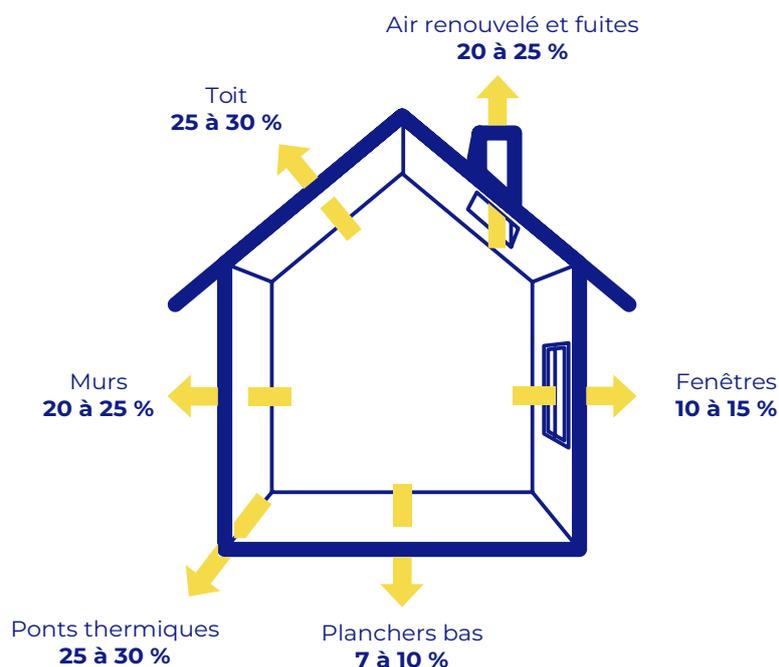


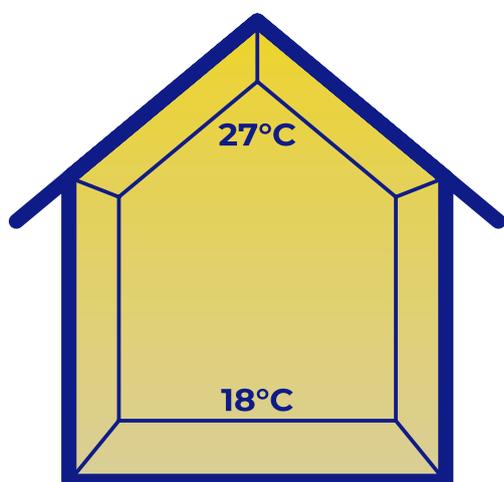
SQ6 : Pertes thermiques du bâtiment et équipements chauffage/climatisation

1. Les pertes thermiques

La répartition des pertes



Le phénomène de stratification de l'air



La différence de chaleur, importante entre le haut et le bas du bâtiment, due au phénomène de stratification de l'air, est d'environ 1°C par mètre de hauteur sous plafond (exemple ici pour un bâtiment de 9m).

Calculer les déperditions thermiques

1er coefficient : coefficient de conductivité thermique λ (W/m.K)

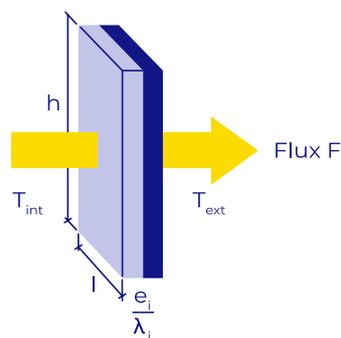


2ème coefficient : coefficient de résistance thermique R ($m^2.K/W$)

$$R \text{ (m}^2.K/W) = e_i / \lambda_i$$

e_i : épaisseur en m

λ_i : conductivité thermique



Coefficient de résistance thermique R ($m^2.K/W$)

