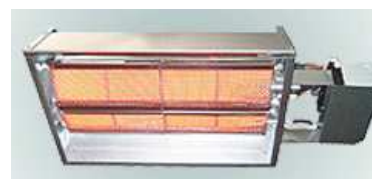
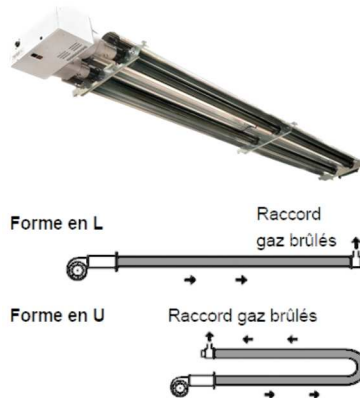
- S'il y a une cheminée à foyer ouvert, envisager l'installation d'un appareil de type insert ou d'un poêle si des travaux plus importants sont envisagés. Choisir des appareils labellisés « flamme verte », un combustible sec et non pollué, si possible NF bois ou FLAMME VERTE.
- S'il y a une cheminée à foyer ouvert sans trappe d'obturation, installation d'une trappe d'obturation dans le conduit de cheminée pour limiter les déperditions de chaleur en hiver.
- Les inserts doivent être installés conformément aux normes. Le conduit doit avoir sa propre arrivée d'air, sinon il risque de ne plus fonctionner en calfeutrants les défauts d'étanchéité de la pièce. Une cheminée doit être ramonée 2 fois par an dont 1 pendant la saison de chauffe.


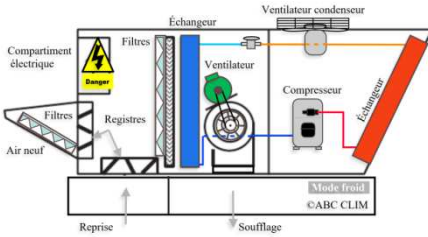


Sites internet d'information :

<https://www.picbleu.fr/page/comparatif-cheminee-poele-a-bois-insert-poele-granules-de-bois>
<http://www.maison.com/architecture/maison-basse-consommation/poeles-bouilleurs-chauffer-produire-eau-chaude-4722/>

<p>1-5</p>	<p>Les systèmes spécifiques aux bâtiments de grand volume</p>	
<p><u>Champ d'application</u> non résidentiel Bâtiments de grand volume</p>	<p>Particularités des bâtiments industriels et commerciaux de grande hauteur et de grand volume :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le traitement d'air dans les bâtiments de grands volumes pose souvent le problème de l'homogénéité de la température en tous points du local. - Le traitement du local en mode chauffage est contraignant. La différence de température entre l'air soufflé et l'air ambiant peut engendrer une stratification. L'air chaud étant plus léger que l'air froid, on a tendance à retrouver des couches d'air chaud en hauteur et des couches d'air froid en partie basse du local. (Source : <i>conseils.xpair.com</i>) <p>La solution de diffusion de chaleur à installer pour chauffer des bâtiments de grands volumes se détermine suivant différents critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une occupation ponctuelle nécessite d'envisager un système réactif - des activités différentes par zone nécessite d'envisager un système sectorisé 	 <p>mais aussi parfois</p> 
<p>L'Aérotherme</p>	<p>Un aérotherme est un appareil autonome servant à chauffer un espace spécifique. Cet équipement est un constitué d'un échangeur de chaleur muni d'un ventilateur. (Source Wikipédia)</p> <p>Le chauffage par air chaud convient bien pour les locaux dont la hauteur sous plafond est inférieure à 5 mètres, et bénéficiant d'un minimum d'isolation.</p> <p>Ce système est envisageable dans les bâtiments plutôt bien isolés thermiquement, à condition tout de même de bien dimensionner l'apport d'air hygiénique ou renouvellement d'air (par un système indépendant).</p> <p>Le phénomène de stratification des températures est très souvent observé avec ce type de système, notamment avec les modèles muraux.</p> <p>(Source : Batirama)</p> <p><u>Les différentes technologies</u> : La chaleur provient d'un réseau d'eau chaude ou de vapeur, d'un serpentin électrique, ou d'un brûleur au gaz dont l'échappement passe par l'échangeur où l'air absorbe la chaleur. Le jet d'air chaud est dirigé vers l'espace à chauffer.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aérotherme électrique : la source de chaleur est une résistance électrique. Facile à déplacer, seulement une alimentation électrique, sans réseau d'alimentation ni d'évacuation. Gestion de la température suivant la température ambiante. - Aérotherme à eau : la source de chaleur est une batterie à circulation d'eau réchauffée par une chaudière. Certains appareils sont utilisés en mode froid associés à un groupe de production d'eau glacée. Ces appareils doivent être équipés d'un bac récupération des condensats. 	   <p>Marques : UNELVE NT SAFTAIR Industrie GEA HAPPEL CLIMAIR Industrie</p>

	<p>- Aérotherme à gaz : l'appareil est équipé d'un brûleur gaz, l'échange thermique s'effectue au contact de la surface de l'échangeur, sans fluide intermédiaire, seulement grâce à l'action du ventilateur qui entraîne la quantité d'air nécessaire. L'évacuation des produits de combustion se fait au fur et à mesure, soit par ventouse, soit par conduit de fumée suivant la nature du ventilateur, hélicoïde ou centrifuge.</p> <p>- Aérotherme gaz à condensation : Il est composé d'un échangeur thermique à condensation en inox, d'un brûleur gaz à pré-mélange et d'un échangeur à eau (+ évacuation des condensats)</p> <p>- Unité de toiture à brûleur modulant gaz (rooftop gaz) : de forte puissance l'appareil est positionné en toiture. L'air chauffé est poussée dans le bâtiment directement par une grille ou un réseau de gaines.</p>	
<p>Le tube radiant gaz</p>	<p>Le système de chauffage par rayonnement consiste à chauffer une masse plutôt qu'un volume, pour qu'elle émette un rayonnement infrarouge (onde électromagnétique). Le tube radiant gaz est constitué d'un brûleur gaz, d'un tube émetteur et d'un réflecteur. On distingue les appareils dont les brûleurs fonctionnent en dépression de ceux qui sont en pression. La forme du tube émetteur peut être en épingle ou linéaire. L'évacuation des produits de combustion peut se faire de façon individuelle sur chaque appareil, ou de façon centralisée au moyen d'un réseau collecteur d'évacuation des gaz de combustion. Il existe également des systèmes appelés continus, où les brûleurs sont montés en série sur un même tube émetteur.</p> <p><u>Les différentes technologies :</u></p> <p>- les tubes radiants sombres sont silencieux, ne déplacent ni air ni poussière, chauffent là où il est nécessaire et sont faciles à installer. Principe : un brûleur produit une longue flamme laminaire à l'intérieur du tube. Le tube est chauffé jusqu'à 580 °C. Les réflecteurs au-dessus du tube attirent les rayonnements infrarouges dans la zone à chauffer. L'évacuation des gaz brûlés peut s'effectuer de différentes Façons (cheminée – ventouse). Ces appareils conviennent à un chauffage de postes ou de volumes entiers. Ils sont idéals pour les usines, les show-rooms, les salles de sports...</p> <p>- Les panneaux rayonnants lumineux haute température sont des solutions bien adaptée pour les bâtiments de grande hauteur ou faiblement isolés. Principe : la combustion du gaz se fait à la surface d'une structure en céramique. Un renouvellement d'air minimal doit être prévu d'environ 10 m³/h par kW de chauffage installé. Ce renouvellement d'air est obligatoire dans les ERP (établissements recevant du public). Ces systèmes se caractérisent par une température d'émission élevée</p>	<p>Marques : SCHWANK JETTO GAZ Industrie</p> <p>Marques : GENERFEU JETTO SEET</p>



	<p>(900 à 1000°C). Chaque émetteur est composé d'un réflecteur en acier aluminisé, d'une chambre de mélange avec brûleur venturi, d'un ensemble de plaquettes céramiques perforées montées sur un châssis réfractaire fixé à la chambre de mélange.</p>	
<p>Le générateur d'air chaud</p>	<p>Les générateurs d'air chaud fixes sont des appareils de chauffage au fioul, au gaz naturel/propane ou au bois, à combustion indirecte. Ils permettent, par le biais d'un brûleur et d'un échangeur, de chauffer des locaux.</p> <p>Ces chaudières à air pulsé sont équipées d'un puissant ventilateur pour distribuer parfaitement la chaleur : soit par des bouches de soufflage, soit par des gaines d'air chaud ou encore avec un plenum de diffusion multidirections.</p> <p>Caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'installation peut fonctionner en air neuf, en recyclage partiel ou total, ce qui est relativement économique pour chauffer tout l'hiver. En été, la ventilation seule peut assurer une ambiance agréable. - Il existe des modèles de générateur d'air chaud gaz à condensation : ce générateur a été étudié pour être combiné à un brûleur à gaz de puissance thermique variable. A puissance réduite, la température des fumées est basse et passe en dessous du point de rosée. Il de produit alors le phénomène de condensation et donc récupération d'une partie de la chaleur latente contenue dans la vapeur d'eau. (Source : emat.sas) <p>Types d'applications : Ces générateurs/chaudières sont des chauffages très adaptés pour les ateliers, les entrepôts et tous les grands volumes, les halls de production ou les ateliers, les halls d'exposition, les ateliers poids lourds ou automobiles, les locaux de stockage, les installations sportives, les serres et pépinières, les locaux d'élevage, les studios photo et cinéma...</p>	 <p>Marques : SECOMAT MASTER AMBIRAD TROTEC KROLL EMAT</p>
<p>Le roof top</p>	<p>Le rooftop, également appelé unité de climatisation est implanté en toiture du local à climatiser et permet à la fois le traitement d'air, le chauffage et la climatisation.</p> <p>Cet équipement se présente sous la forme d'un caisson compact de type centrale d'air, comportant un élément de filtration, une batterie froide à détente directe, une batterie chaude, un ventilateur ainsi qu'un dispositif de mélange air neuf / air repris.</p> <p>La génération de chaleur et de froid est une pompe à chaleur à compression électrique (de type Air/Air) avec appoint par batterie électrique additionnelle ou batterie chaude alimentée la plupart du temps par brûleur gaz en direct.</p> <p>Posé sur des costières, le montage d'un appareil peut être prévu de différentes façons : pour un soufflage et une reprise directement par-dessous et une prise d'air et un refoulement à l'air libre ou bien pour être gainé en direction du volume à traiter.</p>  	

Les produits récents intègrent les dernières technologies assurant une efficacité énergétique maximale : compresseur scroll, ventilateur à haute efficacité, commutation électronique, module free-cooling, chauffage avec mode pompe à chaleur, lampes UV pour qualité d'air renforcée, ...

Il existe plusieurs types de roof top, les plus fréquents sont :

- Froid seul - air / air
- Froid seul - air / air + résistances électriques
- Froid seul - air / air + batterie eau chaude
- Froid seul - air / air + générateur (brûleur gaz)
- Pompe à chaleur (réversible) - air / air + résistances électriques
- Pompe à chaleur (réversible) - air / air + batterie eau chaude

(Source : ABC CLIM)

Marques :
CIAT
LENNOX
AERMEC
CARRIER
ETT
TRANE
WESPER
EMAT



Informations complémentaires :

Sur la réglementation au sein de locaux recevant du public (ERP)

Les installations de chauffage par rayonnement fonctionnant au gaz doivent être conformes au Règlement de Sécurité Contre l'Incendie (RSCI ERP) :

- puissance limitée à 400W/m² de surface du local, article CH53, CH46
- distance mini aux matériaux combustibles : article CH53
- radiants sombres : évacuation des fumées en matériau M0 : article CH5 à CH53 et GZ 25
- aération et ventilation :

☞ radiants sombres : articles CH54 et GZ21 (1,75 m³/h par kW installé, et évacuation des fumées par cheminée)

☞ radiants lumineux : articles CH54, GZ21 et GZ22 (10 m³/h mini par kW installé)

Le free cooling

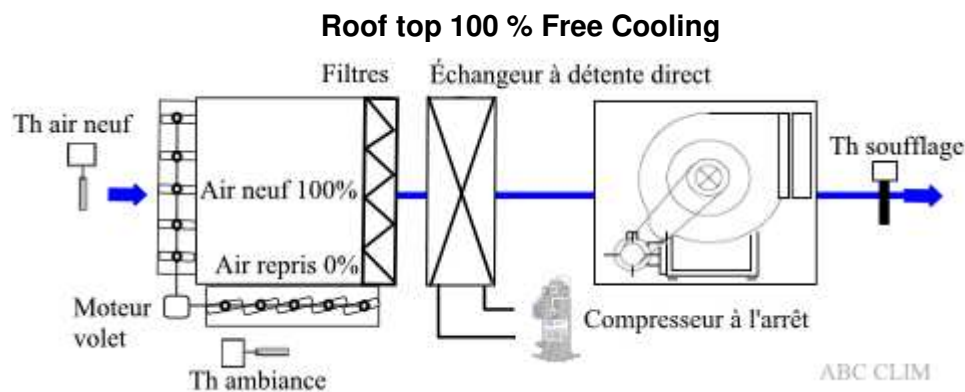
Le free cooling (refroidissement gratuit) consiste à utiliser directement l'air extérieur pour refroidir un local on introduit de l'air extérieur si celui-ci est d'une température plus basse que l'air repris (intérieur) et que la régulation est en demande de froid.

