



**IUT Saint-Nazaire**  
Pôle Sciences et technologie

# Diagnostic de Performance Energétique

**Préparation à la certification avec mention**

# Sommaire DPE avec mention

1. DPE neuf (suite) : les bâtiments non résidentiels
2. Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels
3. Les systèmes caractéristiques
  1. La ventilation et les systèmes aérauliques
  2. La production d'eau chaude sanitaire
  3. La distribution d'eau
  4. Le chauffage / Refroidissement
  5. La génération de chaleur
  6. Les autres systèmes
  7. La régulation
  8. La GTC ou GTB
  9. L'éclairage
4. DPE à l'immeuble
5. DPE au logement depuis le DPE à l'immeuble

# 1- DPE Neuf (suite) : les bâtiments non résidentiels



Même principe : vérifier les prestations décrites au récapitulatif et utiliser les résultats pour les étiquettes du DPE



# 1- DPE Neuf (suite) : les bâtiments non résidentiels



Description des systèmes :



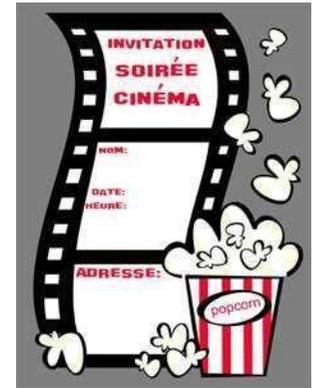
# 1- DPE Neuf (suite) : les bâtiments publics soumis à l'affichage

- Rappel de l'obligation du DPE Affichage pour certains bâtiments publics :
  - ERP de 1<sup>ère</sup> à 4<sup>ème</sup> catégorie
  - Surface plancher > 250 m<sup>2</sup> depuis le 1er juillet 2015
- Le DPE neuf (modèle 6.2 Neuf) peut être utilisé pour l'affichage pendant 3 ans, au-delà, la collectivité territoriale ou l'établissement public (propriétaire ou non du bâtiment) qui l'occupe, doit faire réaliser un DPE suivant les factures réelles constatées.



## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

- Les ERP sont classés suivant leur activité et leur capacité d'accueil.
  - Type : l'activité, ou « type », est désignée par une lettre définie par l'article GN 1 du règlement de sécurité incendie dans les ERP (exemple : M : Magasins de vente, centres commerciaux ; N : Restaurants et débits de boissons ... )
  - Catégorie : la capacité, ou « catégorie », est désignée par un chiffre défini par l'article R123-19 du Code de la Construction et de l'Habitation:
    - 1re catégorie : au-dessus de 1 500 personnes ;
    - 2e catégorie : de 701 à 1500 personnes ;
    - 3e catégorie : de 301 à 700 personnes ;
    - 4e catégorie : 300 personnes et au-dessous, à l'exception des établissements compris dans la 5e catégorie ;
    - 5e catégorie : établissements accueillant un nombre de personnes inférieur au seuil dépendant du type d'établissement.



## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels



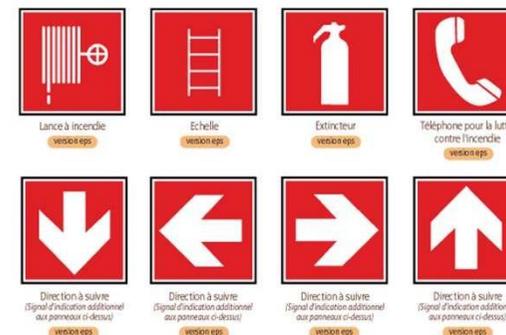
- Pour l'application du règlement de sécurité, les ERP sont classés en deux groupes :
  - le premier groupe comprend les établissements des 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> catégories ;
  - le deuxième groupe comprend les établissements de la 5<sup>e</sup> catégorie.
- Pour les ERP du premier groupe, le nombre de personnes pris en compte pour la détermination de la catégorie comprend le public et le personnel n'occupant pas des locaux indépendants qui posséderaient leurs propres dégagements. Pour les ERP de 5<sup>e</sup> catégorie (petits établissements), il ne comprend que le public (et pas le personnel).
  - Exemple : une banque pouvant accueillir 50 personnes du public et 300 employés est un ERP de 5<sup>e</sup> catégorie (non cumul du public avec le personnel et il n'y a pas de type pour les ERP de 5<sup>e</sup> catégorie) ; la même banque dans un petit centre commercial pouvant accueillir 200 personnes serait dans un groupement d'ERP de 3<sup>e</sup> catégorie, types M et W

# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

## □ Objectifs :

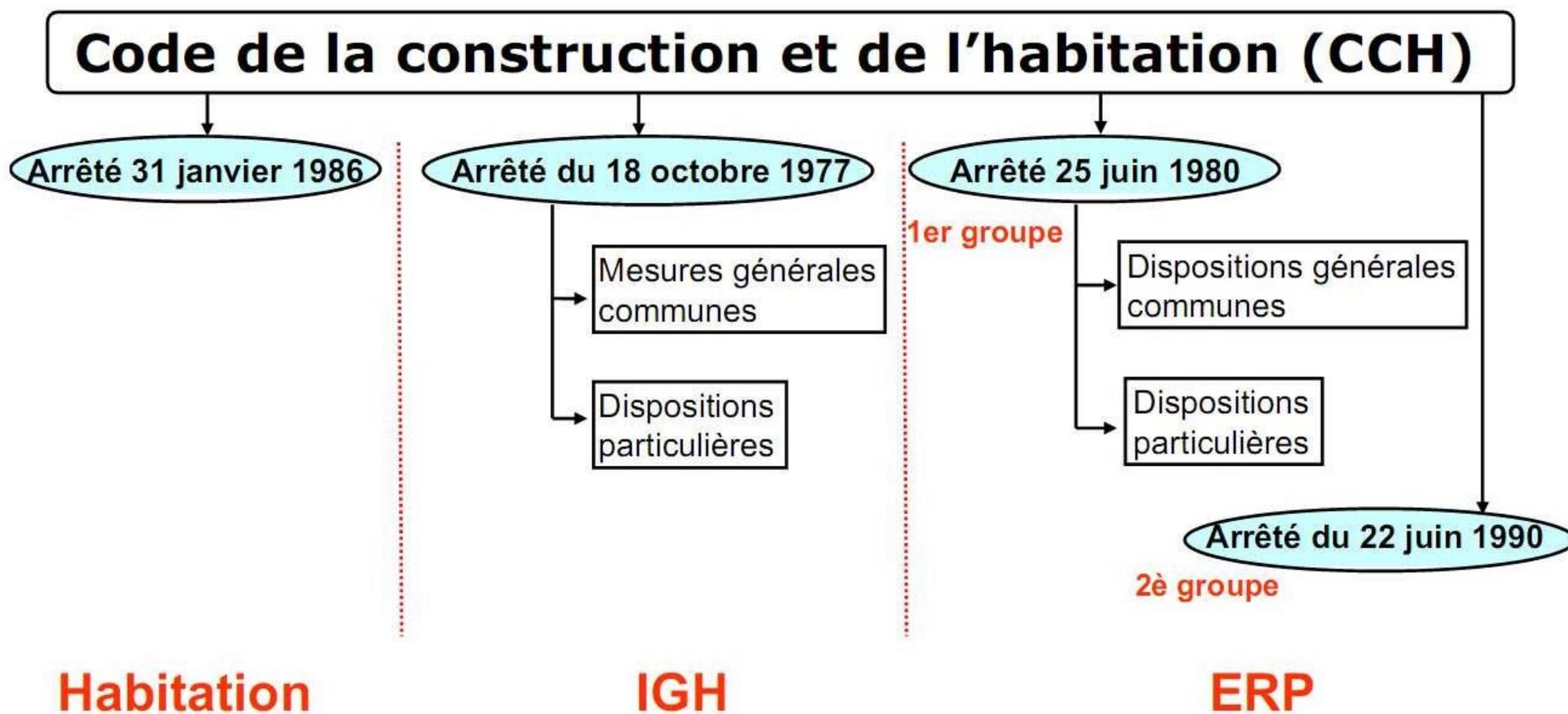
- Sécurité contre les risques d'incendie et de panique
- Protection des personnes et des biens
- Evacuation rapide des occupants
- Faciliter l'intervention des services de secours
- Limiter la propagation de l'incendie
- Mesures de prévention :
  - Dégagements en nombre et largeur suffisants
  - Eclairage de sécurité
  - Désenfumage
  - Alarme
- Moyens de secours contre l'incendie :
  - Détection incendie manuelle ou automatique
  - Moyens d'extinction manuels ou automatiques
  - Dispositifs d'alarme et d'alerte
  - Equipes de sécurité incendie
  - Moyens facilitant l'action des sapeurs pompiers (voies engins, poteaux d'incendie, plans d'intervention, etc.)

## Réglementation sécurité incendie



# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

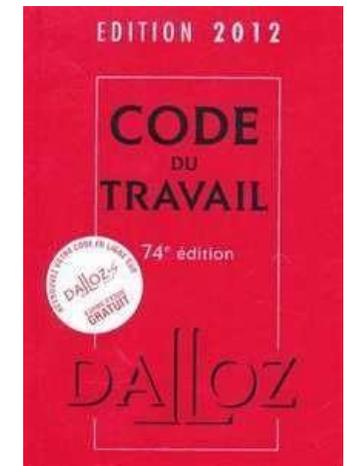
## Habitation, IGH et ERP : Les règlements de sécurité



# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

## Le code du travail : domaines d'intervention

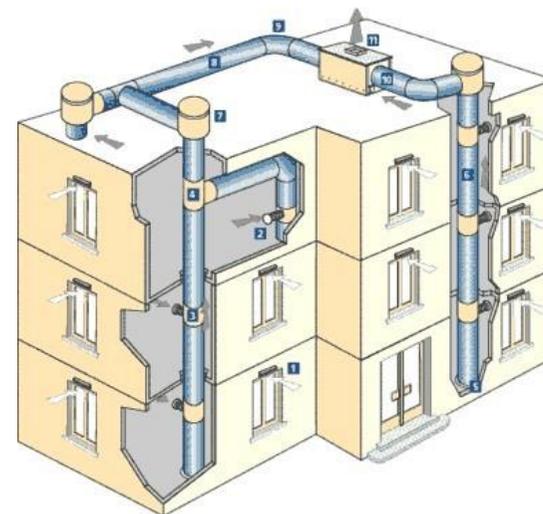
- Incendie :
  - Dégagements : Art. R.4227-4 & R4227-5  
[...portes, couloirs, circulations, escaliers, rampes, répartis de manière à permettre une évacuation rapide de tous les occupants dans des conditions de sécurité maximale...]
  - Moyens d'extinction : art. R.4227-28 & R.4227-29  
[... mesures nécessaires pour que tout commencement d'incendie puisse être rapidement et efficacement combattu...]  
[Le premier secours contre l'incendie est assuré par des **extincteurs** en nombre suffisant et maintenus en bon état de fonctionnement]
  - Registre de sécurité : Art. R.4227-39
  - Ventilation :
    - Conception de bâtiments : Article R4212-1 à 7
    - Utilisation des bâtiments : Article R4222-1 à 21 (ventilation)
  - Eclairage :
    - Niveau d'éclairage des postes de travail : Article R 2327-2



## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments

### La Ventilation résidentielle : arrêté du 24 mars 1982

- 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)



## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

### Débits d'air minimaux : Code du Travail et RSDT

- 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 <sup>3</sup> /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

RSDT : Pour les personnes qui n'exercent pas d'activité salariée dans les différentes catégories de locaux concernés, c'est la Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du règlement sanitaire départemental (RSDT) qui donne les débits à appliquer.

# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels



Activité non salariée  
exclusivement

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

## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

- Art. R. R4212-6 : le Maître d'ouvrage prévoit dans les locaux sanitaires l'introduction d'un débit minimal d'air déterminé par le tableau suivant : **Débits d'air minimaux**

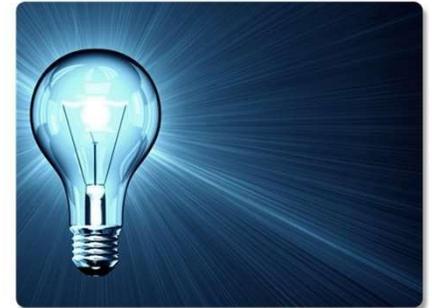
Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit par local (m <sup>3</sup> /h)
Cabinet d'aisances isolé (**)	30
Salle de bains ou de douche isolée (**)	45
Commune avec un cabinet d'aisances	60
Bains, douches et cabinets d'aisances groupés	30 + 15 N (*)
Lavabos groupés	10 + 5 N (*)

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<sup>3</sup>/h si le local n'est pas à usage collectif

## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

L'éclairage au travail doit viser à : **Eclairage des lieux de travail**



- **faciliter d'une part l'exécution d'une tâche** : c'est la notion de performance visuelle. En effet, une vision normale ne peut s'exercer qu'avec un minimum de lumière.
- **et à assurer le bien-être** : c'est la notion tout aussi fondamentale de confort visuel. En effet, en plus du niveau moyen d'éclairement nécessaire, il faut absolument veiller à une bonne qualité de la lumière émise, à une uniformité de l'éclairement, et à l'équilibre des luminances pour éviter les éblouissements notamment.

**La Réglementation** : depuis août 1983, l'éclairage des lieux de travail fait l'objet d'une réglementation. Les textes de référence sont :

- Le décret n° 83-721 du 2 août 1983 complétant le Code du Travail , en ce qui concerne l'éclairage des lieux de Travail, et destiné aux chefs d'entreprises.
- Le décret n° 83-722 du 2 août 1983 complétant le Code du Travail, et fixant les règles relatives à l'éclairage des lieux de travail...
- la circulaire du 11 avril 1984 relative aux commentaires techniques des décrets précités, n° 83-721 et 83-722 du 2 août 1983
- L'arrêté du 23 octobre 1984 relatif aux relevés photométriques sur les lieux de travail.
- la lettre circulaire DRT n° 90/11 du 28 juin 1990 relative à l'éclairage naturel et à la vue vers l'extérieur.

La réglementation fait partie intégrante du **Code du travail** et s'applique à tous les locaux affectés au travail et à leurs dépendances, passages, escaliers, circulations, dépôts.

## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

Le décret n° 83-721 fixe des valeurs minimales à respecter pour l'éclairage général dans quatre situations intérieures et deux situations extérieures. Ces niveaux d'éclairage doivent être assurés pendant la présence du personnel, sur le plan de travail ou sur le sol.

- L'éclairage des zones de circulation :

Type de travail	Décret	E.M.I
Les voies de circulation intérieure	40 Lux	70 Lux
Les escaliers et entrepôts	60 Lux	110 Lux
Les locaux de travail, vestiaires et sanitaires	120 Lux	210 Lux
Les locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 Lux	350 Lux

- L'éclairage de la zone de travail :

Type de travail	Circulaire	E.M.I
Mécanique moyenne, dactylographie, bureau	200 Lux	350 Lux
Travail de petites pièces, mécanographie, dessin	300 Lux	530 Lux
Mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessins difficiles, industrie du vêtement	400 Lux	700 Lux
Mécanique de précision, électronique fine	600 Lux	1050 Lux
Tâches très difficiles de l'industries, laboratoires	800 Lux	1400 Lux

\*circulaire du 11  
avril 1984

la valeur de l'éclairage moyen initial (E. M. I) à la mise en service est plus élevée que la valeur indiquée dans la circulaire qui ne prend pas en compte les zones moins bien éclairées ainsi que le vieillissement des équipements .

## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments non résidentiels

Après avoir déterminé le niveau d'éclairage, il faut choisir, le système d'éclairage (direct, semi-direct, indirect,), choisir la ou les sources lumineuses (fluo, halogènes, etc.), ainsi que le type de luminaires et leur implantation.

- Influences du confort visuel
  - **Température de couleur** (couleur apparente de la lumière émise par une source). Elle est exprimée en KELVIN.
    - ❖ " teinte chaude "  $TK < 3300 \text{ }^\circ \text{K}$  (lumière chaude)
    - ❖ " intermédiaire "  $TK$  entre  $3300 \text{ }^\circ$  et  $5000 \text{ }^\circ \text{K}$  (lumière blanche , neutre)
    - ❖ " teinte froide "  $TK > 5000 \text{ }^\circ \text{K}$  (lumière très blanche, bleutée).

*Plus la température des couleurs est élevée, plus le niveau d'éclairage doit être élevé.*

**Indice de rendu des couleurs** (aptitudes de la lumière émise à restituer l'aspect coloré de l'objet éclairé)

- **Uniformité de l'éclairage**
- **L'éblouissement direct** par les sources lumineuses :
  - si la luminance est élevée (par exemple un spot basse tension),
  - s'il n'y a pas de grille sur le luminaire (tube fluo à nu),
  - si les dimensions sont grandes,
  - ou, si le fond sur lequel il se détache est plus sombre.
- **L'éblouissement indirect.** La réflexion des sources de lumière par des surfaces brillantes amoindrit la perception visuelle et peut être une cause importante d'inconfort et de fatigue visuelle.

# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments

## Prévention de la légionellose

Circulaire interministérielle du 3 avril 2007 relative à la mise en œuvre de l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.

***Legionella*** : 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 aéro réfrigérantes.



La présence de légionelles dans l'eau **n'est pas une condition suffisante pour provoquer la maladie.**

Trois facteurs doivent être réunis :

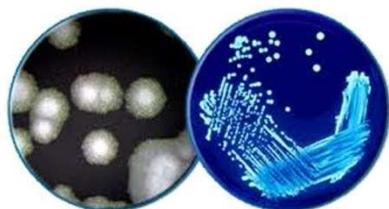
- eau contaminée par *Legionella*;
- dispersion de l'eau par aérosols, de même qu'en sortie de pommeau de douche ou de robinet;
- inhalation de l'aérosol.

## 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments

### Que faire pour surveiller le risque des légionelles ?

- Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau (laboratoire accrédité COFRAC)
- Entretien hebdomadaire des éléments de robinetterie (mousseurs, brise-jets, flexibles, pommes de douche, etc.) : démontage, détartrage produit ou vinaigre blanc pendant 15 minutes, rinçage, désinfection pendant 30 minutes dans l'eau de javel et purger régulièrement avec de l'eau la plus chaude possible le maximum de points d'usage ou les points les plus éloignés de l'établissement ;

- bien connaître son réseau d'eau chaude :



- supprimer les bras morts,
- purger les ballons (faire des chasses),
- détartrer les ballons de stockage,
- préférer les échangeurs à plaques.

- L'eau des équipements de stockage :  
Doit en tout point et en permanence être à une température  $\geq 55^{\circ}\text{C}$

**ou**

Être portée à température suffisante au moins une fois par 24 heures

Temps de maintien en température	Température de l'eau
60 min	60°C
4 min	65°C
2 min	$\geq 70^{\circ}\text{C}$

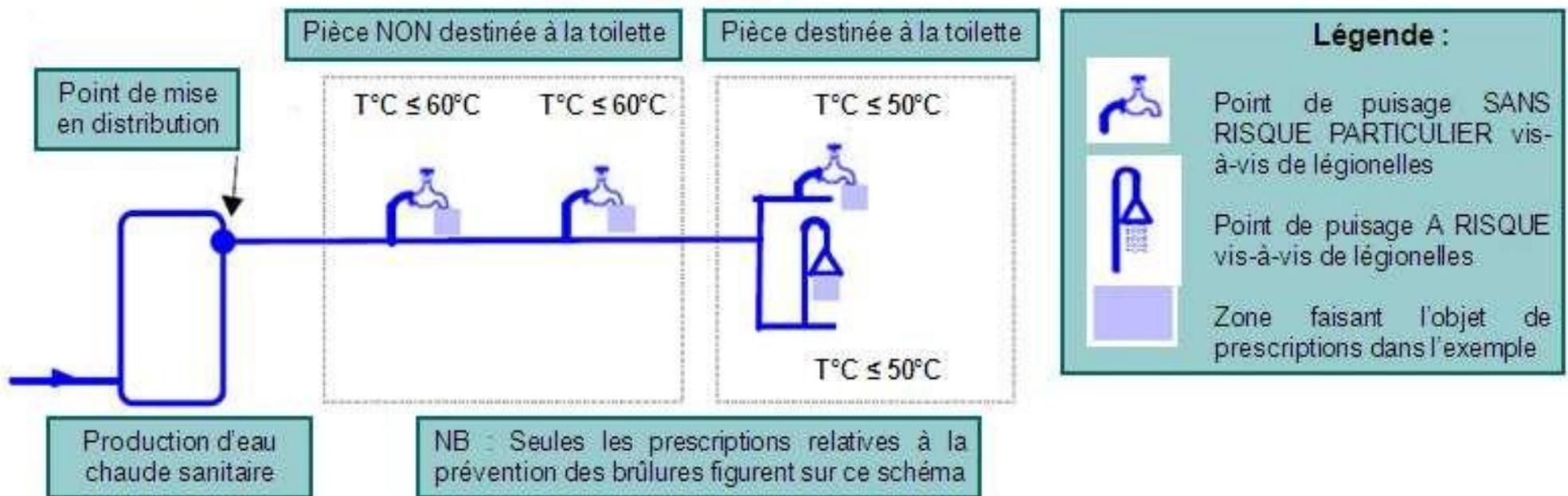
# 2- Textes réglementaires spécifiques aux bâtiments

## Prévention des brûlures

Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.



- La température de l'eau aux **points de puisage** :



Les brûlures nécessitant des soins médicaux sont d'à peu près 150 000 cas par an en France et ceux nécessitant une hospitalisation d'environ 7 500 cas.