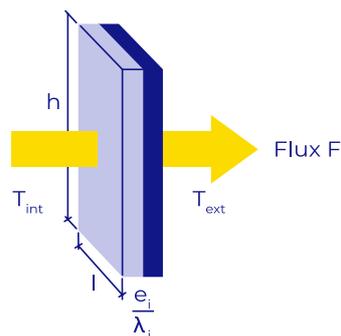
$$R \text{ (m}^2.K/W) = R_{si} + e_i / \lambda_i + R_{se}$$

e_i : épaisseur en m

e_e : épaisseur en

R_{si} : résistance superficielle interne

R_{se} : résistance superficielle externe



Calculer les déperditions thermiques



Les résistances superficielles

Résistances superficielles en (m ² .K/W)	Paroi en contact avec l'extérieur			Paroi en contact avec : un autre local (chauffé ou non) un comble ou un vide sanitaire		
	Rsi	Rse	Rsi + Rse	Rsi	Rse	Rsi + Rse
	0.13	0.04	0.17	0.13	0.13	0.26
	0.10	0.04	0.14	0.10	0.10	0.20
	0.17	0.04	0.21	0.17	0.17	0.34

Règles Th-U

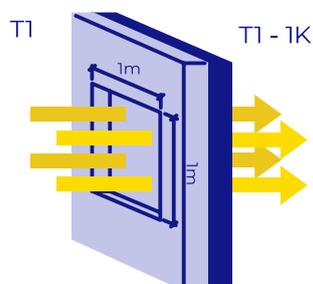
Les résistances superficielles sont une méthode simplifiée permettant de prendre en compte les déperditions supplémentaires liées aux phénomènes de convection.

3ème coefficient : coefficient de transmission U (W/m².K)

Coefficient de transmission surfacique U exprimé en W/m².K :

$$U_p = 1/R_{total}$$

$$U_p = U_{paroi}$$



U permet de calculer les déperditions d'une paroi :

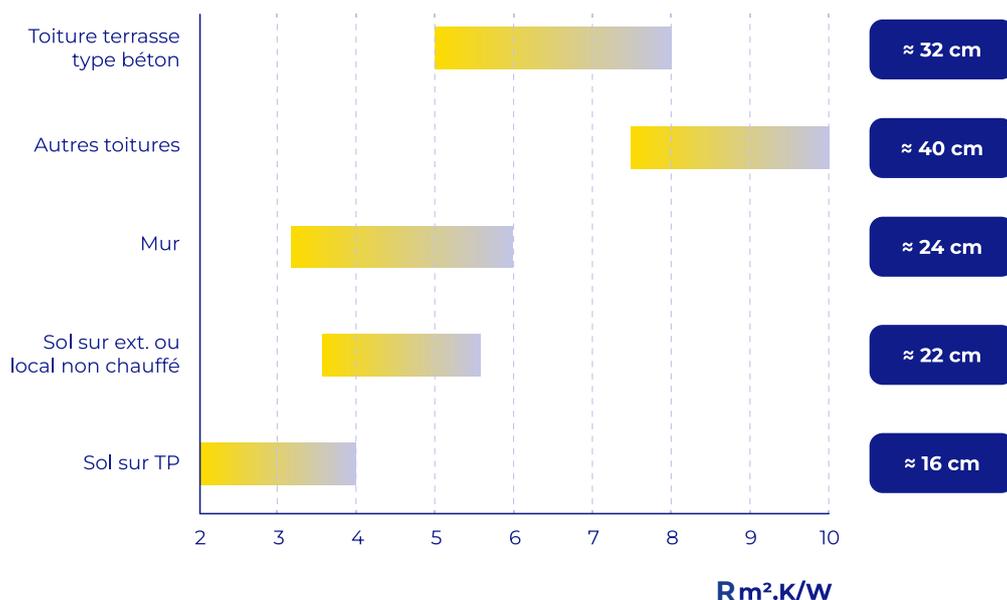
Q (quantité de chaleur) = U * Surface * Delta T * Nombre d'heures

SQ6 : PERTES THERMIQUES DU BÂTI ET EQUIPEMENTS CHAUFFAGE/CLIMATISATION

Calculer les déperditions thermiques



Les résistances thermiques cibles et les épaisseurs d'isolant correspondantes.