L'admission de cet air plus frais se fait par l'intermédiaire d'un volet ou registre motorisé commandé par une régulation. Ce système peut remplacer complètement la puissance frigorifique distribuée par les compresseurs ou les vannes trois voies lorsque la température de l'air extérieur le permet et ceci jusqu'à ce que la demande de froid devienne trop importante et à ce moment la régulation démarrera le (ou les) compresseur(s) (roof top, etc.) ou ouvrira les vannes trois voies (pour les CTA).

Le Free Cooling est intéressant énergétiquement pour les locaux avec de fortes charges internes, Data center, magasin avec beaucoup d'éclairage ou a forte occupation, casino de jeux, enfin des locaux ayant des besoins en rafraîchissement une grande partie de l'année.

Le free cooling nocturne **naturel** nécessite des ouvertures vers l'extérieur importantes (de 2 à 4 % de la surface au sol des locaux), ouvertures qui peuvent augmenter les risques d'intrusion dans le bâtiment de personnes, d'insectes, de poussières ou de pluie.

La circulation naturelle d'un volume d'air important au travers du bâtiment doit tenir compte des prescriptions de sécurité en matière d'incendie, notamment, le compartimentage qui veut que les différents étages soient séparés par des parois résistantes au feu en cas d'incendie.



Les recommandations :

- L'installation d'un déstratificateur dans le cas de chauffage à air chaud permet de redescendre l'air chaud vers la zone à chauffer et limiter les pertes.
- Aérotherme gaz : la combustion nécessite de dimensionner les grilles d'entrée d'air en additionnant le débit d'air hygiénique et le débit d'air comburant.
- Aérotherme gaz : en cas de remplacement, préférer un modèle avec évacuation des gaz de combustion par ventouse.

Sites internet d'information :

<https://www.batirama.com/article/2427-chauffer-un-local-de-grand-volume-aerotherme-ou-panneau-rayonnant.html>

http://www.solaronics.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=73&lang=fr

http://www.schwank.fr/fileadmin/00_customer/fr/pdf_s/Dunkelstrahler-Prinzip_FR.pdf

<http://www.airchaud-diffusion.fr/chauffage-rayonnement-infrarouge-notions>

<http://www.seet.pro/radiants.html>

<http://www.abcclim.net/roof-top.html>

https://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/climatisation_industrie_commerce/avantages_du_rooftop/1097.htm

2. EQUIPEMENTS DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION

La question du renouvellement d'air, qui rappelons-le, non seulement contribue au confort des occupants mais également permet d'évacuer les polluants du bâtiment, qu'ils soient dus à l'occupation humaine ou à l'utilisation de produits ou d'équipements, et enfin garantir la sécurité et la pérennité du bâti, doit être envisagée différemment suivant l'usage (résidentiel ou non résidentiel) et suivant le statut des occupants (salariés ou visiteurs pour les Etablissements Recevant du Public).

De même, ne sont pas considérées de la même façon, ni par les mêmes textes réglementaires, la question du renouvellement d'air hygiénique et celle du désenfumage.

Nous ne traiterons ici que du renouvellement d'air neuf hygiénique pour les bâtiments abritant une activité humaine .

Il existe sur ce sujet 3 sources réglementaires :

Secteur résidentiel	Secteur non résidentiel	
Occupation continue	Occupation discontinue Salariés	Occupation discontinue Non salariés
<p>Arrêté du 24 mars 1982 (débits à extraire en fonction du nombre de pièces principales) Arrêté du 28 octobre 1983 (autorisation de débits moindres pour les systèmes asservis ou hygroréglables*) Sont transcrits dans l'article R.111.9 du CCH</p> <p>+ DTU 68.1 (dimensionnement type des entrées d'air)</p>	<p>Code du travail Art. R4222-1 à 21</p> <p>Débits à fournir suivant la nature de l'activité salariée</p>	<p>RSdT (Règlement Sanitaire Départemental Type) Cirulaire du 9 août 1978 modifiée</p> <p>Débits à fournir suivant les activités desservies</p>

*Les systèmes hygroréglables font l'objet **d'Avis Techniques** qui précisent les débits spécifiques moyens à prendre en compte pour le calcul thermique réglementaire.

Ainsi les deux principaux critères qui interviennent sur la définition des débits à fournir (et donc à extraire) sont :

- le taux d'occupation (la valeur maximum pour le dimensionnement)
- la quantité d'air nécessaire suivant l'activité par occupant (une activité intense et active nécessitera davantage d'air neuf qu'une activité modérée et statique...)

Par ailleurs, le débit d'air qui transite dans un bâtiment a une influence directe sur la consommation d'énergie dans la mesure où il doit être porté à la température ambiante pour éviter de refroidir les locaux desservis et maintenir la sensation de confort.

Un petit rappel sur les exigences réglementaires permettra, peut être d'apporter un éclaircissement sur les différentes problématiques :

Arrêté du 24 mars 1982 – le résidentiel

- ▶ Art. 1 - L'aération des logements doit pouvoir être **générale et permanente** au moins pendant la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées.
- ▶ Art. 2 - Le système d'aération doit comporter des **entrées d'air** dans toutes les pièces principales, des **sorties d'air** dans les pièces de service, au moins dans les cuisines, les salles de bains ou de douches et les cabinets d'aisances...
- ▶ Art. 3 – les débits extraits sont **fonction du nombre de pièces principales** du logement
- ▶ Art. 4 - Des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire les débits (VMC débit de base/débit de pointe)

Nombre de pièces principales du logement	Débits extraits en m ³ /h					Débit total minimal (article 4)
	Cuisine Pointe/base	SdB ou de douche commune ou non avec un WC	Autre salle d'eau (pièce comportant un point de puisage)	Cabinet d'aisances (WC)		
				Unique	Multiple	
1	75 / 20	15	15	15	15	35
2	90 / 30	15	15	15	15	60
3	105 / 45	30	15	15	15	75
4	120 / 45	30	15	30	15	90
5	135 / 45	30	15	30	15	105
6	135 / 45	30	15	30	15	120
7 et plus	135 / 45	30	15	30	15	135

Arrêté du 28 octobre 1983 (complément concerne l'hygroréglable) :

Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement, de telle façon que les taux de pollution de l'air intérieur ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère, les débits définis par le tableau ci-dessous peuvent être réduits.

L'emploi d'un tel dispositif doit faire l'objet d'une autorisation du Ministère chargé de la Construction et de l'Habitation et du Ministère chargé de la Santé, qui fixe les débits minimaux à respecter.

En tout état de cause, le débit total extrait est au moins égal à la valeur suivante :

Débit total minimal en m ³ /h	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
	10	10	15	20	25	30	35

Extrait du DTU 68.1 relatif à l'implantation des **entrées d'air neuf** :

- chaque pièce principale doit être équipée d'au moins une entrée d'air, la somme des modules de ces entrées étant au minimum de 30 m³/h pour une différence de pression ≤ 10 Pa (exemple la ventilation naturelle) et de 22 m³/h pour une différence de pression ≤ 20 Pa (exemple VMC)
- sauf dispositions particulières, les pièces de service et dégagements ne comportent pas d'entrées d'air

Nombre de pièces principales	Débit total maximal extrait du logement (m ³ /h)	Somme des modules dans chaque pièce principale			
		Pression ≤ 10 Pa (ventilation naturelle)		Pression ≤ 20 Pa (ventilation mécanique)	
		Séjour	Autre PP	Séjour	Autre PP
1	90	110 ⁽¹⁾	Sans objet	90	Sans objet
	105	135 ⁽¹⁾		90	
	130 ⁽²⁾	150 ⁽¹⁾		120	
2	120	90	60	60	60
	130 ⁽²⁾	105	60	60	45
3	150	90	45	60	30
4	180	90	45	45	30
5	210	90	45	45	30
6	210	90	30	45	22
7	225	60	30	45	22

(1) pour les logements d'une pièce principale il est préférable de se placer dans le 2^{ème} cas

(2) ces valeurs correspondent à la présence d'un appareil à gaz sur conduit de fumées de 23 kW

Exemple : logement 4 pièces avec 1 cuisine / 2 SdB et 1 WC en VMC classique

EAN : Séjour 45 m³/h – chaque chambre 30 m³/h

Extractions : Cuisine 125/45 m³/h – chaque SdB 30 m³/h – WC unique 30 m³/h

(Σ débits extraits minis 135 m³/h conforme car > 90 m³/h)

Le Code du Travail – Bâtiments non résidentiels (concerne uniquement les salariés)

- Art. R. 4222-6 : Lorsque l'aération est assurée par **ventilation mécanique**, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé par le tableau suivant :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (m ³ /h)
Bureaux, locaux sans travail spécifique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

- Art. R. 4212-6 : le Maître d'ouvrage prévoit dans les locaux sanitaires l'introduction d'un débit minimal d'air déterminé par le tableau suivant :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit par local (m ³ /h)
Cabinet d'aisances isolé (**)	30
Salle de bains ou de douche isolée (**)	45
Commune avec un cabinet d'aisances	60
Bains, douches et cabinets d'aisances groupés	30 + 15 N (*)
Lavabos groupés	10 + 5 N (*)
N(*) : Nombre d'équipements dans le local (**) : Pour un cabinet d'aisances, une salle de bains ou de douches avec ou sans cabinet d'aisances, le débit minimal d'air introduit peut-être limité à 15m ³ /h si le local n'est pas à usage collectif	

Exemple : 6 bureaux individuels + 1 salle de réunion pouvant accueillir jusqu'à 30 personnes (hors ERP)

Débit à fournir : 150 + 900 m³/h = 1 050 m³/h

Extractions sanitaires H/F avec 6 appareils chacun : 2 x 120 m³ /h = 240 m³/h

Extraction supplémentaire à prévoir : 1 050 – 240 = 810 m³/h

Comment introduire 900 m³/h dans une pièce, même grande ?

Le Règlement Sanitaire Départemental Type – Bâtiments non résidentiel (concerne les personnes autres que les salariés) Art. 63 à 66

Débit minimal d'air neuf en m³/h et par occupant

Locaux d'enseignement :	
Classes, salles d'études, laboratoire (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique)	15
Maternelles, primaires et secondaires du 1 ^{er} cycle	
Secondaires du 2 ^e cycle et universitaires	18
Ateliers	18
Locaux d'hébergement :	
Chambre collectives (plus de trois personnes), dortoir, cellules, salles de repos	18
Bureaux et locaux assimilés :	
Tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques	18
Locaux de réunions :	
Tels que salles de réunions, de spectacle, de culte, clubs, foyers	18
Locaux de vente :	
Tels que boutiques, supermarchés	22
Locaux de restauration :	
Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22
Locaux à usage sportif :	
Par sportif :	
Dans une piscine	22
Dans les autres locaux	25
Par spectateur	18

En extraction les débits sont semblables à ceux définis à l'Art. R. 4212-6 du Code du Travail, auxquels s'ajoutent les indications suivantes :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit par local (m ³ /h)
Salle de lavage, séchage et repassage du linge	5 par m ² de surface de local (*)
Office relais	15/repas
Moins de 150 repas servis simultanément	25/repas
De 151 à 500 repas servis simultanément	20/repas (avec mini 3750 m ³ /h)
De 501 à 1500 repas servis simultanément	15/repas (avec mini 10000 m ³ /h)
Plus de 1500 repas servis simultanément	10/repas (avec mini 22500 m ³ /h)
(*) : compte tenu des contraintes techniques, les débits retenus seront de préférence arrondis au multiple supérieur de 15	

Exemple : 1 salle de classe pouvant accueillir jusqu'à 26 élèves de primaire + 1 enseignant
 Débit à fournir : 390 + 30 m³/h = 420 m³/h
 Comment introduire et extraire 420 m³/h dans une salle de classe, même grande ?