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

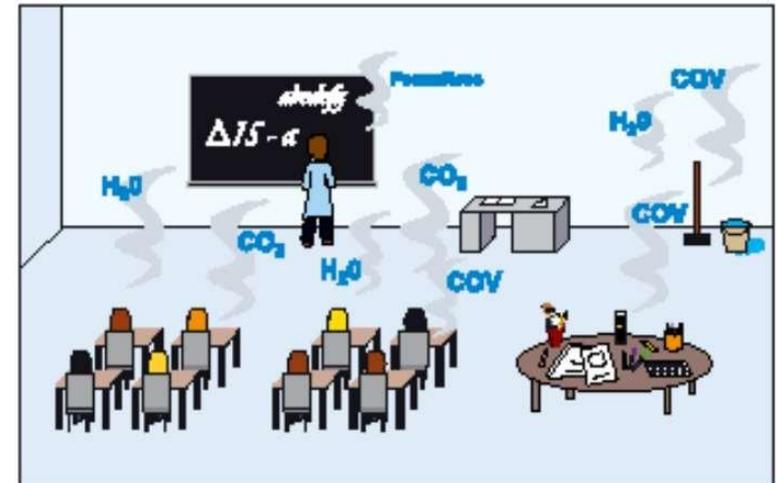
## La ventilation

### Ouverture des fenêtres

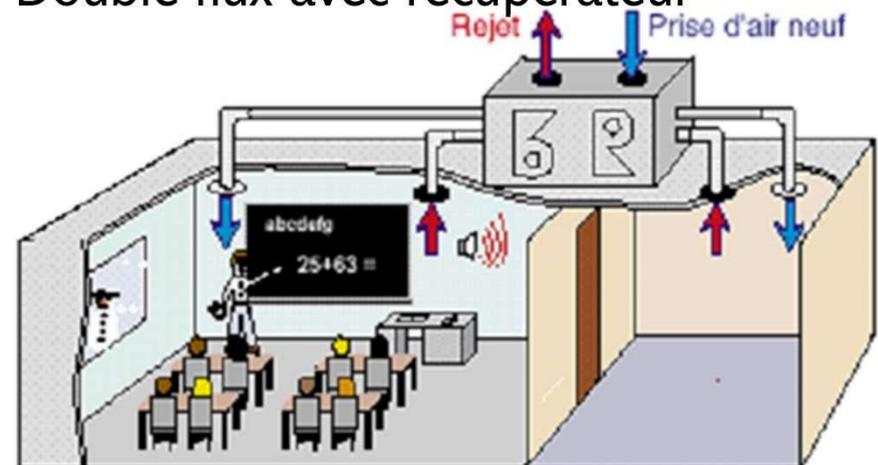
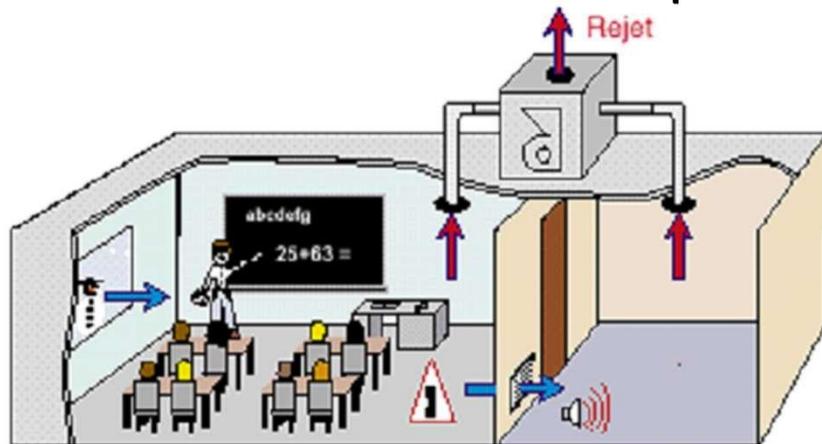
#### Locaux scolaires, bureaux, petits commerces

La qualité d'air peut être perturbée par :

- Concentration en CO<sub>2</sub> (norme < 1100 ppm)
- Humidité (HR compris entre 35 et 65 %)
- Odeurs corporelles, bio effluents
- COV
- Bactéries, microbes...



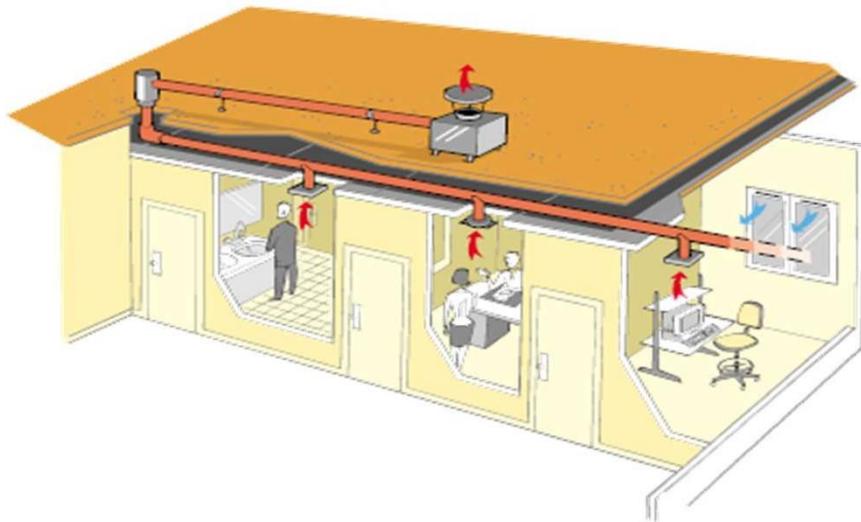
Solutions : la ventilation Simple flux ou Double flux avec récupérateur



V2.00

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation



### Simple flux

Bureaux, agences commerciales, petits commerces, bars, locaux associatives...

***Déconseillé dans des locaux exigeant du confort thermique ou situés dans un environnement bruyant ou pollué.***

Solution : la ventilation modulée en fonction de l'occupation (tout ou peu)

- 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



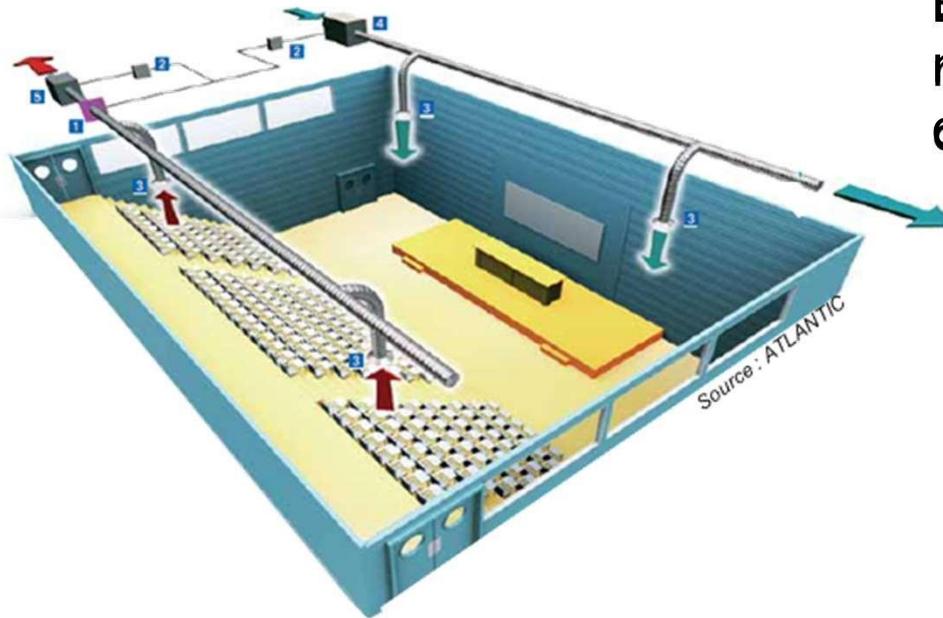
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Double flux

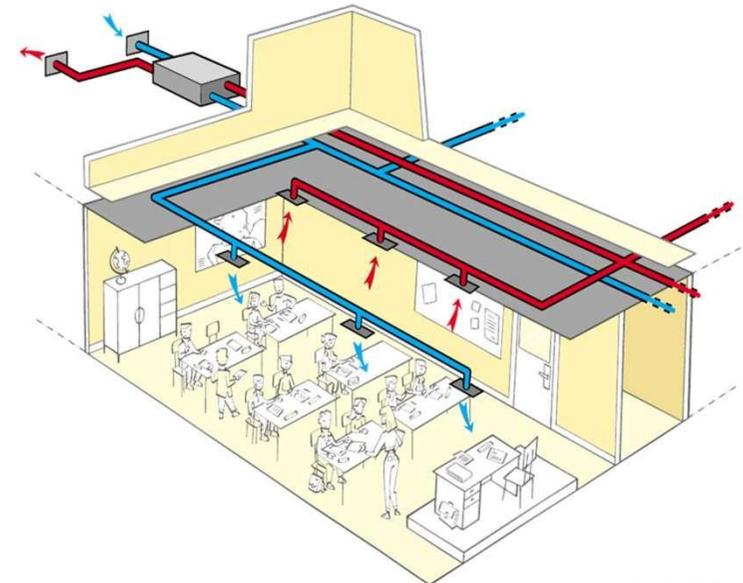
Bureaux, salles de spectacle et de conférences, maisons de retraite, hôtels, crèches, cabinets de profession libérale, etc.

**Importance des débits → consommations d'énergie**  
**Système à récupération de chaleur**



Solution : la ventilation modulée en fonction de l'occupation (tout ou peu)

- Détecteur de présence
- Sonde de CO<sub>2</sub>



V2.00

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

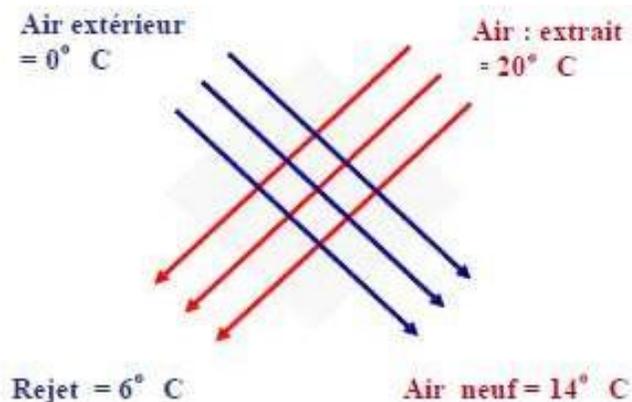
### Différents types d'échangeurs

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

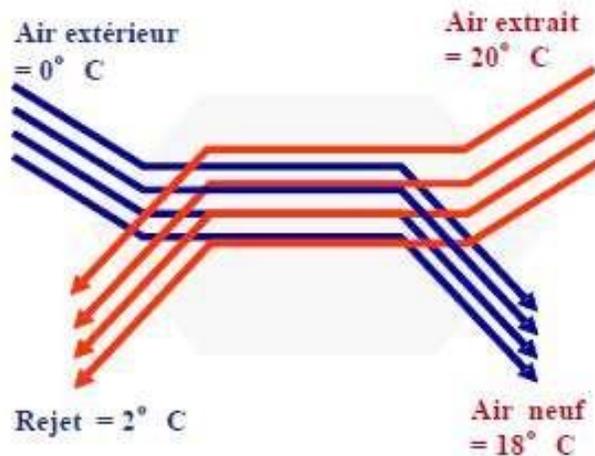
L'air extrait cède de la chaleur à l'air neuf introduit travers les plaques.

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)



Statique à flux croisés  
 $\eta \approx 70 \%$



Statique à contre-courant  
 $\eta \approx 90 \%$



V2.00

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Différents types d'échangeurs

**Récupérateur rotatif** : il est constitué d'une roue, entraînée à faible vitesse (10 à 20 tr/mn).

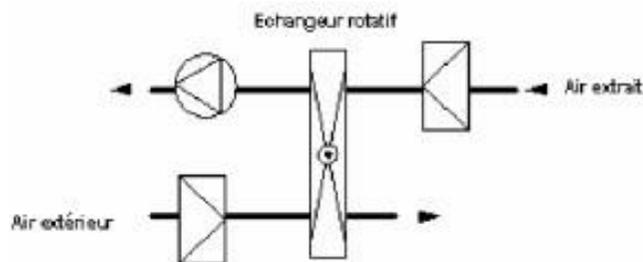
La roue comporte de nombreux petits canaux qui laissent passer l'air.