Les valeurs de coefficients R à respecter d'après la réglementation thermique en vigueur et les valeurs issues des fiches Certificats d'Economies d'Énergie pour la zone climatique H3

Type de parois	Résistance Thermique minimale, ou Uw (menuiserie) (RT éléments)	Valeur CEE R isolant ou Uw
Mur vertical	2,9	3,7
	2,9	3,7
Toiture	3,3	4,5
Plancher bas	2,7	3
Menuiseries	Uw : 1,9	Uw : 1,3

Lien pour les autres zones :

<https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/presentation-a530>

2. Les systèmes de chauffage

Les secteurs

Secteur industriel	Part de l'énergie combustible consommée pour le chauffage des locaux (atelier, laboratoire, bureau et entrepôt)
Construction mécanique	67%
Construction automobile	43%
Plasturgie	33%
Industrie agroalimentaire (hors lait et sucre)	5%
Verre	5%
Papier-carton	3%
Sidérurgie	1%
Total industriel	8%

Les deux grands principes de chauffage dans l'industrie

Le chauffage convectif (chauffage de l'air)

Pour les systèmes convectifs, à soufflage d'air chaud, **l'air est distribué dans le local en direct ou via un réseau de gaines**. Ces systèmes permettent un bon brassage de l'air, parfois une régulation par zone et un mode ventilation, mais il faut faire attention à la dispersion des poussières et à la stratification de l'air !



Les +

- Le brassage de l'air permet d'obtenir une température homogène des volumes chauffés.
- Possibilité d'utiliser en mode ventilation en été.
- Possibilité de régulation selon les zones.



Les -

- Favorise la stratification de l'air dans les locaux de grande hauteur.
- Favorise la dispersion des poussières.

Le chauffage radiatif ou par rayonnement



Les +

- Sensation de chaleur immédiate.
- Possibilité de travailler par zones.
- Importantes économies (30% à 40%).
- Rendement élevé.



Les -

- En cas de système au gaz (pour les radiants lumineux) : évacuation des gaz brûlés dans les ateliers (renouvellement d'air de 10 m³/h par kW).
- Pour les radiants eau chaude : prévoir une étude structure.
- Pour les radiants électriques : prévoir une gestion efficace pour limiter au maximum leur fonctionnement.

Les systèmes radiatifs peuvent être électriques (image 1).

Dans ce cas-là, il faut prévoir une gestion efficace pour limiter au maximum leur fonctionnement, avec un détecteur de présence par exemple.

On trouve également des systèmes radiants eau chaude (image 2).

Dans ce cas-là, une étude structure est à prévoir.
Les solutions au gaz sont désormais à éviter.



Radiants électriques



Radiants eau chaude

Bien choisir son système de chauffage

Il y a **plusieurs données à prendre en compte** simultanément pour faire le bon choix : **le type de bâtiment, son usage, sa configuration et sa hauteur, la température ou le confort voulu en période d'utilisation et de non-utilisation.**

Exemple : un bâtiment magasin de stockage/expédition dans lequel les radiants ont été supprimés.

En partie haute, les radiants étaient perpendiculaires aux rayonnages et se retrouvaient parfois à moins de 1 m des produits.

Outre que les produits étaient brûlants, le rayonnement au niveau du sol n'était pas du tout satisfaisant.

Actuellement, le chauffage du bâtiment est assuré par la chaufferie localisée au bâtiment logistique et des aérothermes.



Avant tout travaux sur les systèmes de chauffage, il faut s'interroger sur le besoin.
Par exemple, peut-on chauffer localement le poste de travail et/ou via des vestes chauffantes ?