Les conditions d'hygiène définies par l'article 64 du RSDT sont les suivantes :

«dans les conditions habituelles d'occupation, la teneur de l'atmosphère en dioxyde de carbone (CO₂) ne doit pas dépasser 1 000 ppm (parties par millions) avec tolérance 1,3 dans les locaux où il est interdit de fumer (soit **1 300 ppm**).

Si l'occupation des locaux est très variable, la **ventilation modulée ou discontinue est admise**, sous réserve que la teneur en dioxyde de carbone ne dépasse pas les valeurs fixées précédemment.


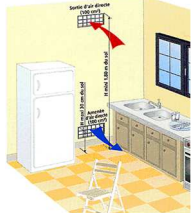
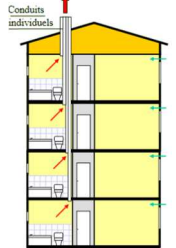
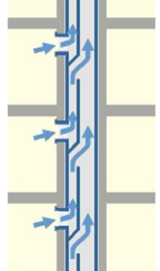
En cas d'**inoccupation** des locaux, la ventilation peut être **arrêtée** ; elle doit cependant être mise en marche avant occupation des locaux et maintenue après celle-ci pendant un temps suffisant.

L'air neuf entrant dans ces locaux doit être pris à l'extérieur sans transiter dans d'autres locaux. Il peut être mélangé à de l'air dit **recyclé** mais sans que cela puisse réduire le débit minimal d'air neuf nécessaire à la ventilation fixée ci-dessus... »

Ces différents **points** constituent donc les pistes pour les améliorations possibles, il reste à définir quels en sont les moyens.

Le présent chapitre traitera d'abord de la ventilation en résidentiel collectif (et individuel) puis de la ventilation en secteur tertiaire.

Seront ensuite traités les sujets sur les centrales de traitement d'air en tant que système remplissant plusieurs fonctions et, afin de compléter les informations sur la climatisation, celui des groupes de production d'eau glacée.

2-1	La ventilation dans le secteur résidentiel	
<p><u>Champ d'application résidentiel</u></p>	<p>Les modes de ventilation des bâtiments résidentiels ont évolué avec le temps, les besoins associés à la densification de l'habitat et surtout les réglementations attachées à limiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les risques sur la santé - les pathologies du bâti - les consommations d'énergie <p>Ainsi dans d'anciennes constructions d'habitation on sera amené à identifier des ventilations de type naturel (ouverture des fenêtres, ventilations hautes et basses, conduits) ou ayant été transformées avec des systèmes hybrides, mécaniques ou non.</p> <p>Plus récentes les constructions équipées de ventilation mécanique contrôlée de type simple flux suivant les trois variantes principales (classique, hygroréglable de type A ou B).</p> <p>Et beaucoup plus rare les constructions équipées de systèmes double flux soit statique soit thermodynamique...</p> <p>Quelle que soit la technique, un système de ventilation comporte toujours un « moyen » pour introduire de l'air neuf et un « moyen » pour extraire l'air vicié.</p>	
<p>La ventilation naturelle</p>	<p><u>Défaut d'étanchéité et ouverture des fenêtres</u> → il n'y a rien à décrire mais tout à « prescrire » ...</p> <p>Ce mode de ventilation se rencontre dans les anciennes constructions, encore équipées de fenêtres non étanches, parfois de cheminées à foyer ouvert qui contribuent à l'extraction de l'air vicié et des odeurs liées à l'occupation.</p> <p><u>Système avec VH/VB</u></p> <p>Il s'agit d'un système intermédiaire dans lequel les pièces de vie sont ventilées par ouverture des fenêtres et les pièces humides par les grilles positionnées en parties haute et basse d'un mur donnant sur l'extérieur permettent d'introduire de l'air (en bas) et de le laisser ressortir lorsqu'il s'est réchauffé et est devenu plus léger (en haut)</p> <p><u>Système avec conduits</u></p> <p>Ce type d'installation permet d'extraire l'air vicié et chaud par des conduits individuels, de profiter d'une plus grande différence de hauteur en plaçant les orifices hauts, non plus en façade mais en toiture et de créer un « effet cheminée » plus important.</p> <p>Ce procédé a permis, par ses évolutions, de passer d'un système de ventilation par pièce à un système de ventilation par transfert ou par balayage, des pièces sèches vers les pièces humides.</p> <p><u>Les conduits shunt</u></p> <p>Sont apparus avec la construction des bâtiments collectifs dans les années 1955 à 1970 et ont été utilisés aussi bien pour la ventilation qu'en tant que conduits de fumée.</p> <p>Ils se caractérisent par des conduits en « sifflet » dirigés vers un conduit principal, sauf au dernier niveau où le conduit sort directement vers l'extérieur.</p> <p>L'aménée d'air neuf est réalisée à partir de grilles implantées dans les menuiseries desservant les pièces de vie.</p>	  

Les systèmes hybrides

Les études pour améliorer les systèmes existants ont pris en compte les défauts de la ventilation naturelle et notamment une moindre maîtrise des débits de renouvellement d'air : souvent trop forts l'hiver et trop faibles les autres saisons.

Extracteurs statiques

Le fonctionnement est basé sur le principe du VENTURI. Placé au débouché du conduit en toiture (mitron terre cuite ou conduit collectif SHUNT), il permet, sous l'effet du vent, de créer une dépression suffisante dans le conduit d'extraction pour maintenir un débit d'air minimum.



Nota : les extracteurs statiques en béton des années 1970 ne répondent plus aux normes en vigueur (NF EN 13141-5, NF EN 1859 et NF EN 1856-1)

Extracteurs stato-mécaniques

Pour améliorer une ventilation naturelle il est possible d'installer en débouché de conduit (individuel ou shunt) un système permettant d'assister le tirage naturel en cas de besoin.

L'extracteur stato-mécanique est équipé de pâles mises en mouvement électriquement, dont la rotation est déclenchée soit par une horloge, soit par une sonde de température (thermomètre) ou de vent (anémomètre)



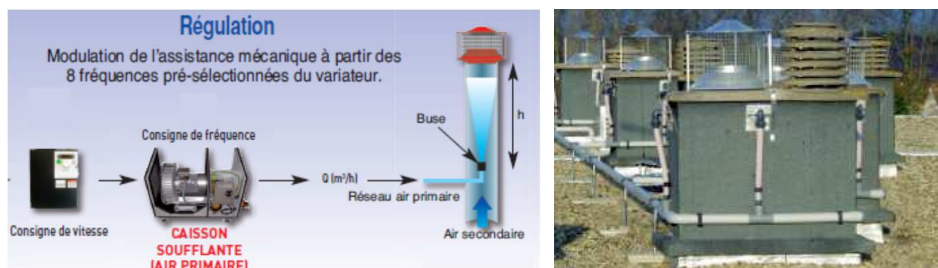
DYN ASTATO

HELYS Premium ACTHYS basse pression

Ventilation assistée par induction d'air « NAVAIR » (Natural Ventilation Activated by Air Induction)

Le système consiste à injecter en partie haute du conduit d'extraction et vers le débouché, un jet d'air à haute vitesse (air primaire) produit par un ventilateur. Par friction avec l'air vicié (air secondaire) présent dans le conduit (chambre de mélange), un mouvement d'air vicié global ascendant et de faible vitesse est créé.

La dépression engendrée est inférieure à 35 Pa mais permet de pallier les défaillances du tirage naturel en demi-saison et d'extraire un débit supplémentaire en cuisine lorsque les productions de vapeur d'eau sont importantes.



Marques :
SEBICO
VTI
ASRATO

Marques :
ASTATO
VTI
ACTHYS

Les équipements d'amenée d'air et au niveau des conduits d'extraction doivent présenter le moins de pertes de charge possible pour permettre à l'air de circuler. Les équipements sont souvent de taille importante (cf. dimensionnement des entrées d'air en introduction pour une pression < 10 Pa).



VTI



ASTATO



AERECO



ACTHYS

Les systèmes avec ventilateur

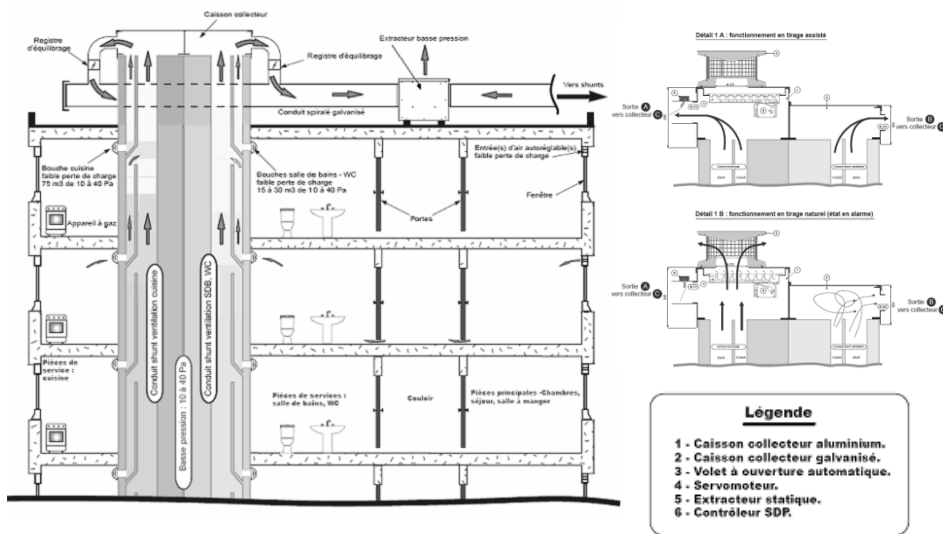
Systèmes d'extraction mécanique basse pression

Les systèmes Seren'Air et Aven'Air sont des systèmes d'extraction mécanique basse pression raccordés sur les conduits de ventilation naturelle et/ou d'évacuation des produits de combustion des logements existants situés dans les immeubles d'habitation équipés ou non d'appareils à gaz.

- Le système Seren'Air est conçu pour être mis en place, dans des logements comportant des appareils à gaz raccordés. Il est installé sur les conduits shunt de fumée et de ventilation.
- Le système Aven'Air est conçu pour être mis en place, dans des logements ne comportant pas d'appareils à gaz raccordés. Il est installé sur les conduits shunt de ventilation.



Marque :
MVN



Nota : Les conduits collectifs destinés à l'évacuation des produits de combustion de type shunt ne doivent en aucun cas être chemisés pour la mise en place du système Seren'Air.

Les systèmes mécaniques simple-flux

La prise en compte d'un système de ventilation mécanique simple flux nécessite de considérer ses quatre composants :

- Les entrées d'air neuf
- Le détalonnage des portes intérieures
- Les bouches d'extraction
- L'extracteur

Ce dernier élément est essentiel, notamment si un changement de système est envisagé, tout d'abord de par son dimensionnement et ensuite de par sa conception et le mode de gestion des débits.

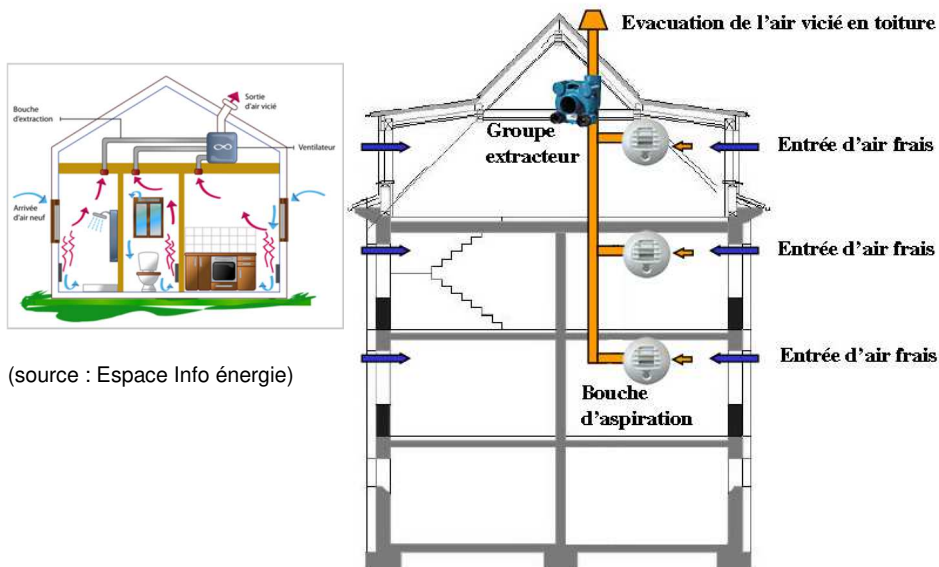
Nota : depuis le 1^{er} Janvier 2016, le règlement européen éco conception (n°1253/2014) s'applique aux unités de ventilation avec un renforcement des exigences en 2018.