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

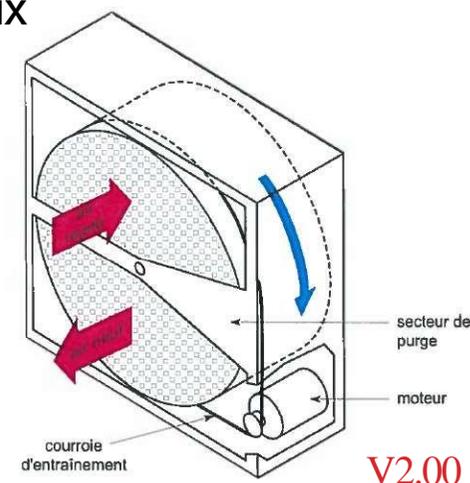
Un peu moins de la moitié de la surface est raccordée sur le circuit « air introduit ».

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.



Rotatif (ou à roue)  $\eta \approx 80$   
à 90 %



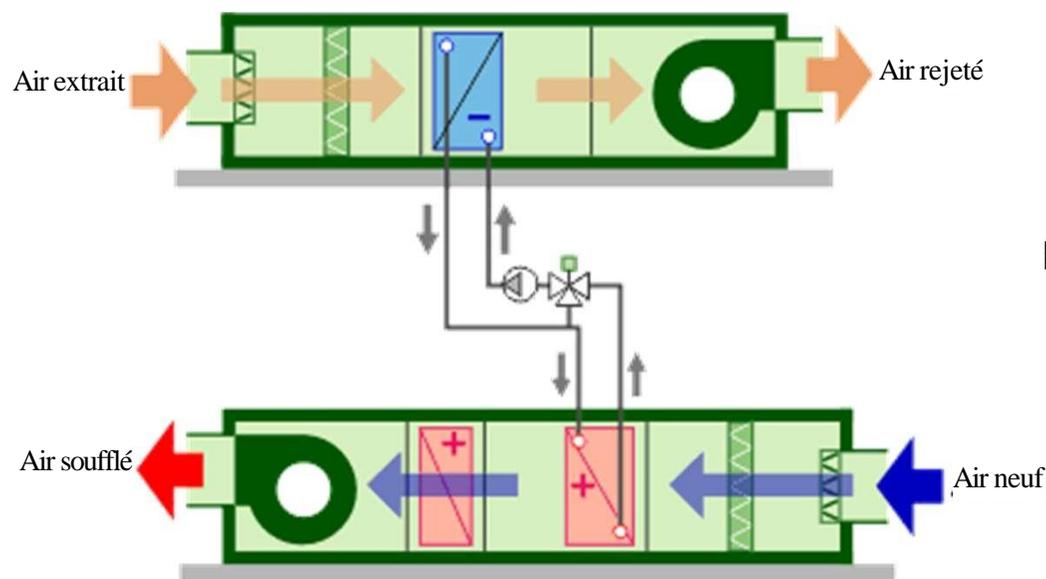
V2.00

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

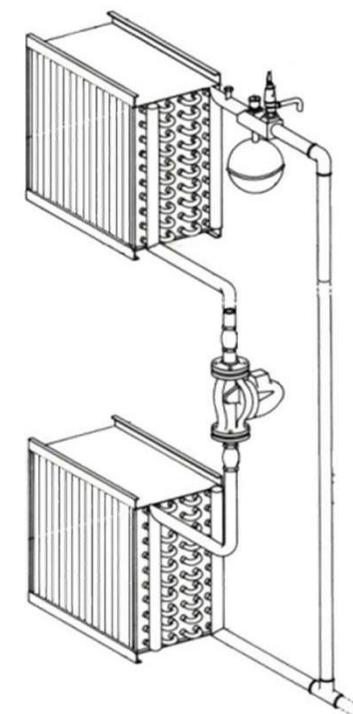
## La ventilation

### Différents types d'échangeurs

**Récupérateur hydraulique** : 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 vers l'air neuf.



Hydraulique (EG)  
 $\eta \approx 60 \%$



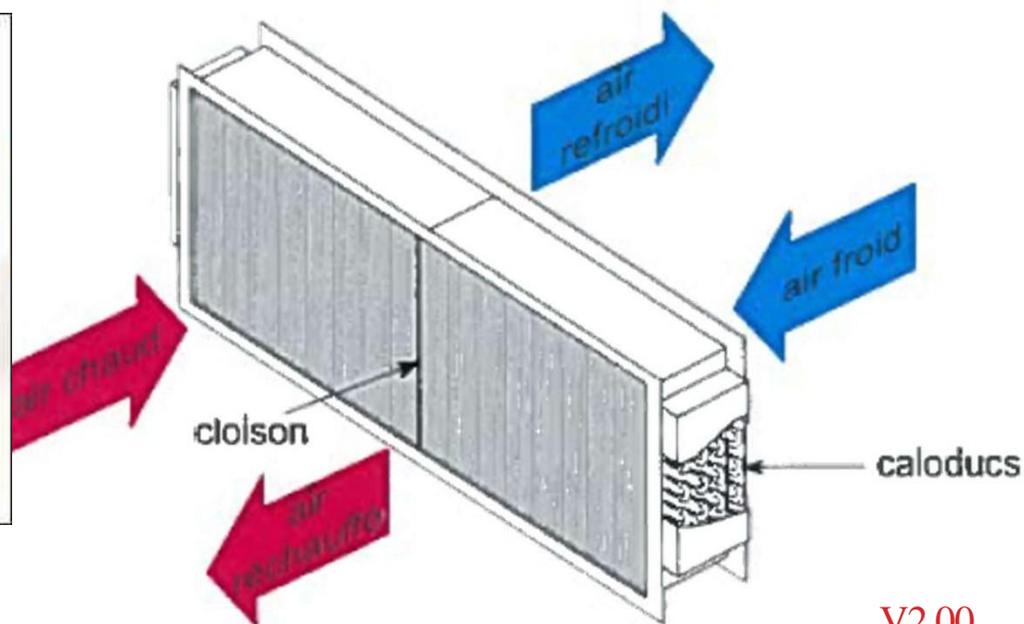
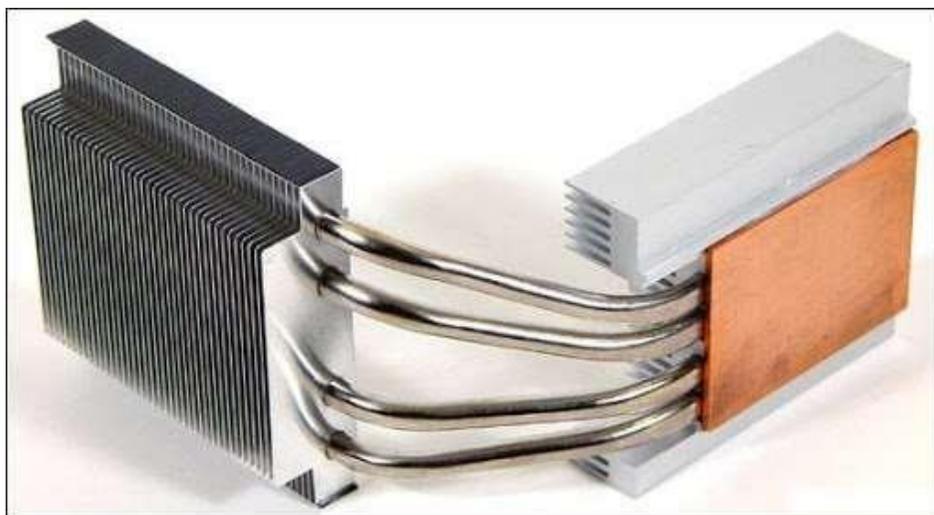
V2.00

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Différents types d'échangeurs

**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 vacéder 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.



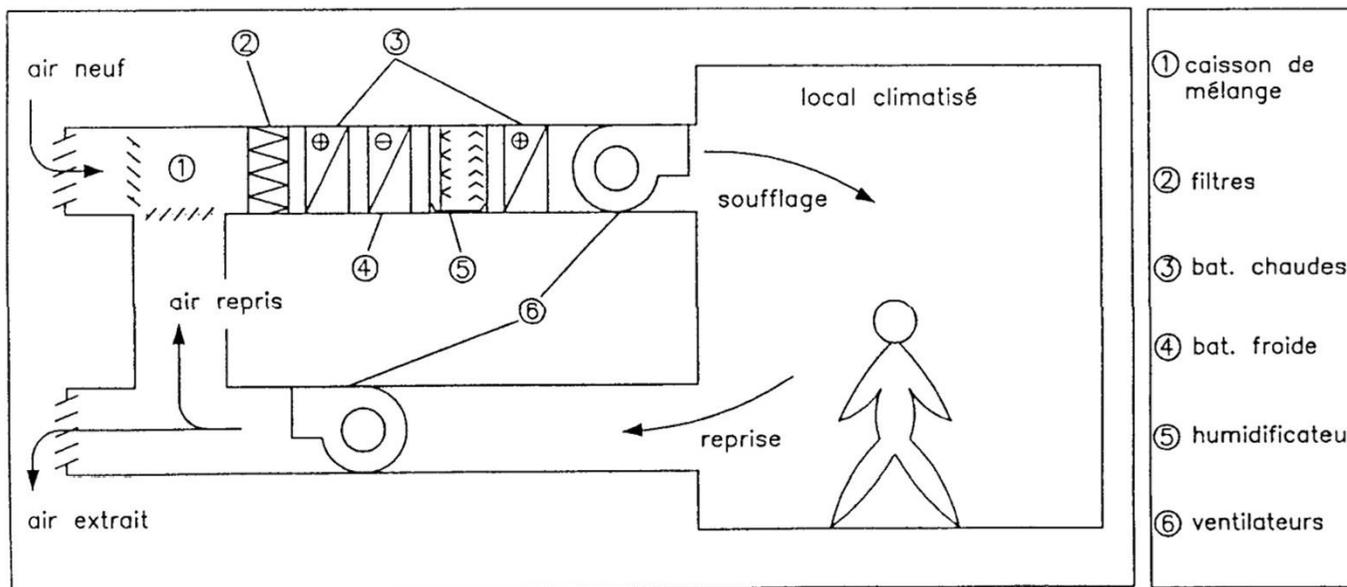
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### La centrale de traitement d'air : CTA

« Une centrale de traitement d'air est un ensemble d'éléments pouvant modifier les caractéristiques de l'air afin de maintenir des conditions de confort dans les pièces traitées. »

### Les éléments d'une centrale de traitement d'air



- Les filtres permettent d'assurer la pureté de l'air traité (poussières ou aérosols porteurs de particules biologiques) et d'éviter l'encrassement des gaines et des batteries.
- Plus l'efficacité du filtre est élevée, plus la taille des particules retenues est petite.