Optimisation énergétique : les types de régulation

Réduire de 1°C la température de consigne, c'est économiser environ 7% de combustible en entrée de chaufferie !

Dans une démarche d'optimisation énergétique, il est fondamental de mettre en place des équipements de régulation afin d'obtenir le chauffage nécessaire et suffisant tout en optimisant la consommation d'énergie.

Choisir la bonne température de consigne ou éviter de surchauffer quand il n'y a personne dans les locaux font partie des premières actions possibles. En effet, il est souvent possible de baisser la température de consigne en soirée et le week-end par exemple.

Des solutions de régulation de la production de chaleur peuvent être mises en place grâce à l'utilisation d'émetteurs tels qu'une **sonde** (image 1) ou un **thermostat** (image 2).



image 1



image 2

Elles peuvent être mises en place au niveau de la production de chaleur pour définir les consignes de départ, éventuellement **en fonction de la température extérieure** (image 3).

Cette dernière régulation, **une loi d'eau, peut être implantée sur la chaudière, dans une armoire électrique ou encore dans une supervision** (image 4).

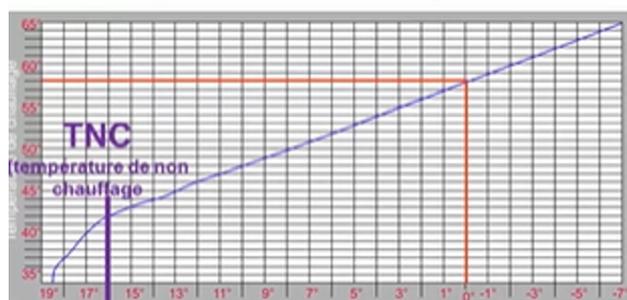


image 3

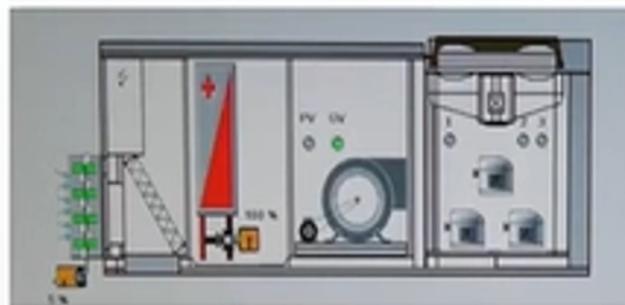


image 4

SQ6 : PERTES THERMIQUES DU BÂTI ET EQUIPEMENTS CHAUFFAGE/CLIMATISATION

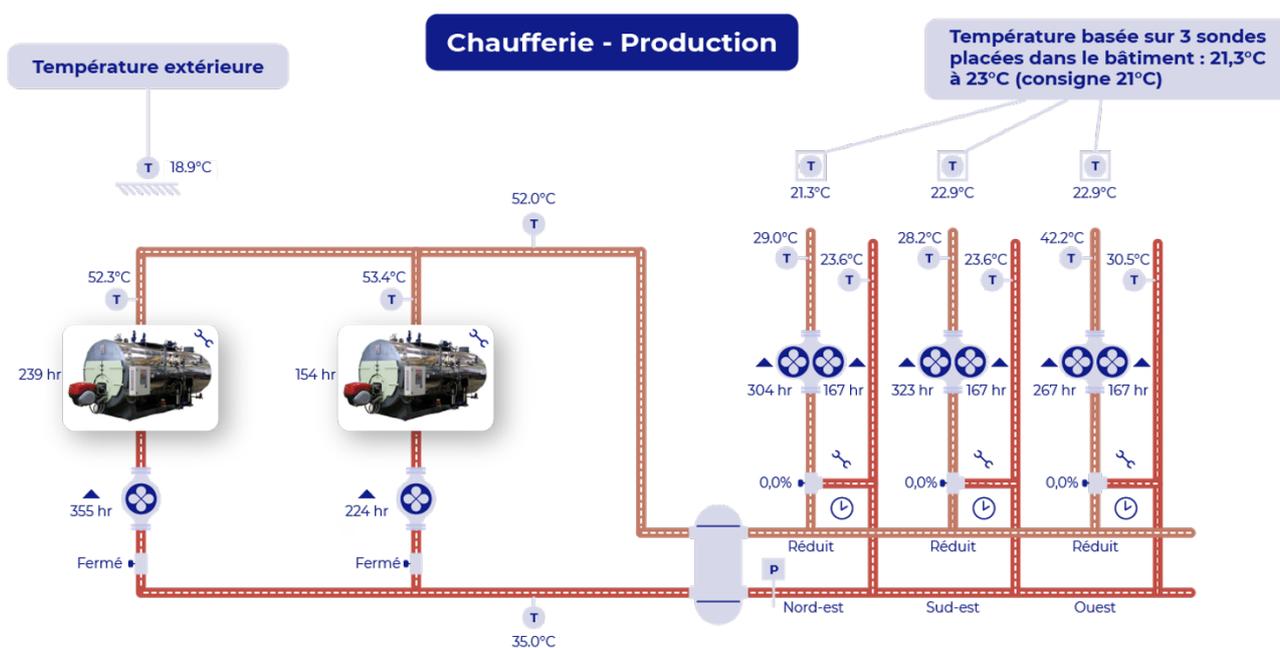
Enfin, il faut savoir **qu'un système de chauffage est sollicité à moins de 50% de sa puissance maximale les ¾ du temps.**

Il est donc très important de réfléchir à la conception d'un système adapté et bien régulé avec, par exemple, des cascades de chaudières ou des aérothermes à deux vitesses.

3. Une régulation optimisée !



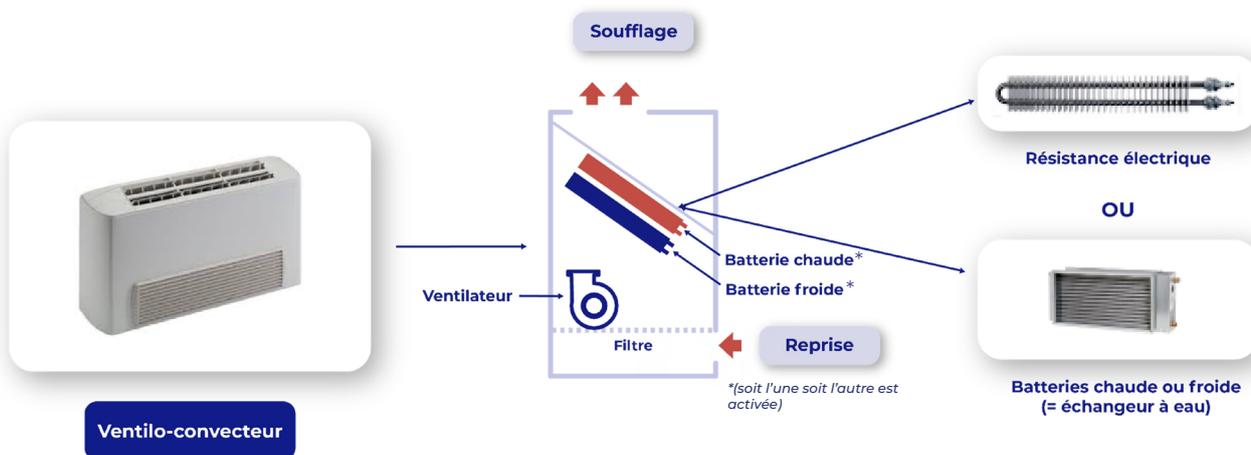
Optimisation énergétique : les systèmes d'optimiseurs



Il est possible de mettre en place un automate de gestion de la chaufferie :

- Premièrement, **quatre sondes permettent de prendre en compte la température extérieure et ambiante** dans le bâtiment.
- La consigne est de 21°C en semaine et 15°C le week-end.
- **Le calculateur détermine tout seul à quel moment il doit relancer l'installation** pour être à 21°C le lundi matin en fonction de la température ambiante et extérieure.
- Également, il relance l'installation si une des 3 sondes passe en dessous de 15°C pendant un certain temps ; autrement tout est à l'arrêt.