Simple flux classique ou autoréglable

« La ventilation mécanique contrôlée autoréglable permet d'assurer un renouvellement d'air neuf par des entrées d'air autoréglables et des bouches d'extraction autoréglables garantissant des débits de renouvellement d'air stables et indépendants des conditions climatiques.»

Depuis 1982 les débits à extraire sont définis suivant le nombre de pièces et peuvent être réduits en dehors des périodes de pointe en extraction mécanique (Q_v base/pointe).

Principe :



(source : Espace Info énergie)

Modèles d'entrées d'air



Modèles de bouches d'extraction actuelles



Anciens modèles



Simple flux hygroréglable

- Les systèmes de ventilation hygroréglable assurent suivant le type (Hygro A, B, Gaz) une modulation des débits d'air extraits (pièces de service) et entrant (pièces principales) en fonction de l'humidité relative des pièces du logement.
- Ces systèmes sont sous Avis Techniques délivrés par le CSTB.
- Les Avis Techniques définissent l'ensemble des gammes produits, le dimensionnement des systèmes, les conseils de mise en œuvre et de conception ainsi que l'entretien des éléments composant les systèmes.
- Le Cahier des Prescriptions Techniques (CPT) complète ces éléments.
- Les produits entrant dans le cadre des Avis Techniques sont soumis aux certifications en vigueur :

(Source : atib)



Type Hygro A : associe des bouches d'extraction hygroréglables et des entrées d'air autoréglables. L'extracteur assure la variation de débit

Type Hygro B : associe des bouches d'extraction hygroréglables et des entrées d'air hygroréglables. L'extracteur assure la variation de débit.

Type Hygro Gaz : associe des bouches d'extraction gaz thermodulantes en cuisine, des bouches hygroréglables et des entrées d'air autoréglables ou hygroréglables (individuel seulement).

Modèles d'entrées d'air hygroréglables



(murale)

Modèles de bouche d'extraction hygroréglables actuelles



Anciens modèles



Thermogaz

Les ventilateurs associés à un système hygroréglable, dont la principale caractéristique est de faire varier les débits dans chaque logement suivant la détection d'humidité, doit présenter une courbe aérodynamique la plus plate possible afin d'éviter la transmission de bruits dans l'installation (pression statique (Pa) / débit le traversant (m³/h)).

Le passage d'un système de ventilation initialement en autoréglable en hygroréglable nécessite de changer les ventilateurs.

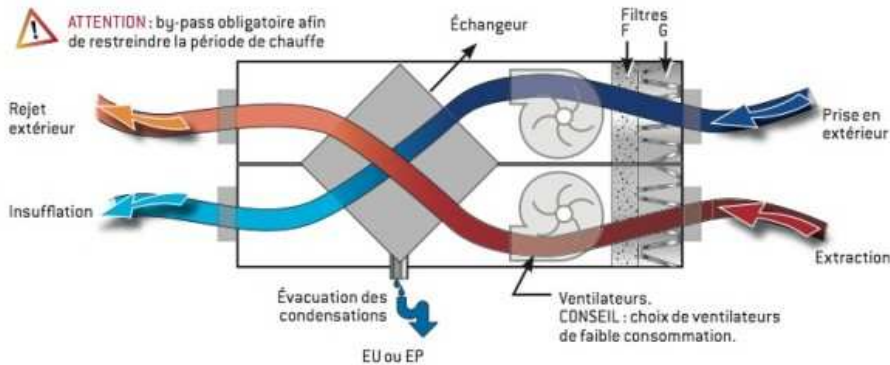
Nota : certains systèmes pour pavillons (très souvent distribués par des magasins de bricolage) désignés comme des **VMC hygrovariables** présentent la particularité d'être équipées d'un hygrostat mécanique (placé dans l'extracteur) qui va, en fonction du taux d'humidité de l'air aspiré (air vicié), déclencher automatiquement le passage en « grande vitesse ». Le seuil de déclenchement est fixé par l'utilisateur. Dès lors que le taux d'humidité va diminuer le passage en « petite vitesse » est automatique. L'utilisateur garde la possibilité d'actionner lui-même, lorsqu'il le juge nécessaire, la grande vitesse. Son identification n'est faisable qu'au niveau du groupe et pas sur l'extraction.



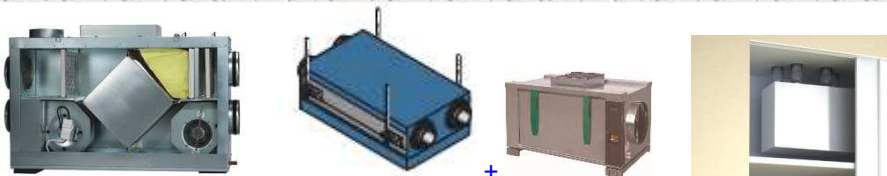
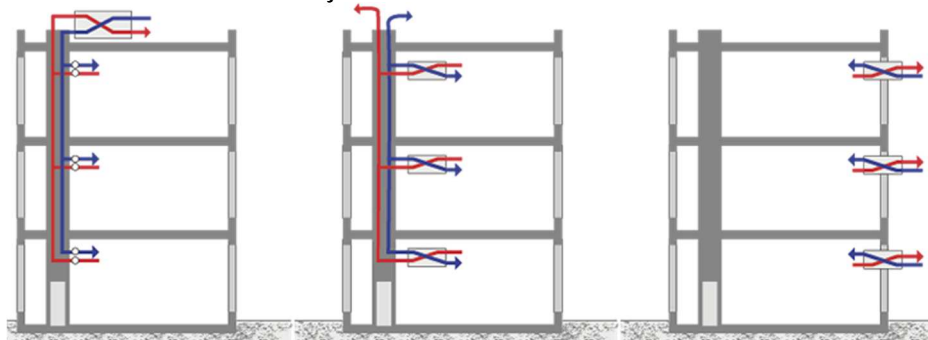
Les systèmes mécaniques double-flux

La ventilation double flux statique à récupérateur de chaleur
La VMC double flux permet de renouveler l'air intérieur suivant les débits hygiéniques. Grâce à un échangeur thermique, les déperditions de chaleur sont considérablement limitées par rapport aux déperditions des versions de VMC simple flux.

Principe :



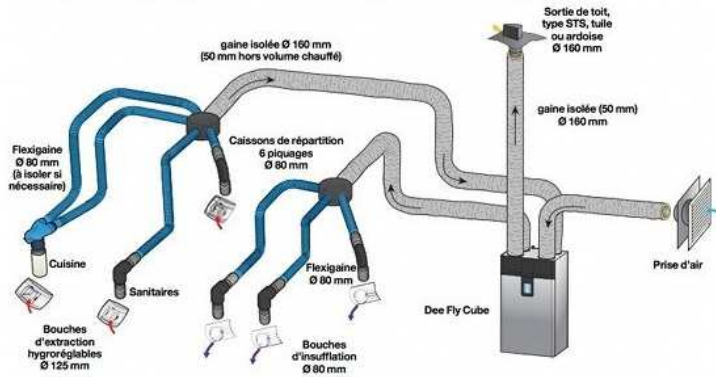
Différentes méthodes : systèmes collectifs centralisés et décentralisés



Variante : Centrale **VMC double-flux hygroréglable** pour maisons allant du T3 (1 SDB, 1 WC), au T7 (2 SDB, 2 WC). Les débits s'adaptent automatiquement à l'occupation du logement grâce à son fonctionnement avec des bouches hygroréglables et à



l'extraction. L'insufflation se fait par des bouches fixes.
La régulation adapte automatiquement les débits de soufflage pour garantir l'équilibre permanent des débits.



La ventilation double flux thermodynamique

Le couple VMC double-flux / pompe à chaleur air extérieur - air extrait permet de préchauffer l'air entrant dans le logement tout en bénéficiant d'une ventilation optimale.

Dans le cas d'une maison passive (lorsque la chaleur dégagée à l'intérieur de la maison et celle apportée par l'extérieur sont suffisantes), le système permet de chauffer l'intégralité de son logement.

De plus la VMC Thermodynamique est un système réversible qui permet également de rafraîchir les pièces principales.

Certains modèles combinent l'échangeur thermodynamique et un échangeur à plaques afin de permettre, en dehors du fonctionnement de la pompe à chaleur, de récupérer de la chaleur.

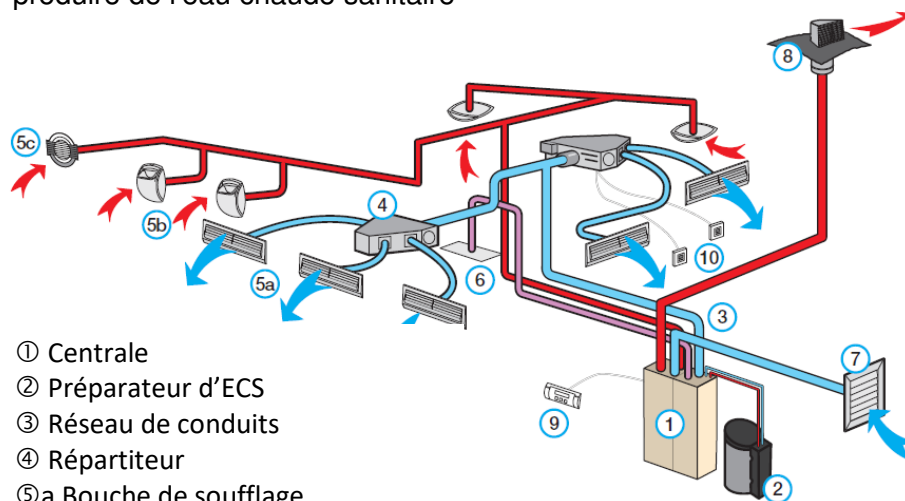
Des modules de chauffage apportent le complément nécessaire pièce par pièce lors des périodes hivernales les plus froides et assurent la répartition de l'air neuf sur chaque bouche de soufflage.

L'eau chaude sanitaire peut également être produite par le système.

Exemple d'équipement individuel :

Système multifonction (dans le cas présent) assurant 4 fonctions :

- ventiler
- chauffer
- rafraîchir
- produire de l'eau chaude sanitaire



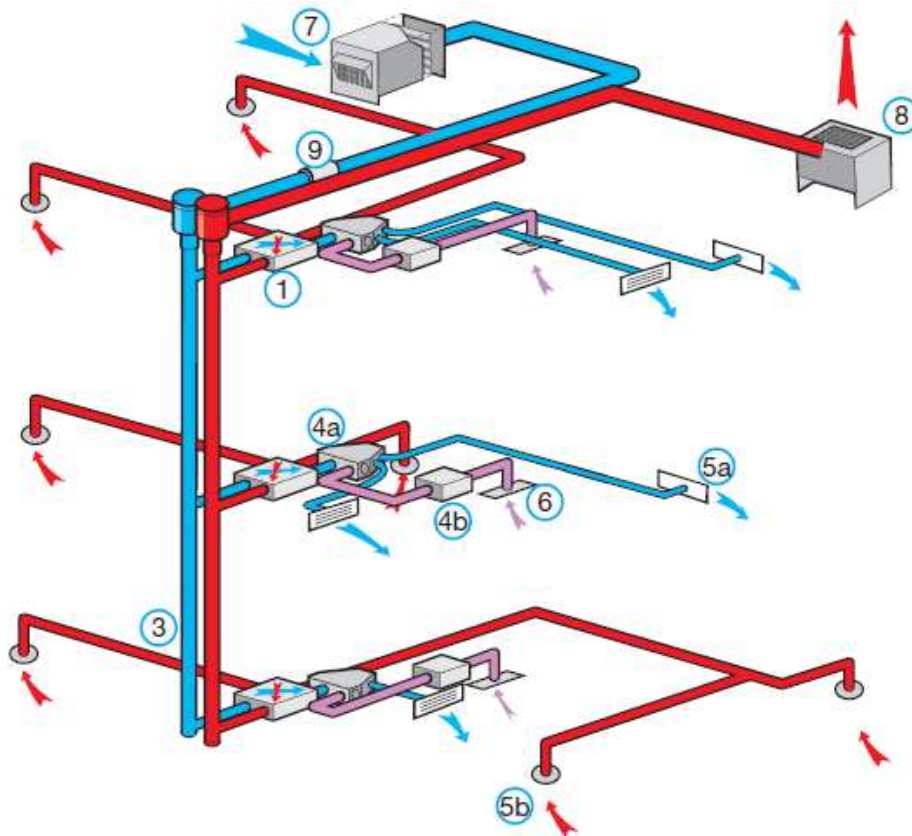
- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| ① Centrale | ⑧ Sortie de toiture |
| ② Préparateur d'ECS | ⑨ Clavier de commande |
| ③ Réseau de conduits | ⑩ Thermostats |
| ④ Répartiteur | |
| ⑤a Bouche de soufflage | |
| ⑤b Bouche d'extraction sanitaire | |
| ⑤c Bouche d'extraction cuisine | |
| ⑥ Grille de recyclage avec filtre | |
| ⑦ Grille de prise d'air neuf | |