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Les différents types de CTA

Champ d'application : Ventilation / chauffage / refroidissement

Utilisation du vecteur « air » en tant que fluide caloporteur

Conséquences :

- Fournir aux locaux des débits d'air souvent au-delà des besoins hygiéniques de renouvellement d'air\*
- Sur dimensionner les équipements nécessaires au transport de l'air
- Nécessité d'organiser un recyclage partiel de l'air



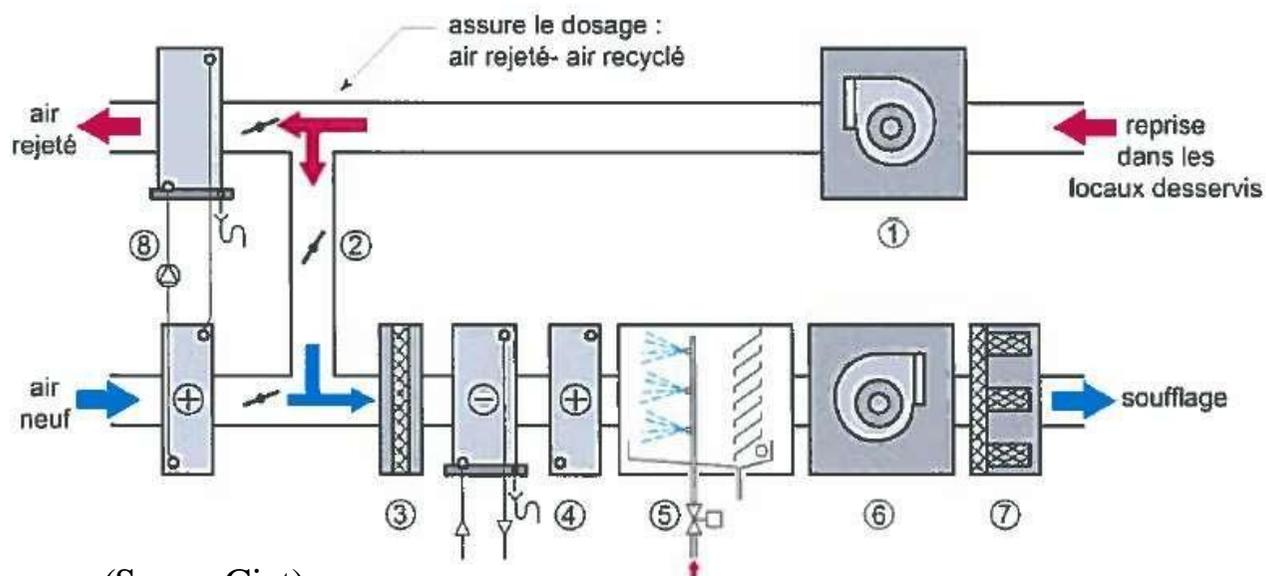
\* Cette différence de débits s'amenuise lorsque le bâtiment est très bien isolé, ce qui est de plus en plus le cas

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Les CTA simple flux avec récupération

- 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.
- Le prescripteur définit les « traitements nécessaires » répondant aussi bien à des exigences de température et d'humidité des locaux afin de couvrir les besoins.



- 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

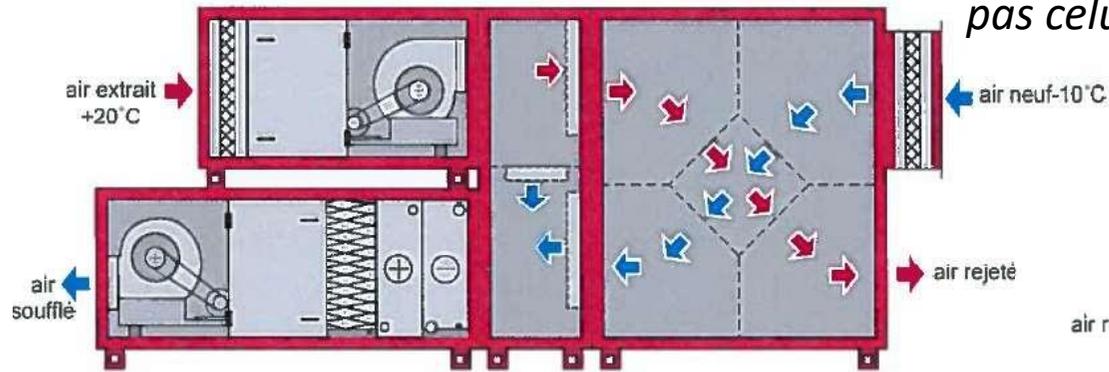
(Source Ciat)

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

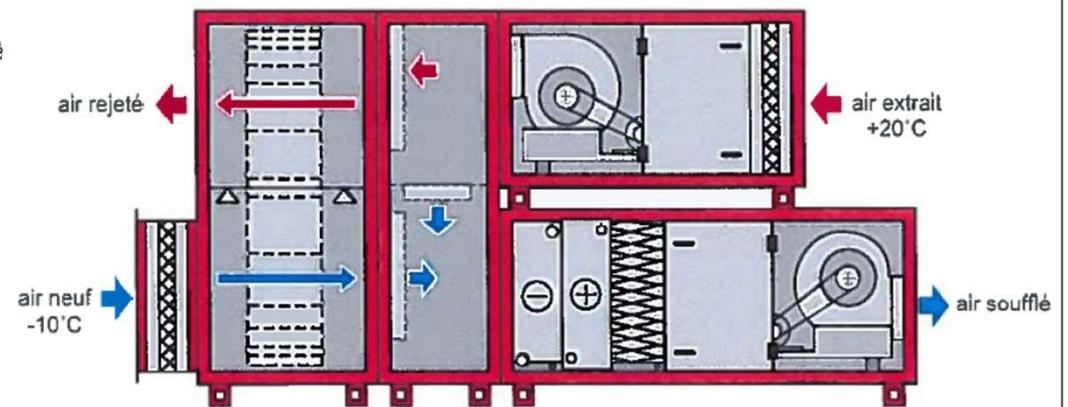
## La ventilation

### Les CTA double flux avec récupération

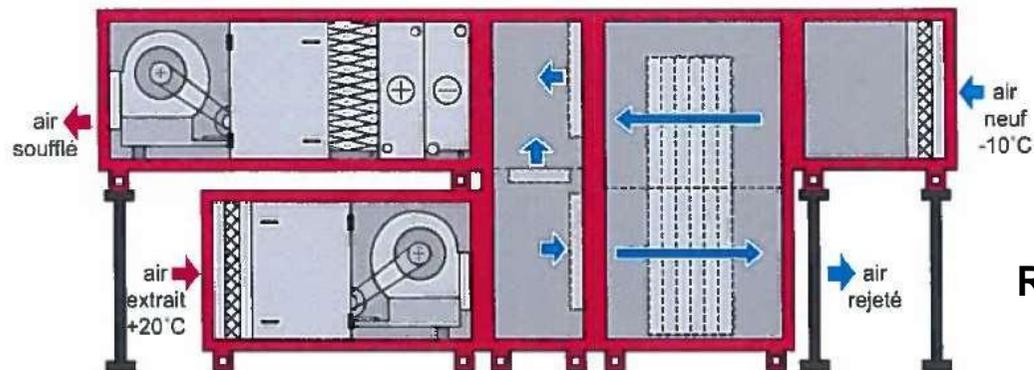
*Ces montages sont présentés sans humidificateur et ne permettent donc que le contrôle de la température mais pas celui de l'hygrométrie.*



Récupérateur à plaques



Récupérateur à roue



Récupérateur à caloduc

(Source Ciat)

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## La ventilation

### Les CTA double-flux thermodynamique sur air extrait

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

Principe : 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 optimisées. 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 CO<sub>2</sub>***

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

**L'air humide est l'air que nous respirons, il est composé de :**

- d'AIR SEC :
  - AZOTE (78 %)
  - OXYGÈNE (21 %)
  - ARGON (1 %)
  - GAZ RARES (traces)
- d'HUMIDITÉ : l'évaporation des mers  
la respiration animale  
les process industriels  
la pluie, la neige, etc
- et de PARTICULES :
  - végétales (vent sur les champs)
  - animales (insectes)
  - métalliques et diverses (process, circulation)



# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

- **Les caractéristiques de l'air humide dépendent de :**

- La proportion air sec/humidité
- La température
- La pression exercée

Les caractéristiques de l'air humide peuvent s'obtenir par des calculs souvent longs et fastidieux. Le DAH (ou diagramme psychrométrique) donne rapidement, à partir de 2 points de mesure les caractéristiques de l'air sans aucun calcul.

- **Le diagramme de l'air humide est particulier à plusieurs titres :**

- Il n'est valable que dans des limites de pression (donc d'altitude)
- Il comporte 3 axes
- Il se rapporte à l'unité de masse d'air sec (kilogramme d'air sec)

- **Le DAH est constitué d'une courbe de saturation en vapeur d'eau qui délimite deux zones :**

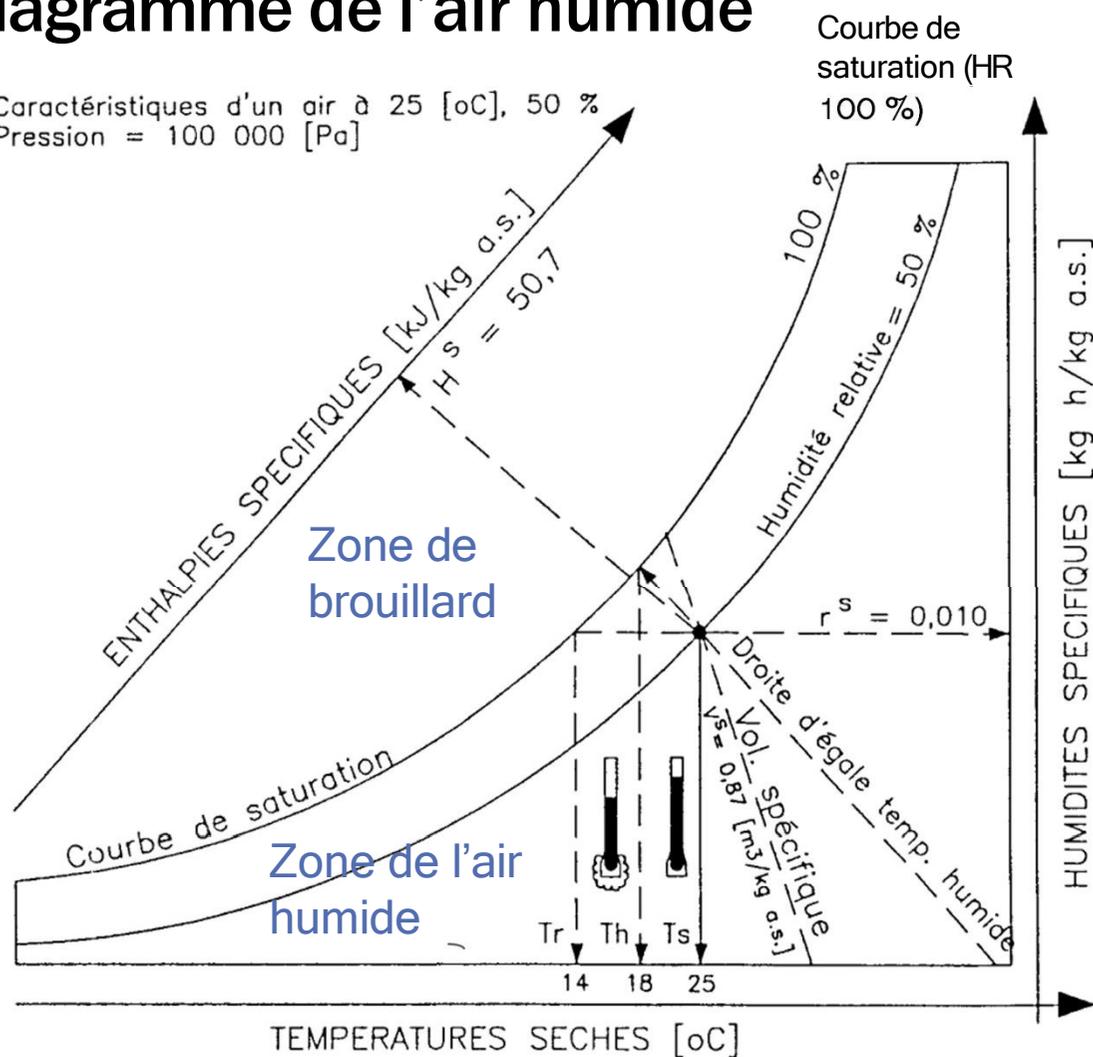
- La zone de l'air humide
- La zone de brouillard