4. Les ventilo-convecteurs

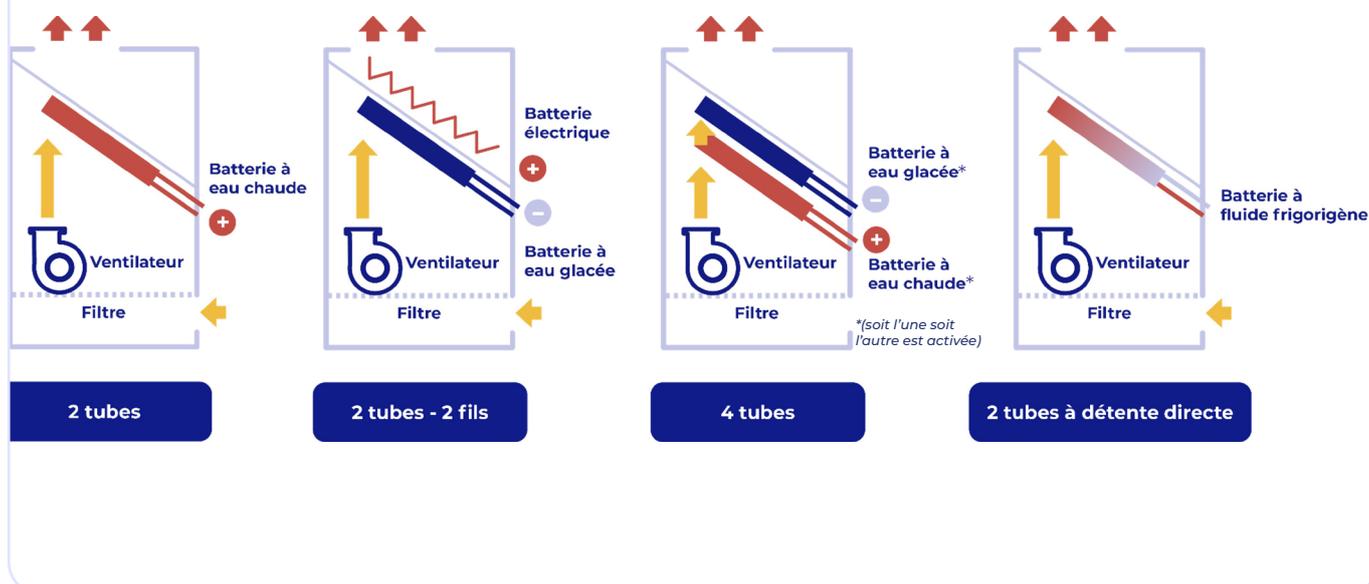


Les ventilo-convecteurs sont constitués d'un ventilateur, d'un filtre, d'une batterie (=échangeur) froide et/ou chaude, et éventuellement d'une résistance électrique.

La batterie chaude et/ou froide, ainsi que la combinaison batterie froide et résistance électrique permettent de transférer de l'énergie.



Les 4 configurations de ventilo-convecteurs.



4. Les ventilo-convecteurs



Les paramètres à prendre en compte.

Le bruit généré par le ventilateur → Confort acoustique

Attention au bruit généré en fonction de la vitesse du ventilateur.
Le matériel devra être dimensionné en tenant compte de ce paramètre.

- Petite vitesse = plage de puissance basse = bruit faible.
- Grande vitesse = plage de puissance haute = bruit fort.