(Source : Aldes)

Exemple d'équipement collectif :

Système multifonction (dans le cas présent) assurant 3 fonctions :

- ventiler
- chauffer
- rafraichir



- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ① Echangeur | ⑥ Grille de recyclage avec filtre |
| ③ Réseau de conduits | ⑦ Ventilateur d'insufflation |
| ④a Répartiteur | ⑧ Ventilateur d'extraction |
| ④b Ventilateur de recyclage | ⑨ Batterie de préchauffage autorégulée
Clavier de commande |
| ⑤a Bouche de soufflage | Thermostats |
| ⑤b Bouche d'extraction | |

(Source : Aldes)

Informations complémentaires :

Le détalonnage des portes (DTU 68.1) : passages de transit

Les passages de transit sont assurés au droit des portes intérieures de l'une ou l'autre des façons suivantes :

- utilisation d'une grille de transit ;
- utilisation de blocs-portes présentant, de construction, des passages d'air sur leur périphérie ;
- réhaussement des huisseries de porte de manière à ménager un passage d'air en partie basse de l'ouvrant.

Ils doivent être dimensionnés de façon à ce que la différence de pression de part et d'autre de la (ou des) porte(s) en position fermée soit inférieure à :

- portes desservant les pièces de service : 5 Pa pour le débit maximal de la bouche d'extraction ;
- autres portes : 2,5 Pa pour un débit d'air égal à la somme des modules de(s) entrées(s) d'air équipant la pièce.

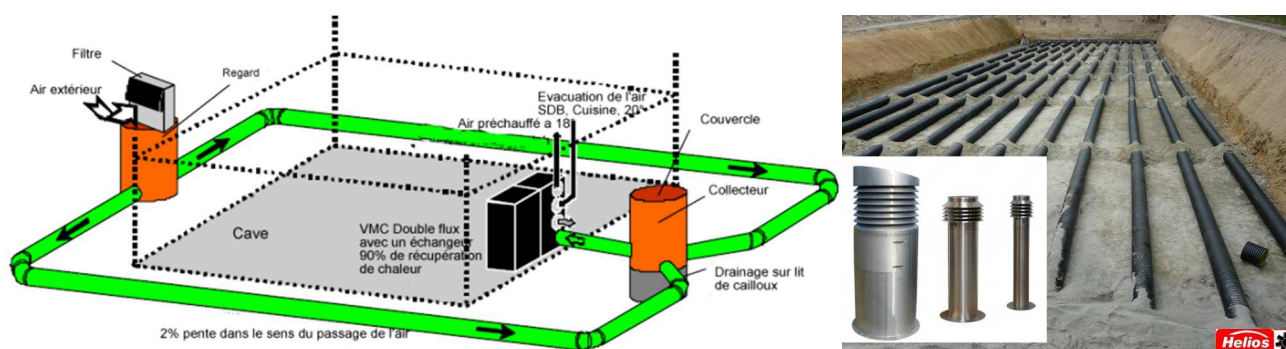
Les exigences relatives au dimensionnement des passages d'air sont réputées satisfaites si leur dimensionnement est effectué conformément au tableau ci-dessous :

Principe de réalisation du passage de transit	Porte(s) intérieure(s) desservant une salle d'eau équipée d'un appareil à gaz raccordée ou d'une cuisine	Portes intérieures desservant des pièces principales équipées d'entrée d'air de module inférieur ou égal à 30, ou une salle d'eau sans appareil à gaz raccordé
Grille de transit	Module 200	Non employée
Passage d'air en partie supérieure ou inférieure de la porte de hauteur e sans changement de direction de l'écoulement	Local desservi par : - 2 portes : e = 1 cm - 1 porte : e = 2 cm	e = 1 cm, quel que soit le nombre de portes

Le puits canadien ou provençal

Le puits climatique est une solution géothermique de surface ayant pour objectif de réchauffer l'air neuf en hiver et de le rafraîchir en été. Elle s'appuie sur des échanges thermiques air-sol ; elle est dite passive.

Principe : Utiliser l'inertie thermique du sol pour pré-traiter l'air ventilant des bâtiments. L'air ainsi obtenu est plus chaud en hiver et plus froid en été. La température du sol à 2 m de profondeur est d'environ 15° en été et 5° l'hiver (peut sensiblement varier en fonction du climat).



Précaution : La partie active des tuyaux enterrés ne sera pas placée sous le bâtiment ni le long des fondations sous peine d'un "pompage" de la chaleur... et un effet totalement négatif (c'est le bâtiment qui chauffe - ou rafraîchit- le puits !).

Les recommandations :


- Ne jamais obturer ni les entrées d'air neuf ni les bouches d'extraction.
- En cas de remplacement des fenêtres, l'installation d'entrées d'air neuf dans les pièces principales est obligatoire réglementairement. De même, tous travaux tendant à calfeutrer les défauts d'étanchéité doivent également amener à la mise en place d'entrées d'air.
- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air (bouches de soufflage) régulièrement en les dépoussiérant ainsi que les filtres dans le cas d'un système double flux.
- La roue du ventilateur doit être nettoyée tous les ans et la courroie doit être contrôlée. Il doit y avoir un contrôle, nettoyage et réglage global de l'installation par un professionnel tous les 3 ans.
- La ventilation mécanique ne doit jamais être arrêtée.

Sites internet d'information :

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10857#c2248>

https://conseils.xpair.com/lettres_expert/roger-cadiergues

<http://www.infoenergie-rhonealpes.fr/l-essentiel-sur-l-energie/performance-energetique-du-bati>

<p>2-2</p>	<p>La ventilation dans le secteur tertiaire</p>	
<p><u>Champ d'application</u> tertiaire</p>	<p>Les besoins et les exigences ont beaucoup évolué, pour des impératifs réglementaires et des impératifs économiques en fonction de la destination des bâtiments.</p> <p>L'efficacité énergétique des solutions mises en œuvre pour la ventilation est une donnée essentielle qui caractérise désormais un projet de bureaux ou de tertiaire en général. Différents paramètres doivent être pris en compte lors de la conception puis durant son utilisation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hygiène et maîtrise sanitaire de l'installation de ventilation, 2. Conformité à la réglementation et la sécurité des installations de ventilation 3. Performance énergétique globale : efficacité énergétique des équipements et systèmes de gestion de l'énergie. <p style="text-align: right;">(Source : Conseil XPair)</p>	
<p>La ventilation par ouverture des fenêtres</p>	<p>L'aération est exclusivement faite par les ouvrants donnant sur l'extérieur : fenêtres pour le changement d'air, portes pour les infiltrations</p> <p>Ce type de renouvellement d'air concerne principalement les anciens bâtiments, sachant que dans de nombreux cas, les travaux d'aménagement de locaux techniques et sanitaires ont pourvus ces locaux de systèmes mécaniques.</p> <p>Traditionnellement les établissements scolaires et plus particulièrement les salles de classe étaient ventilés par ouverture des fenêtres, tel que le permet le RSDT (article 66) ainsi que les directives et recommandations concernant les constructions scolaires.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
<p>La ventilation simple flux</p>	<p>Généralement des bâtiments nécessitant des taux d'occupation modérés ou pouvant bénéficier d'amenées d'air parasites ou par ouverture des fenêtres en complément.</p> <p>Le simple flux extraction est le système le plus simple pour renouveler l'air d'un local, à condition de gérer les risques liés aux entrées d'air neuf.</p> <p><i>Déconseillé dans des locaux exigeant du confort thermique ou situés dans un environnement bruyant ou pollué.</i></p> <p>Applications : bureaux, agences commerciales, petits commerces, bars,</p> <div style="text-align: center;">  </div>	

locaux associatifs...

Composants :



L'adaptation du système aux besoins et contraintes de différentes zones internes passe par le choix d'une **mode de modulation des débits**.

Plusieurs solutions existent :

- Ventilation modulée en fonction de l'occupation (tout ou peu) par détection de présence.



Diminue la consommation énergétique en limitant les déperditions liées au renouvellement d'air et en réduisant la consommation des ventilateurs

Permet d'ajuster le débit selon l'occupation (évite les sensations de courant d'air,

élimine les nuisances sonores, garantit une bonne qualité d'air).

La détection de présence peut être réalisée directement sur les bouches d'extraction par pièce ou par détecteur avec action sur un module de réglage en conduit. Le ventilateur doit pouvoir adapter le débit de 10 à 100 %.



- Ventilation modulée en fonction de l'occupation (tout ou peu) par sonde de CO₂.

Adaptation du renouvellement d'air dans un local en fonction du taux de CO₂. La variation du débit se fait en fonction d'une valeur seuil qui se situe généralement à 1 100 ppm. Action sur un module de réglage en conduit ou sur la vitesse du ventilateur.

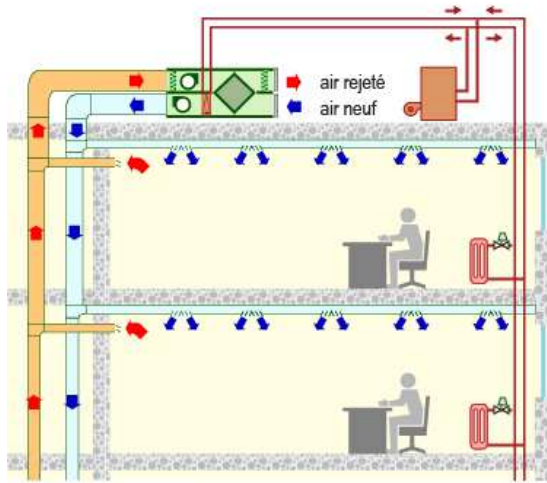


(Source : ALDES)

La ventilation double flux avec récupération

Il s'agit dans le cas présent de traiter uniquement les débits d'air hygiéniques, la ventilation et le chauffage des locaux sont assurés par des systèmes distincts.

Compte tenu des débits nécessaires dans les bâtiments tertiaires, un préchauffage de l'air neuf en hiver (au moyen d'une batterie à eau chaude ou d'une batterie électrique) est presque toujours indispensable pour rapprocher la température de l'air soufflé de la température ambiante et éviter toute sensation de courant d'air. En été, l'air neuf soufflé ne doit pas être traité et est introduit à la température extérieure.



Dans des locaux de bureaux les débits sont maintenus à l'équilibre soufflage/reprise. Souvent, un léger excédent est donné à l'insufflation pour maintenir les locaux en surpression et empêcher ainsi tout courant d'air par infiltration.

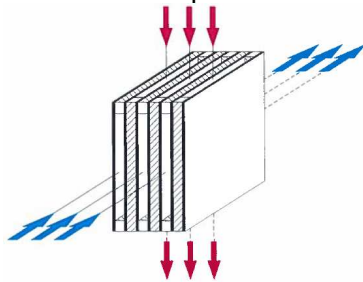
Pour un hôtel ou un hôpital, chaque chambre avec sanitaire est autonome au niveau de sa ventilation (pulsion dans la chambre et extraction dans chaque sanitaire).

Le soufflage se fera dans une salle de sports et l'extraction dans les vestiaires... afin que l'odeur des vestiaires et locaux techniques y reste confinée.

(Source : énergieplus-le site)

Les échangeurs de chaleur :

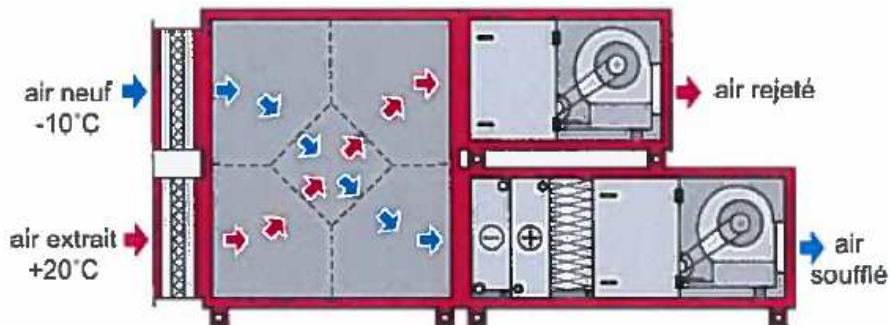
- **Echangeur à plaques** : il est constitué par empilage de plaques minces parallèles entre lesquelles circulent les deux flux d'air.