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

### Diagramme de l'air humide

Caractéristiques d'un air à 25 [°C], 50 %  
Pression = 100 000 [Pa]



**HR [%]** : rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air et la pression de saturation de cette vapeur d'eau à la température T

**rs [kg/kgas]** : quantité d'humidité (en masse) contenue dans l'air

**Hs [kJ/kgas]** : enthalpie spécifique ;  
Chaleur totale contenue dans l'air (latente + sensible)

**Ts [°C]** : température sèche ;  
mesurable avec un thermomètre

**Th [°C]** : température humide ;  
Température d'un air saturé d'humidité ( HR 100% )

**Tr [°C]** : température de rosée  
**Vs [m³/kgas]** : permet de quantifier un volume d'air humide

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

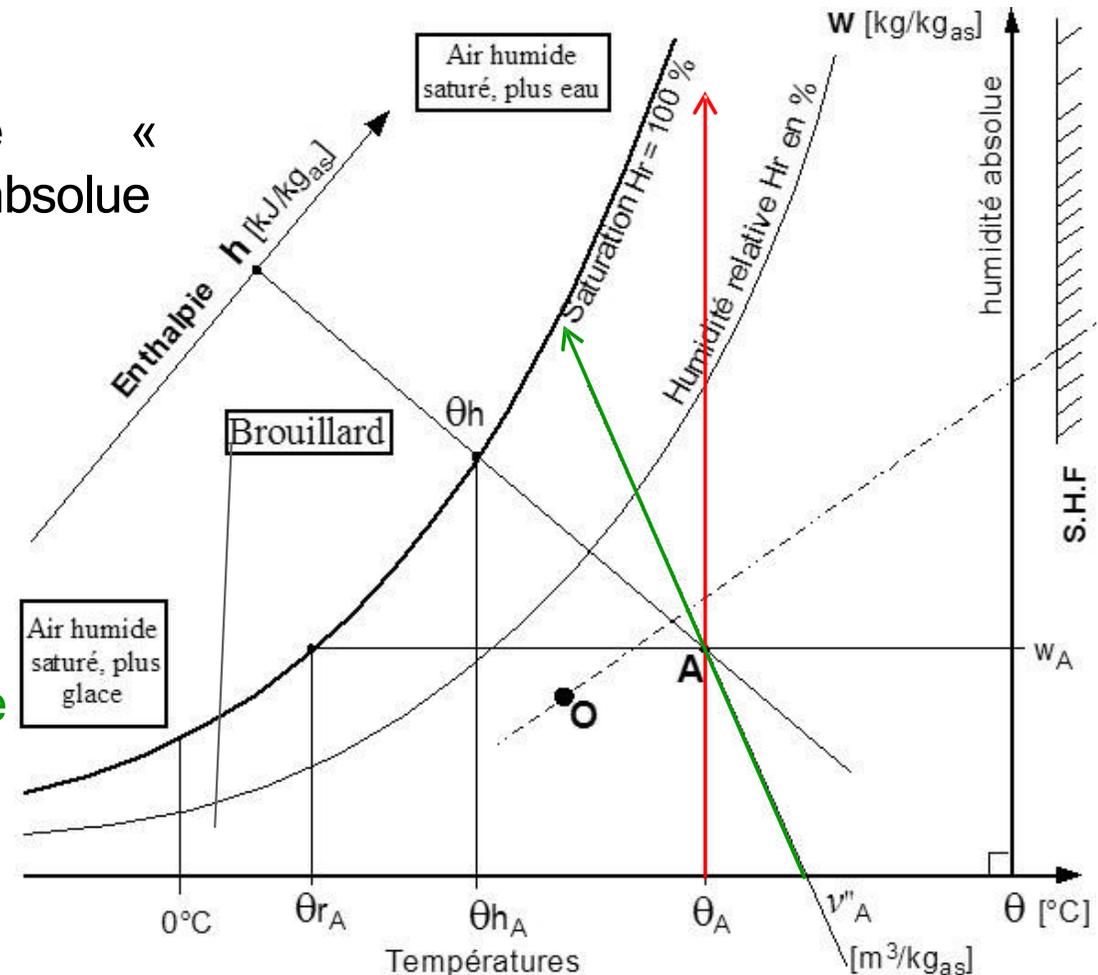
### Diagramme de l'air humide

- Evolution dans le diagramme

Chauffage de l'air : l'évolution est dite « isohydre » car elle se fait à humidité absolue constante

Les droites ISOTHERMES sont perpendiculaires aux droites de même humidité absolue

La pente des ISENTHALPES est identique à celle des droites de même température humide

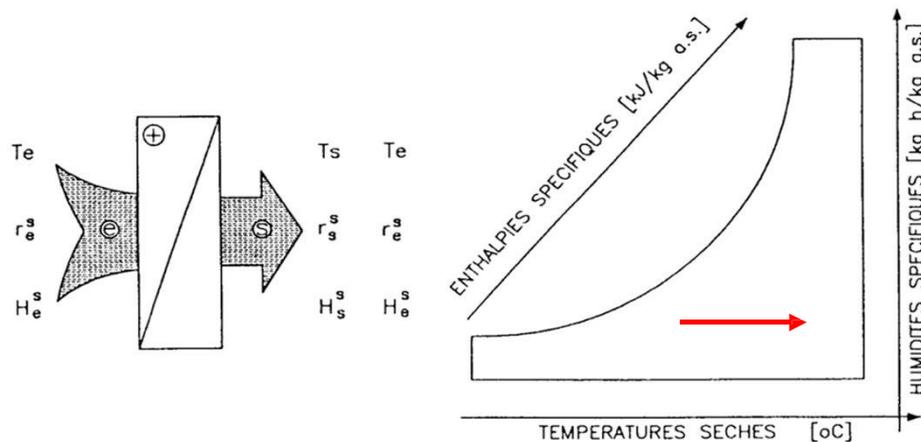
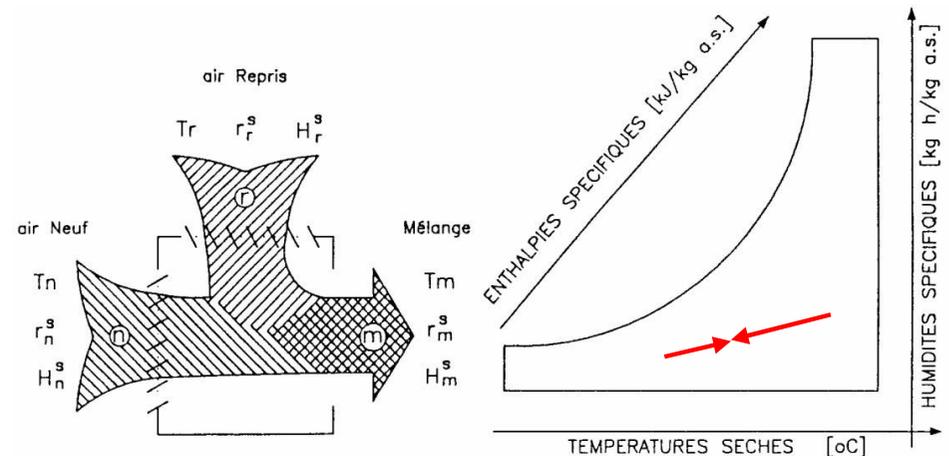


# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

- Les éléments d'une centrale de traitement d'air

**Le caisson de mélange :** permet de réaliser des économies d'énergie importantes. Plutôt que de travailler en tout air neuf, cet élément permet le traitement de la quantité nécessaire en n'introduisant que le minimum d'air neuf hygiénique. Le complément est assuré par de l'air ambiant recyclé.



**Les batteries chaudes :** assurent le réchauffage de l'air. On peut en trouver à eau chaude, à eau surchauffée, à vapeur (échangeur tube cuivre, ailettes aluminium serties) ou électriques, avec ou sans ailettes de diffusion.

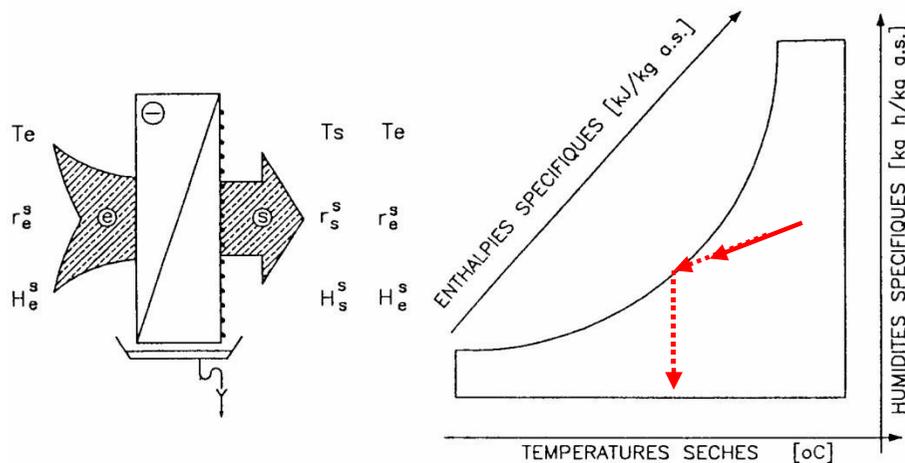
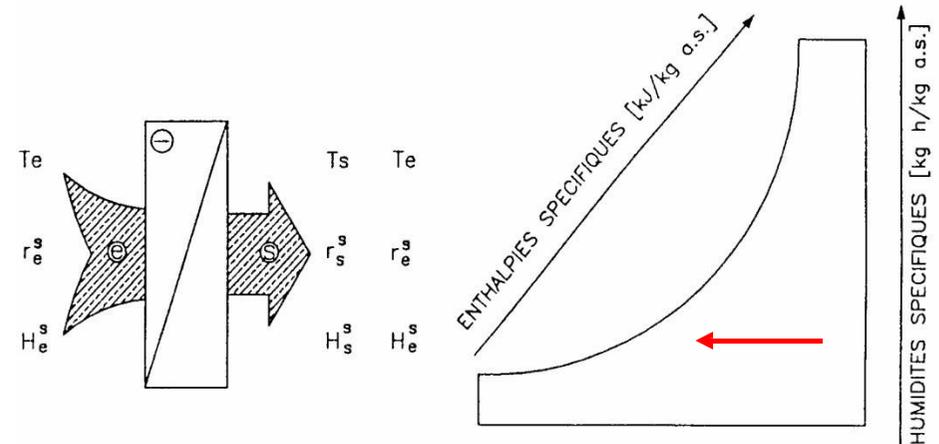
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : l'air humide

- Les éléments d'une centrale de traitement d'air

**Les batteries froides** : assurent le refroidissement de l'air mais également la déshumidification.

- Batterie froide régime sec (refroidissement sans condensation)