Le remplacement régulier des filtres → Confort d'hygiène

Les ventilo-convecteurs fonctionnant à 100% d'air recyclé, il est indispensable de veiller à un remplacement régulier des filtres pour conserver une hygiène optimale du volume traité.

La position de l'émetteur et direction du flux d'air → Confort thermique

La position de l'émetteur et l'orientation du flux d'air est un paramètre déterminant pour le confort thermique.



Les questions techniques à se poser pour choisir son système

- **Compatibilité du régime d'eau actuel avec les ventilo-convecteurs ?**
- **Possibilité de se raccorder à un réseau existant** de l'usine ?
- **Besoins de chaud et de froid simultanément ?**
- Avant de se lancer dans l'installation d'un système à détente directe de type VRV (Volume réfrigérant variable), vérifier s'il est possible de se raccorder aux réseaux de l'usine qui valorisent déjà la récupération de chaleur.

5. Le rooftop

Le rooftop est un **système monobloc à installer en toiture du volume à traiter**. Il permet d'intégrer tous les équipements nécessaires avec une seule et même enveloppe et de traiter l'air. Il répond aux besoins de chauffage, de climatisation/ rafraîchissement, de traitement d'air et de ventilation; Il est particulièrement adapté sur des locaux conditionnés toute l'année et nécessitant un traitement des poussières particulier.

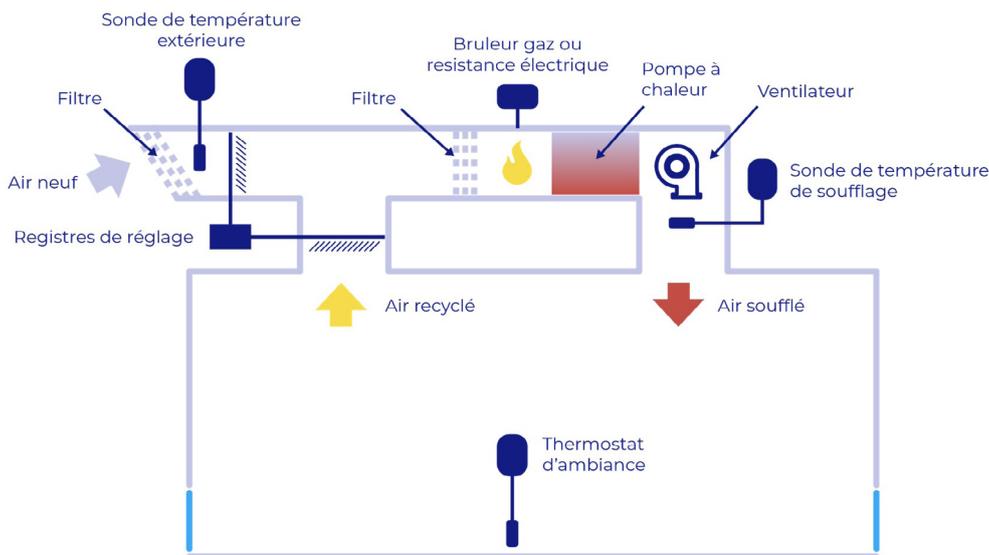


Schéma de principe « type atelier » d'un rooftop

Le rooftop possède son propre automate permettant de pouvoir agir de manière optimale sur la température, l'hygrométrie et le taux d'air neuf, tout en garantissant des performances optimales pour chaque équipement.

Pour une diffusion optimisée :

- **L'aspiration est réalisée « en vrac » ;**
- **Le soufflage est réalisé via des gaines de diffusion**, qui peuvent être rigides ou textiles.



Gaine rigide

- Faire attention aux vitesses d'air au niveau des bouches de soufflage.
- Faire attention aux exigences de nettoyage des gaines.



Gaine textile

- Elles peuvent être perforées, microperforées ou poreuses
- Plus simple à mettre en œuvre dans les grands volumes ouverts, lavables, légères et moins chères.