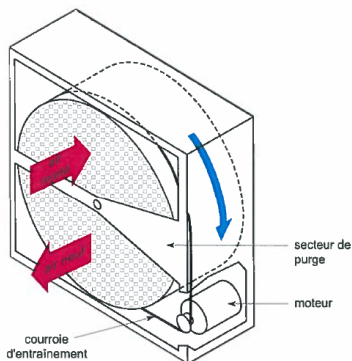
L'air extrait cède de la chaleur à l'air neuf introduit travers les plaques.

Il existe **deux modes de distribution des flux d'air** :

- à courants croisés (les deux fluides sont positionnés perpendiculairement)
- à contre courants (les deux fluides sont disposés parallèlement et vont dans des sens opposés)



- **Récupérateur rotatif** : il est constitué d'une roue, entraînée à faible vitesse (10 à 20 tr/mn). La roue comporte de nombreux petits canaux qui laissent passer l'air.

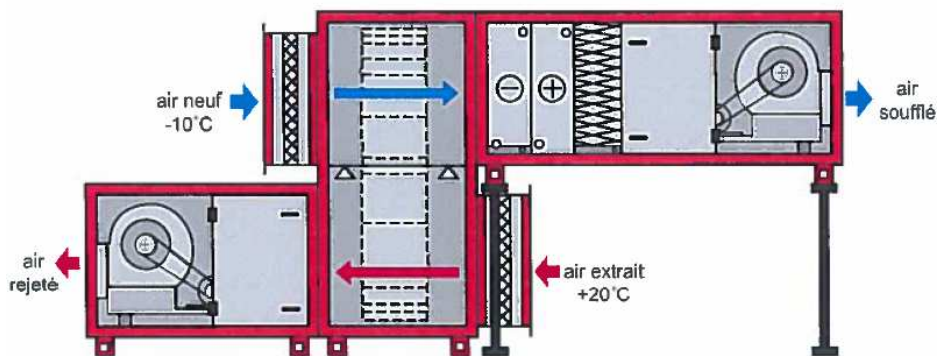


Un peu moins de la moitié de la surface frontale est raccordée sur le circuit « air extrait ».

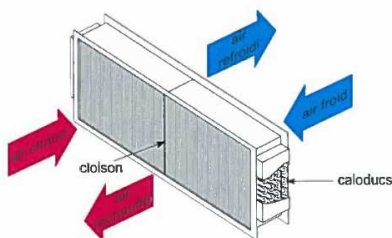
Un peu moins de la moitié de la surface est raccordée sur le circuit « air introduit ». Une faible surface sert à la zone de purge.

Au cours de sa rotation, la partie réchauffée par l'air chaud vient restituer cette chaleur au flux d'air froid qui le traverse alors.

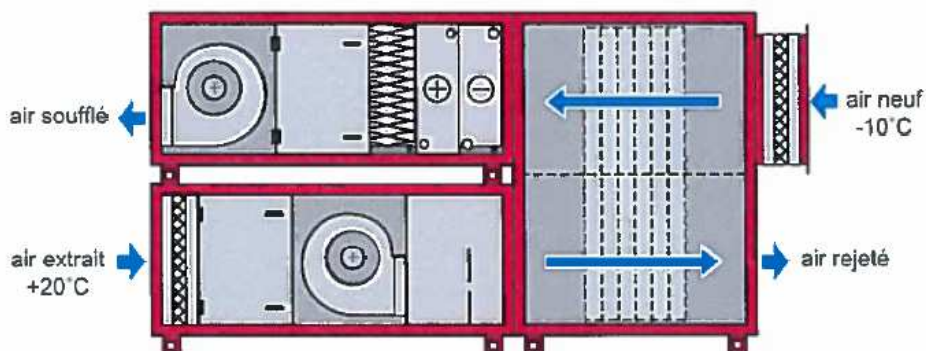
Les canaux sont parcourus alternativement par les deux flux.



- Récupérateur à caloducs** : Il est constitué d'une enceinte hermétiquement scellée, contenant un fluide frigorigène. Le caloduc est un superconducteur de chaleur fonctionnant en cycle fermé selon le principe évaporation - condensation, avec retour de liquide soit par gravité, soit par capillarité.

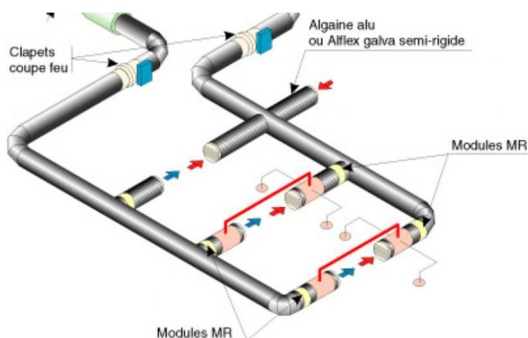


En changeant d'état le fluide frigorigène va céder des calories au flux d'air qui traverse l'échangeur. L'intérêt provient de la valeur très élevée de la chaleur latente de changement de phase comparée à la chaleur spécifique.



(Source Ciat)

La recherche des économies d'énergie au-delà de la récupération de chaleur sur l'air extrait, en complément d'une horloge de programmation permettant de ne renouveler l'air uniquement durant les périodes d'utilisation, consiste, comme pour la ventilation simple flux tertiaire à **moduler les débits en fonction de l'occupation** par l'intermédiaire de détecteurs de présence ou de sondes de CO₂.



La stratégie de régulation entre le soufflage et la reprise est faite sur le principe maître / esclave avec action sur des registres motorisés.

Variante : la ventilation double flux décentralisée haut rendement est destinée à la ventilation des locaux tertiaires pièce par pièce.



Plus particulièrement adaptée à la rénovation grâce à l'absence de réseaux de soufflage et de reprise.
Possibilités d'installation en corniche ou semi encastrée dans le faux-plafond. Rejet et entrée d'air en traversée de mur ou de toiture.

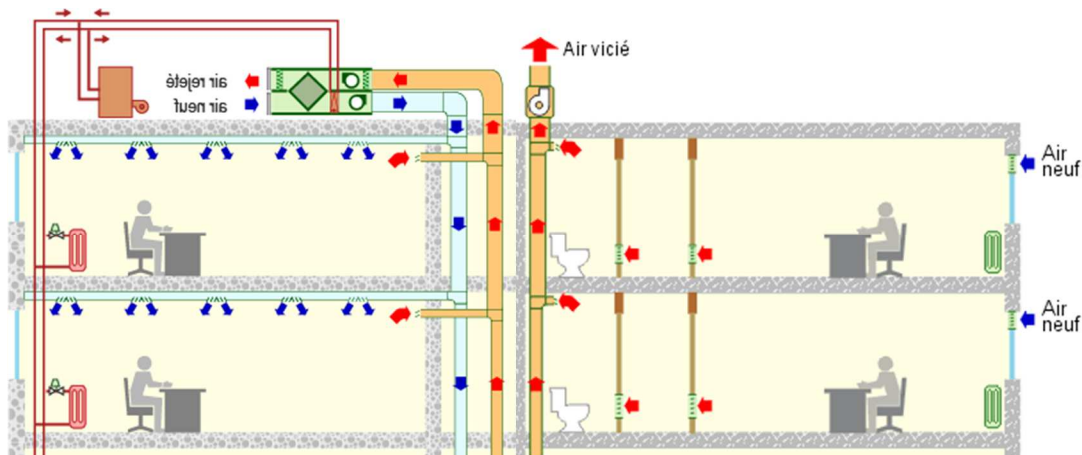
Caractéristiques des produits :

- Gestion possible des débits par sonde de CO₂
- Filtration sur l'air neuf (F5) avec alerte pour le remplacement des filtres
- Echangeur à contre-courant haut rendement ($\geq 85\%$)
- Moteurs basse consommation

Informations complémentaires :

Différenciation des systèmes de ventilation en cas de locaux refroidis

Toutes les réglementations thermiques, que ce soit dans le neuf ou dans l'existant, à l'occasion de rénovations énergétiques, imposent la mise en place de systèmes spécifiques de ventilation pour desservir les locaux climatisés.



Différenciation des systèmes de ventilation pour des locaux ou groupes de locaux ayant des occupations ou des usages nettement différents.

Les références réglementaires :

Arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 : RT 2012

Arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 : RT Existant Elément par Elément

Arrêté du 13 juin 2008 : RT Existant Globale

Obligation de maintenance des systèmes de ventilation

Le chef d'établissement, en application de **l'article R. 232-5-9 du code du travail**, doit s'assurer que les caractéristiques de l'installation de ventilation sont maintenues en bon état de fonctionnement et d'en assurer régulièrement le contrôle.

Dans cet objectif une Notice technique est remise par le Maître d'ouvrage à la mise à disposition du bâtiment afin de permettre d'entretenir les installations, d'en contrôler l'efficacité et d'établir la consigne d'utilisation.

Dans le cas des locaux à pollution spécifique, les opérations périodiques suivantes doivent être effectuées et leurs résultats portés au dossier de maintenance :

a) Au minimum tous les ans :

- contrôle du débit global d'air extrait par l'installation ;
- contrôle des pressions statiques ou des vitesses aux points caractéristiques de l'installation, notamment au niveau des systèmes de captage ;
- examen de l'état de tous les éléments de l'installation (système de captage, gaines, dépoussiéreurs, épurateurs, systèmes d'apport d'air de compensation...).

b) Au minimum tous les six mois quand il existe un système de recyclage :

- contrôle de la concentration en poussières sans effet spécifique ou en autres polluants dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé ;
- contrôle du débit global minimal d'air neuf de l'installation ;
- contrôle de tous les systèmes de surveillance mis en œuvre.

L'ensemble de ces contrôles ne dispense pas le chef d'établissement de l'entretien et du nettoyage de l'installation ainsi que du remplacement des éléments défectueux chaque fois qu'ils sont nécessaires.

Le chef d'établissement peut effectuer un autocontrôle ou faire suivre son installation par une personne, une entreprise ou un organisme agréé ou non de son choix.

Les recommandations :

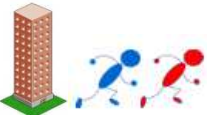
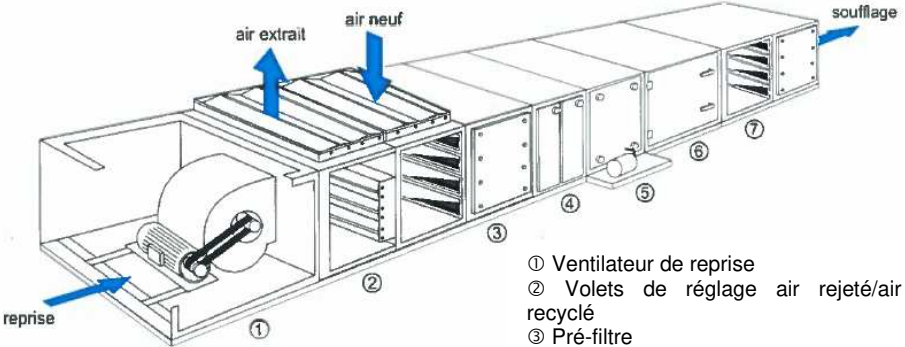
- Ne jamais obturer ni les entrées d'air neuf ni les entrées d'air (bouches de soufflage).
- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air (bouches de soufflage) régulièrement en les dépoussiérant.
- La roue du ventilateur doit être nettoyée tous les ans et la courroie doit être contrôlée. Il doit y avoir un contrôle, nettoyage et réglage global de l'installation par un professionnel tous les 3 ans.
- Le nettoyage des filtres d'un système double flux doit être réalisé régulièrement (au moins deux fois par an).
- La ventilation mécanique des locaux à pollution non spécifique doit être arrêtée en dehors des périodes d'occupation