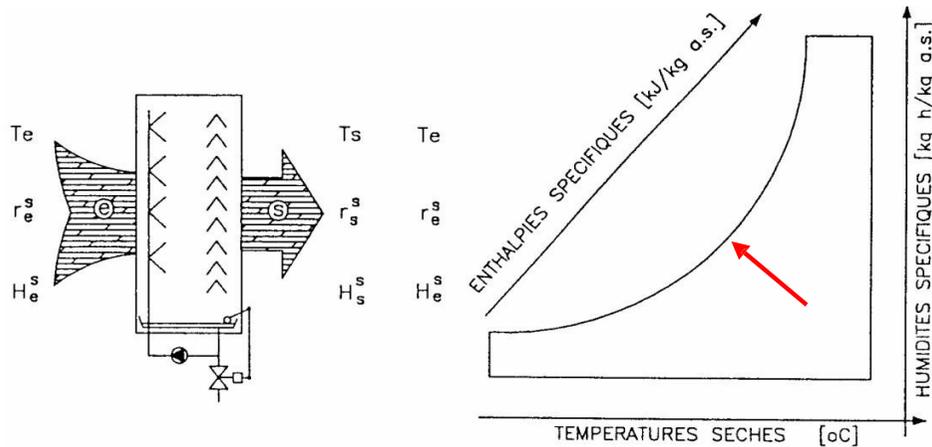


### Batterie froide régime humide (refroidissement avec condensation)

- La batterie froide en régime humide fait subir à l'air deux transformations simultanées :
  - Un abaissement de température
  - Une déshumidification

# 3-1. Les systèmes caractéristiques

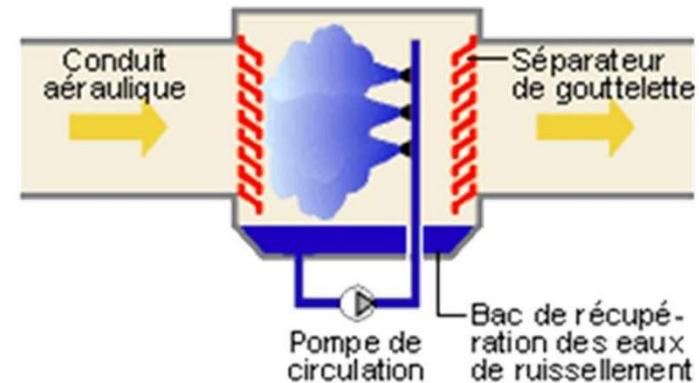
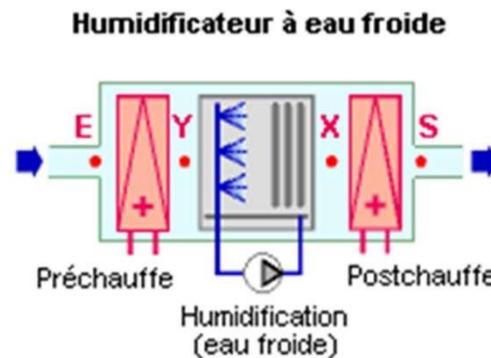
## Traitement d'air : l'air humide



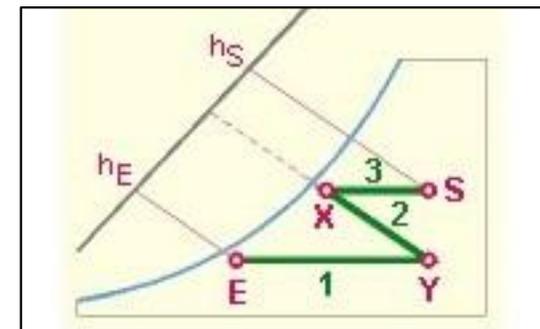
**Les humidificateurs** : augmentent la masse d'humidité de l'air traité. Cela s'avère nécessaire en hiver, période où l'humidité spécifique de l'air est faible.

- Humidificateur par pulvérisation d'eau ou adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur)

La chaleur sensible qu'il perd en se refroidissant est compensée par la chaleur latente qu'il gagne en s'humidifiant, si bien que la quantité totale de chaleur contenue dans l'air ne varie pas (pas de variation d'enthalpie),



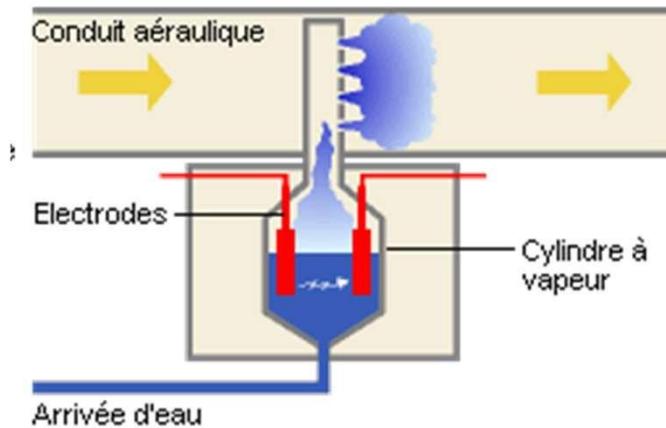
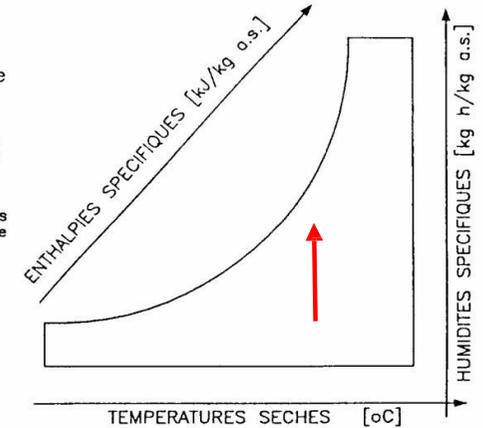
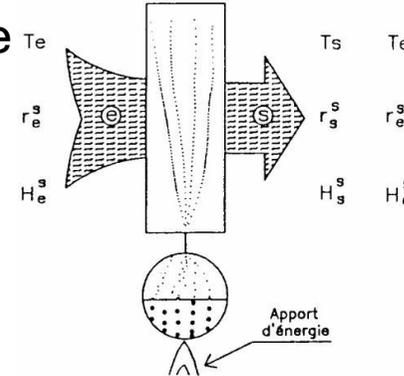
L'air est chauffé (batterie de préchauffe) puis humidifié en augmentant la quantité de vapeur d'eau qu'il contient (humificateur eau froide) puis de nouveau chauffé (batterie de postchauffe).



# 3-1. Les systèmes caractéristiques

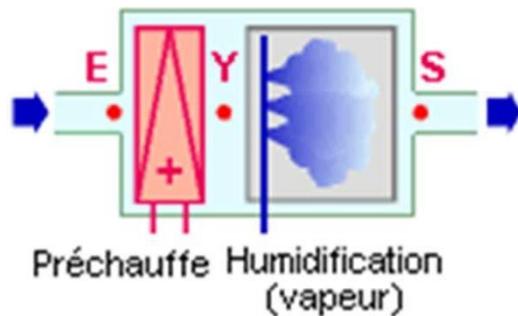
## Traitement d'air : l'air humide

**Humidificateur par injection de vapeur** : avec ce type d'humidificateur, on injecte directement la quantité de vapeur d'eau nécessaire à l'air

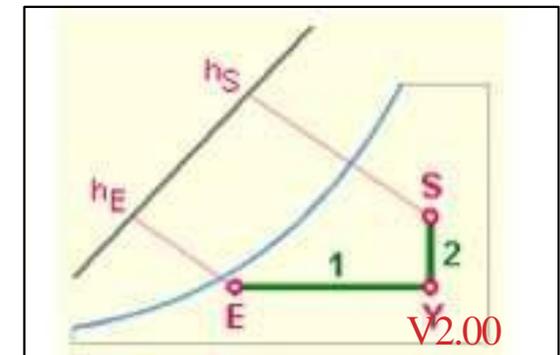


(L'évolution ci-contre est théorique, en réalité l'injection de vapeur provoque également une augmentation de température de l'ordre de 1 à 2°C)

**Humidificateur à vapeur**



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



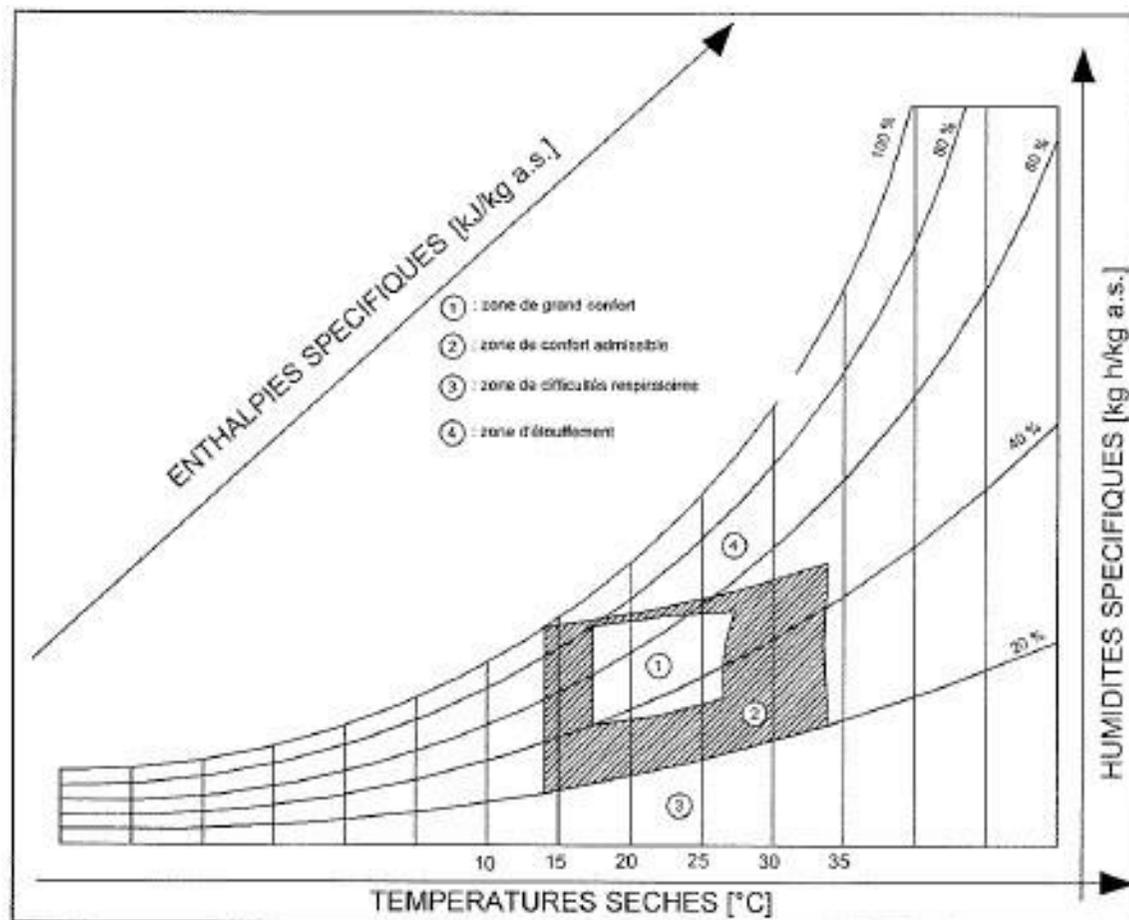
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : les points sensibles

Une installation de traitement d'air doit à tout moment garantir des conditions ambiantes agréables et simultanément présenter un coût d'exploitation faible.

De nombreux facteurs doivent être pris en compte :

- Charges internes (l'éclairage contribue dans une mesure importante aux charges thermiques internes)
- Durées d'exploitation importantes
- Récupération de chaleur efficace
- Insonorisation
- Production de froid (l'air extérieur peut être utilisé pour fonctionner en « free cooling » la nuit ou en intersaison.