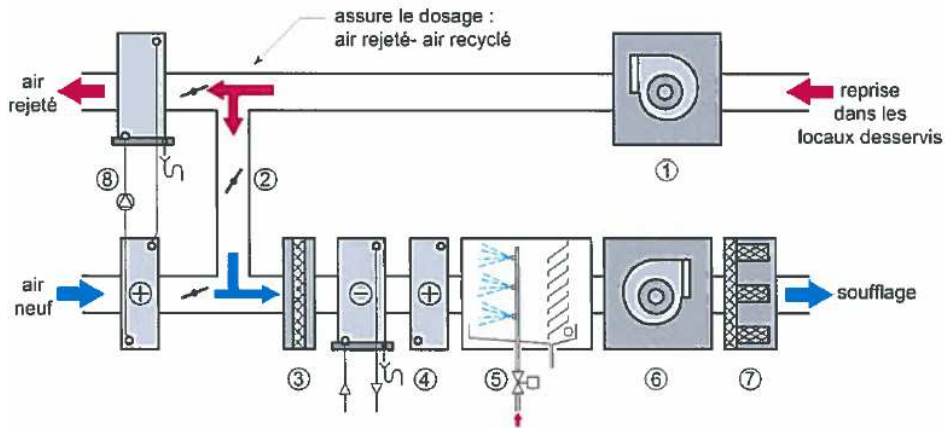
Sites internet d'information :

https://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/ventilation_desenfumage_bureaux_tertiaire/guide_ventilation_desenfumage_par_secteur.htm#part-723

http://www.afpssu.com/wp-content/uploads/2013/07/directives_2002.pdf

<https://www.energieplus-lesite.be>

<p>2-3</p>	<p align="center">Les centrales de traitement d'air</p>	
<p><u>Champ d'application</u> tertiaire</p>	<p>Pour assurer simultanément la ventilation et le chauffage (ou le refroidissement), il faut augmenter les débits fournis aux locaux, souvent au-delà des besoins hygiéniques, et ainsi sur dimensionner les équipements nécessaires au transport de l'air et un recyclage partiel de l'air doit dès lors être organisé.</p> <p>Nota : Cette différence de débit s'amenuise lorsque le bâtiment est très bien isolé. Dans ce cas on peut combiner chauffage et ventilation, soit avec des batteries terminales au niveau des bouches de soufflage, soit en traitant l'air de façon centralisée.</p>	
<p>La centrale de traitement d'air simple flux</p>	<p>Principe général : le confort thermique d'hiver et d'été est assuré par soufflage d'air traité (vecteur air). Le débit d'air préparé par la centrale de traitement d'air est fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des charges thermiques (et/ou des déperditions) - du ΔT acceptable entre soufflage et consigne (qui constitue également la température de reprise) <p>Bien que des systèmes « tout air » existent encore dans certains bâtiments anciens, pour des raisons évidentes d'économies, l'apport d'air neuf est limité (sauf contraintes de sécurité ou particulières liées à l'activité) aux besoins hygiéniques définis par les réglementations, le complément est pris en recyclage.</p> <p>Le prescripteur définit les « traitements nécessaires » répondant aussi bien à des exigences de température et d'humidité des locaux afin de couvrir les besoins.</p> <p><u>Exemple :</u></p>  <ol style="list-style-type: none"> ① Ventilateur de reprise ② Volets de réglage air rejeté/air recyclé ③ Pré-filtre ④ Batterie froide et batterie chaude ⑤ Humidificateur ⑥ Ventilateur de soufflage ⑦ Filtre finisseur <p>Dans certains cas de figure, le filtre finisseur ⑦ peut être placé non pas dans la CTA mais à l'entrée du local, ce qui permet de prendre en compte l'éventuelle pollution imputable au réseau de gaines (salles blanches, laboratoires, etc.)</p> <p>Le principe ci-dessus est complété par un réseau d'extraction tel que proposé dans le schéma ci-dessous.</p> <p>Ce schéma fait apparaitre en outre la possibilité d'installer un récupérateur de chaleur sur les circuits air neuf – air extrait (cf. chapitre suivant).</p> <p>⑧ Récupérateur de chaleur sur air extrait</p>	



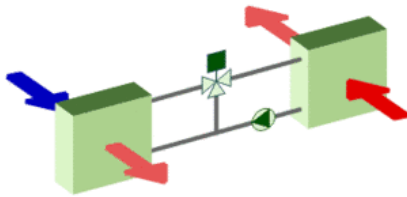
(Source Ciat)

La centrale de traitement d'air double flux (ou à récupérateur)

Le principe de récupération de chaleur schématisé ci-dessus, appelé récupérateur à eau glycolée, permet de dissocier les réseaux de distribution soufflage/reprise et évite ainsi de collecter dans un même local toutes les gaines.

Par contre le rendement de récupération est très souvent inférieur aux autres modes de récupération (de 40 à 80 % suivant les modèles).

- **Récupérateur à eau glycolée** : il est constitué de deux batteries, en général constituées de tubes en cuivre et d'ailettes en aluminium, placées l'une dans le parcours ou le groupe d'extraction, l'autre dans le parcours ou le groupe d'insufflation.



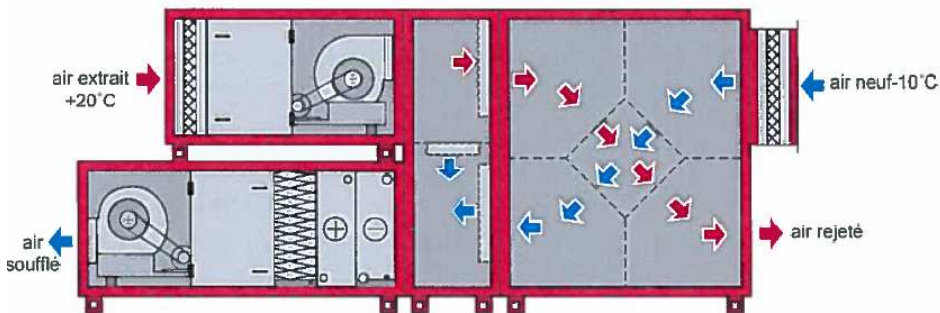
Dans le circuit ainsi constitué circule de l'eau glycolée (antigel). Ce fluide caloporteur sert de vecteur de transport des calories puisées dans l'air extrait (chaud, par ex : 20°C) vers l'air neuf (froid, par ex : - 10°C).

En descendant en dessous du point de rosée, la chaleur latente de la vapeur d'eau contenue dans l'air extrait peut être récupérée. Ce système n'assure cependant pas de transfert d'humidité. **Il n'y a aucune contamination de l'air frais par l'air vicié.**

(Source : energieplus-lesite)

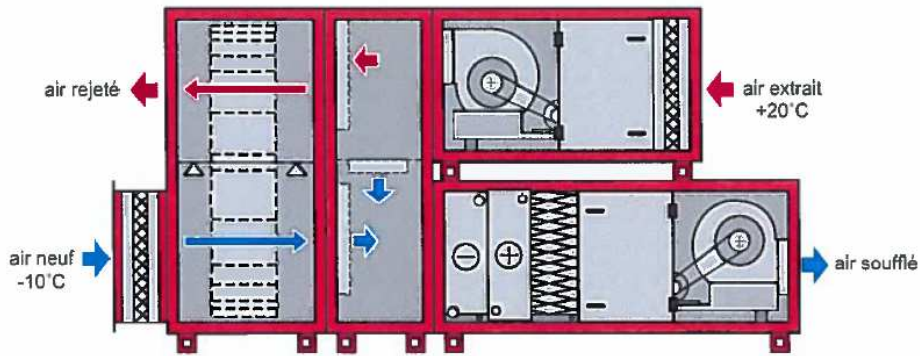
Les autres types de récupérateurs sont bien sur présents dans les différentes configurations de CTA :

Récupérateur à plaques :

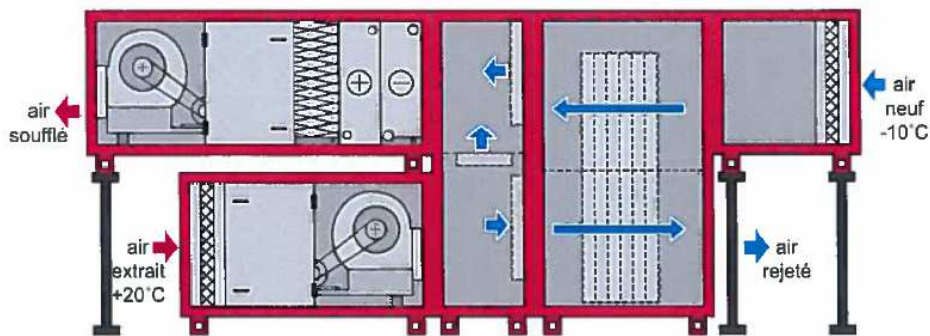


Ce montage, ainsi que les suivants sont présentés sans humidificateur et ne permettent donc que le contrôle de la température mais pas celui de l'hygrométrie.

Récupérateur à roue :



Récupérateur à caloduc :



(Source Ciat)

Récupérateur thermodynamique sur air extrait :

La technologie de la VMC double flux thermodynamique est plutôt destinée aux bâtiments présentant un bon niveau d'isolation, le mode de fonctionnement étant en tout air neuf.

La centrale extrait l'air vicié, pollué, chaud et humide, du bâtiment pour y souffler un air neuf sain et tempéré. La pompe à chaleur (récupération de chaleur active) combinée au caloduc (récupération de chaleur passive) permet de transférer l'énergie de l'air extrait vers l'air neuf. Cette combinaison des deux technologies permet des performances exceptionnelles. L'apport énergétique du système est un gain important par rapport à une VMC double flux traditionnelle.

La pompe à chaleur est réversible, ce qui permet à l'appareil de chauffer ou refroidir en fonction des besoins.



(Source : NILAN)

Les régulations associées permettent la programmation ainsi que l'adaptation des débits en fonction de l'occupation par l'intermédiaire d'une sonde de CO₂.

L'humidificateur d'air :

Rappel : L'air que nous respirons contient sous forme de vapeur en suspension une certaine quantité d'eau, variable selon la température de l'air. Cette quantité d'eau s'exprime en pourcentage, c'est l'humidité relative (degré hygrométrique). Pour le confort des êtres humains les conditions optimales d'humidité relative dans l'air se situent **entre 30 % et 60 %**.

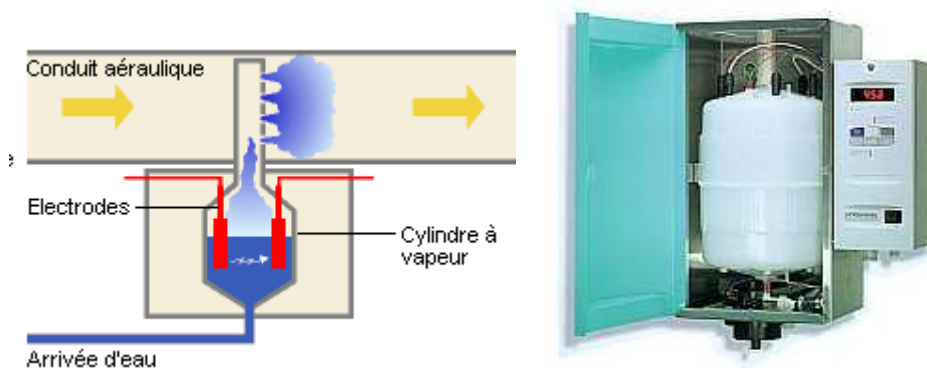
L'évolution de l'air humide est telle que lorsqu'il est chauffé (à travers une batterie chaude) sa capacité à contenir de l'eau sous forme de vapeur d'eau augmente donc son humidité relative diminue.

Il est donc souhaitable d'augmenter le taux d'hygrométrie de l'air introduit, voir indispensable si ce paramètre fait partie des exigences définies par le Cahier des charges... (Ex : T_{amb} de 19 °C pour un taux d'hygrométrie de 50 %).

Il existe 2 méthodes pour humidifier l'air : par ruissellement d'eau sur un matelas de fils d'acier galvanisé ou par injection de vapeur.

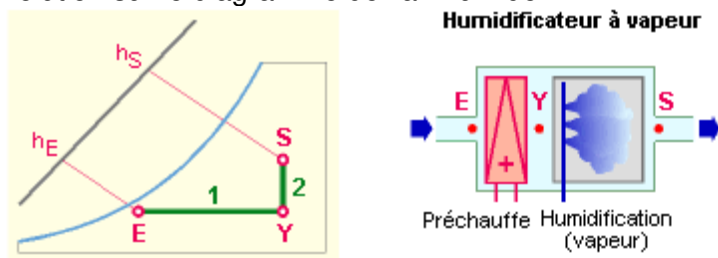
- **Humidification par injection de vapeur (isotherme)**

Consiste à injecter dans la veine d'air à humidifier directement de la vapeur d'eau produite par un appareil indépendant (type bouilloire électrique) pour les petites installations ou une chaudière à vapeur pour les grosses installations.



L'air est chauffé (batterie chaude) puis humidifié en augmentant la quantité de vapeur d'eau qu'il contient (humidificateur vapeur)

Évolution sur le diagramme de l'air humide :

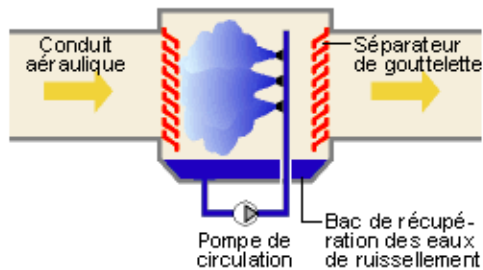


- **Humidification par ruissellement d'eau (adiabatique)**

Consiste à créer un fin brouillard par des micro-gouttelettes d'eau froide en suspension et l'injecter directement dans la veine d'air.

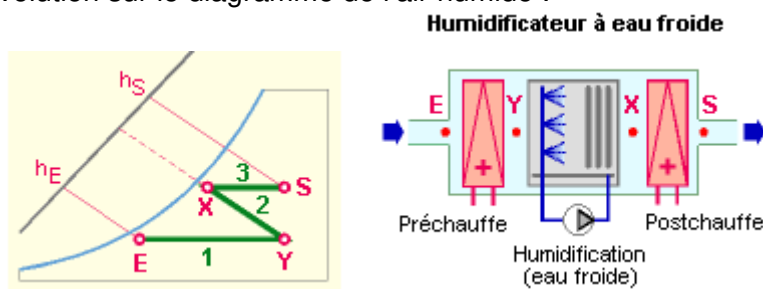
Quelques gouttelettes non évaporées risquent d'être entraînées par le jet d'air, si bien que l'on prévoit un casse-gouttelettes à la sortie : si l'air évolue simplement entre les lamelles, les gouttes se fracassent sur les ailettes, entraînées par leur masse cinétique !

Un bac de récupération des eaux de ruissellement avec recyclage évite une utilisation importante d'eau mais présente les inconvénients hygiéniques liés à la stagnation de l'eau (risque de développement de légionnelles)



L'air est chauffé (batterie de préchauffe) puis humidifié en augmentant la quantité de vapeur d'eau qu'il contient (humidificateur eau froide) puis de nouveau chauffé (batterie de postchauffe).

Évolution sur le diagramme de l'air humide :



(Source Energieplus-lesite)

Informations complémentaires :

Légionnelles

Ce sont des bactéries naturellement présentes dans l'eau et dans les boues, responsables d'une maladie respiratoire, la légionellose. Elles colonisent fréquemment les réseaux d'eau, notamment les réseaux d'eau chaude sanitaire, les installations de climatisation ainsi que les tours aérofrigorantes (TAR).

Les légionnelles se multiplient faiblement en dessous de 20 °C, arrêtent de se reproduire à 55 °C et sont détruites à partir de 60 °C (selon un temps de contact bien précis) pour une destruction instantanée à partir de 70 – 74 °C.



Les recommandations :

- Etudier, si possible, le remplacement d'une centrale tout air neuf par une centrale avec recyclage (distribution des gaines)
- Etudier, si possible, le remplacement d'une centrale simple flux par un système à récupération d'énergie
- La roue des ventilateurs doit être nettoyée tous les ans et la courroie doit être contrôlée. Il doit y avoir un contrôle, nettoyage et réglage global de l'installation par un professionnel tous les 3 ans.
- Le nettoyage et le remplacement régulier des filtres du système à air doivent être réalisés régulièrement (au moins deux fois par an pour le nettoyage, une fois par an pour le remplacement)
- L'apport d'air neuf dans les locaux à pollution non spécifique doit être arrêtée en dehors des périodes d'occupation (régulation adaptée)


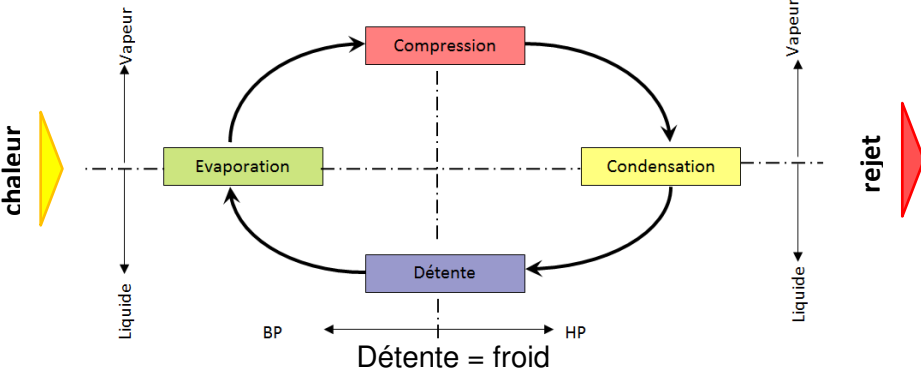
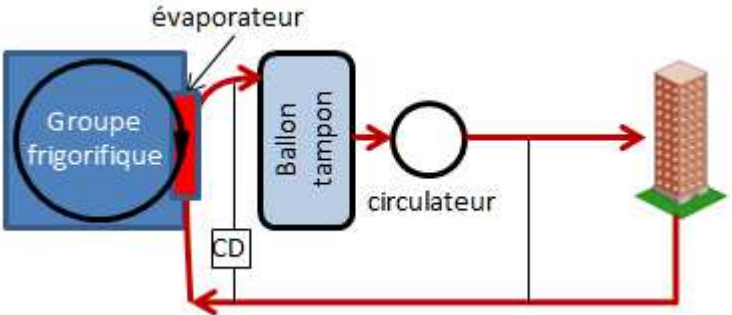
Sites internet d'information :

<https://www.energieplus-lesite.be>

<https://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/constitution-centrales.htm>

<https://www.abcclim.net/centrale-traitement-air.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=a9dYMMdWuII>

<p>2-4</p>	<p align="center">Les groupes de production d'eau glacée</p>	
<p><u>Champ d'application</u> tertiaire</p>	<p>La réfrigération est le procédé permettant d'obtenir et de maintenir un système (local, produit, etc.) à une température inférieure à celle de l'environnement.</p> <p>Il existe différentes façons d'obtenir du froid. Le principe réside toujours en un transfert de chaleur (calories), à partir du système à refroidir et vers l'environnement.</p> <p>Les deux technologies les plus répandues à grande échelle sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les systèmes à compression ; • les systèmes à absorption. (cf. § 1.3.4) <p>La distribution d'eau glacée (environ 6 - 12 °C) vers des émetteurs, généralement dynamiques (équipés d'un ventilateur) présente souvent plus de contraintes que celle du fluide frigorigène dans le cas de systèmes à détente directe (cf. § 1.2), c'est pourquoi les installations les plus récentes sont souvent de taille relativement importante.</p>	
<p>Le groupe de production d'eau glacée à compression électrique</p>	<p>Comme son nom l'indique, cet équipement n'est pas réversible mais produit uniquement de l'eau froide destinée soit au rafraîchissement des locaux d'un bâtiment soit à un process.</p> <p>Rappel sur le cycle du froid :</p> <p align="center">Compression = chaleur</p>  <p align="center">Détente = froid</p> <p><i>Principe de fonctionnement d'un Groupe de production d'Eau Glacée</i></p> <p>Coté intérieur, depuis l'échange réalisé au niveau de l'évaporateur, l'installation hydraulique qui véhicule l'eau glacée est composée d'un ballon ou réservoir tampon (qui permet d'écarter les températures au niveau de l'eau) et ses équipements, d'un circulateur et d'un contrôleur de débit.</p>  <p>L'eau glacée permettra d'alimenter les batteries froides des CTA ainsi que différents émetteurs tels que des ventilo-convecteurs, poutres froides ou tout autre émetteur en capacité de la recevoir.</p>	

Le rejet de la chaleur prélevée dans le bâtiment est réalisé **côté extérieur** depuis le condenseur vers l'air extérieur.

Si le groupe de production d'eau glacée est situé à l'extérieur (en toiture par exemple) le refroidissement du fluide frigorigène se fait directement au condenseur par la circulation d'air mis en œuvre par un ou plusieurs ventilateurs



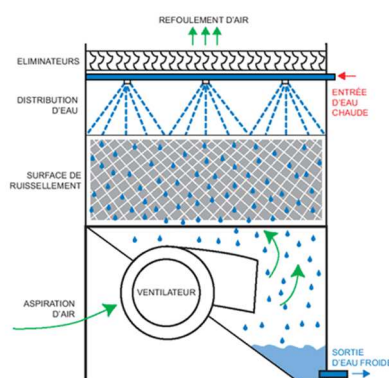
Par contre si le groupe de production d'eau glacée est situé à l'intérieur (local technique, sous-sol) le refroidissement du fluide frigorigène sera fait par de l'eau associée à une tour de refroidissement.

La tour de refroidissement ou aéroréfrigérant est un système qui permet de refroidir de l'eau utilisée dans un circuit fermé. Ce système de refroidissement est essentiellement utilisé en climatisation pour refroidir la chaleur dégagée des condenseurs des groupes frigorifiques eau-eau. La tour de refroidissement est un refroidisseur adaptée aux puissances frigorifiques élevées. Au-delà de 500 à 800 kW, la tour de refroidissement est l'équipement de refroidissement qui apporte la meilleure efficacité énergétique par rapport à des systèmes comparatif comme les condenseurs à air, les drycoolers, et autres aéroréfrigérants secs.



Il existe deux technologies de tours de refroidissement :

Tour ouverte (n'est plus autorisée)



Dans une tour ouverte, l'eau à refroidir est amenée par une conduite à une certaine hauteur dans la tour. A partir de cette arrivée, l'eau tombe par gravitation au fond de la tour sous forme de gouttelettes.

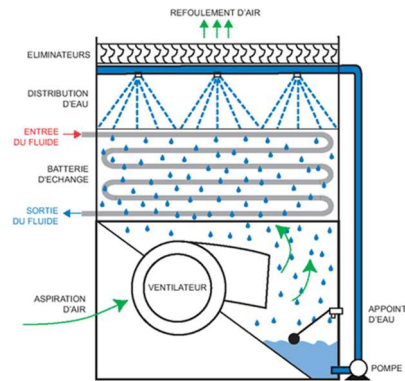
Parallèlement, des ventilateurs (tirage forcé) ou le simple tirage naturel font passer de l'air en sens inverse (vers le haut de la tour). Une partie de l'eau injectée passe sous forme de vapeur et est rejetée (c'est le fameux panache que l'on voit au-dessus des aéroréfrigérants des centrales nucléaires).

Il existe un risque avéré de dispersion des légionnelles qui ne manquent pas de se développer dans le bac de rétention, c'est la raison pour laquelle la technologie a été modifiée en « tour fermée ».

(source : XPair/lexique : Aéroréfrigérant)

Tour fermée
 Dans une tour fermée, l'eau à refroidir transite dans un échangeur horizontal ou vertical qui est aspergé d'eau.

(source : XPair/lexique : Aéroréfrigérant)



Le dry cooler est une tour fermée, que l'on n'arrose pas, que l'on refroidit simplement par l'air extérieur pulsé par des ventilateurs. L'aéroréfrigérant est un simple échangeur eau/air : un ou plusieurs ventilateurs forcent le passage de l'air extérieur pour accélérer le refroidissement. Cette batterie d'échange convient en toute saison, puisque en ajoutant un antigel (type glycol), elle est insensible au gel. Elle n'est pas aussi performante que les précédentes puisque la température de refroidissement est limitée à la température de l'air extérieur...

(source : Energie plus – le site)

Principe de fonctionnement et modèles :



Les recommandations :

- En cas de remplacement d'un groupe de production d'eau glacée, opter pour des équipements certifiés Eurovent et utilisant des gaz réfrigérants permettant d'obtenir les meilleures efficacités énergétiques tout en respectant l'environnement (O.D.P. = 0).
- Procéder à l'entretien et aux contrôles périodiques réglementés des équipements utilisant des fluides frigorigènes.
- Vérifier l'état et la continuité du calorifuge sur les canalisations de distribution des fluides, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du bâtiment

Sites internet d'information :

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10866#c4474+c4475>

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16960>

https://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/tour_refroidissement_legionellose/dry_cooler_aerorEFRIGERANTS_secs.htm#part-1054