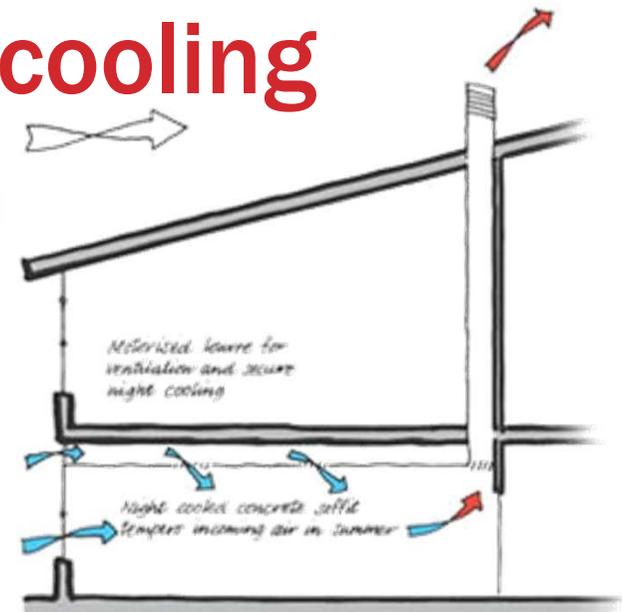
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Traitement d'air : le free cooling

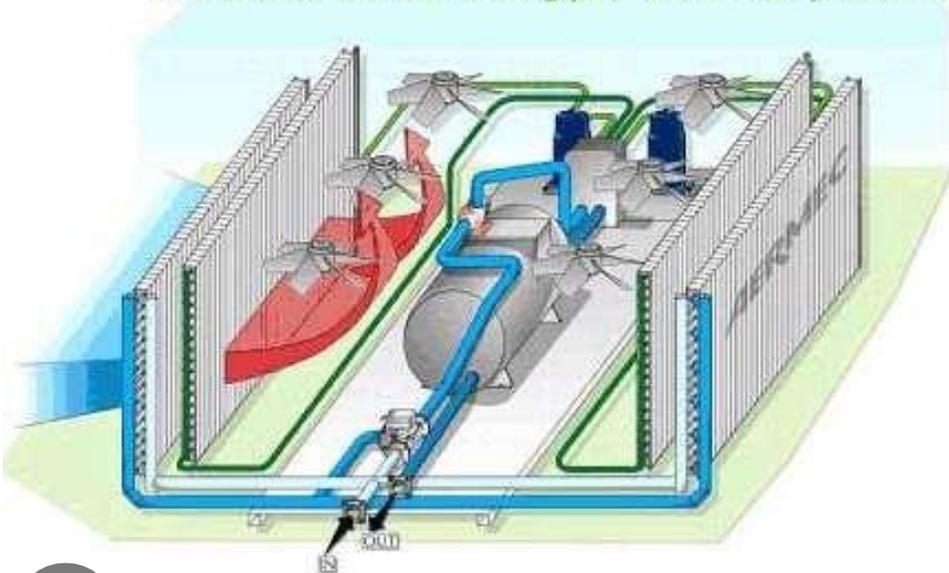
ou « froid gratuit » en français relève du principe de la surventilation nocturne

Il peut être naturel (ouverture de fenêtres ou de volets et évacuation en cheminée)...

...ou mécanique : associé à un système de ventilation et/ou de traitement d'air.



Fonctionnement free-cooling puis ensuite compresseurs



Lorsque la température de l'air extérieur passe en dessous d'une température donnée, une vanne modulante dévie tout ou une partie de l'eau glacée qui ne passe alors plus dans le refroidisseur existant mais dans le système de free cooling . Celui-ci consomme moins d'énergie et utilise la basse température extérieure pour refroidir l'eau dans le système.

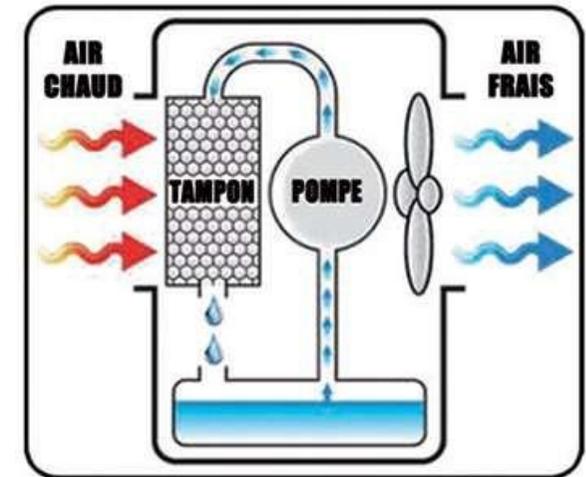
# 3-1. Les systèmes caractéristiques

## Le rafraîchissement adiabatique

ou refroidissement naturel par évaporation d'eau

Le refroidissement adiabatique est l'une des solutions les plus économiques pour refroidir l'air. Le principe est simple : l'air chaud passe à travers un échangeur humide. En s'évaporant, l'eau absorbe les calories présentes dans l'air, ce qui par conséquent le rafraîchit.

Principe de rafraîchissement d'air par évaporation



**Avantages** : la température de l'air ambiant peut être diminuée jusqu'à - 13 °C par rapport à la température extérieure ; absence de gaz réfrigérant ; consommation d'énergie limitée aux ventilateurs.

**Inconvénients** : pouvoir de rafraîchissement limité en région tropicale ou lorsque l'air est chargé en humidité ; ou lorsque les températures extérieures se rafraîchissent (mi-saison ou la nuit) ; consommation d'eau conséquente et devant présenter une très bonne qualité contre les problèmes potentiels d'entartrage.

# 3-2. Les systèmes caractéristiques

## Production d'ECS



### Le besoin en eau chaude sanitaire

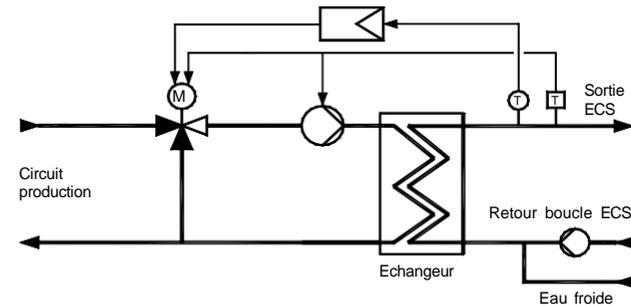
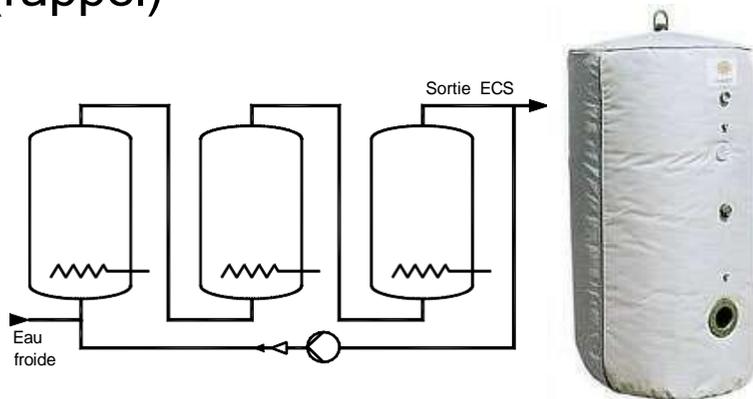
- **1<sup>er</sup> constat** : La consommation d'énergie liée à la production d'eau chaude sanitaire est directement impactée par 2 éléments :
  - La quantité d'eau chaude sanitaire nécessaire à l'activité desservie
  - Le rendement du système mis en œuvre y compris l'utilisation des énergies renouvelables et « gratuites »
- **2<sup>ème</sup> constat** : le seul élément sur lequel on peut intervenir est le second (on ne peut pas priver les utilisateurs d'eau chaude sanitaire, on ne peut que les inciter à optimiser leur consommation)

☐ La consommation d'énergie liée à la production d'eau chaude sanitaire est donc un véritable enjeu pour les constructions neuves ainsi que les réhabilitations lourdes

# 3-2. Les systèmes caractéristiques

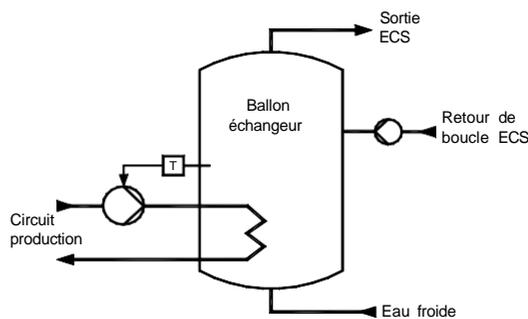
## Production d'ECS

Les modes de production d'ECS (rappel)

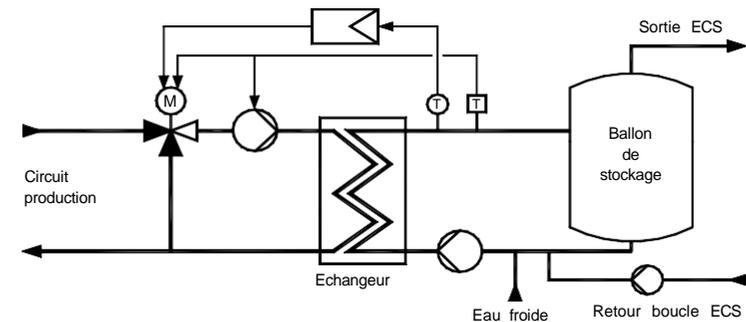


Production instantanée par échangeur à plaques ou électrique

Production à accumulation par des ballons électriques ou gaz



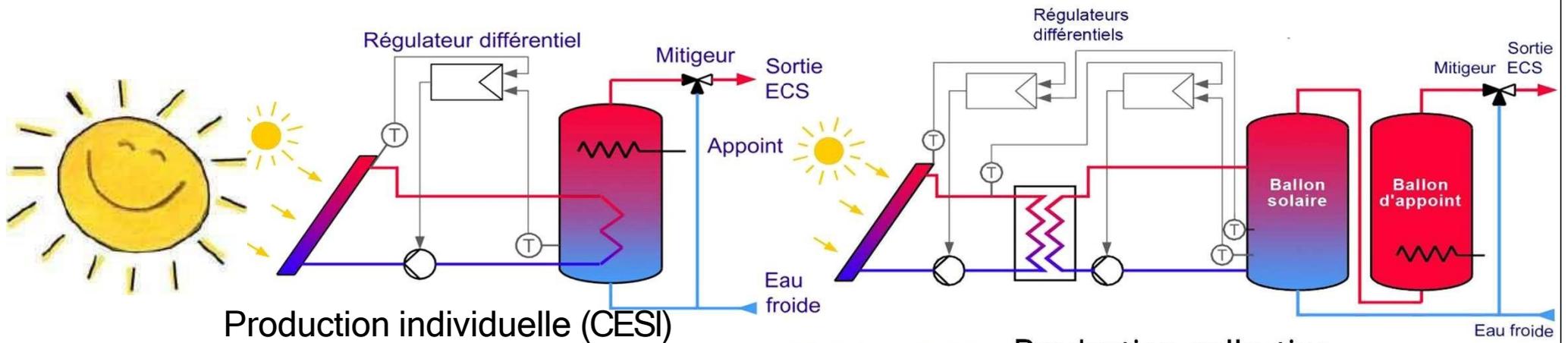
Production semi-accumulée par ballon échangeur



Production semi-instantanée par échangeur et ballon tampon

# 3-2. Les systèmes caractéristiques

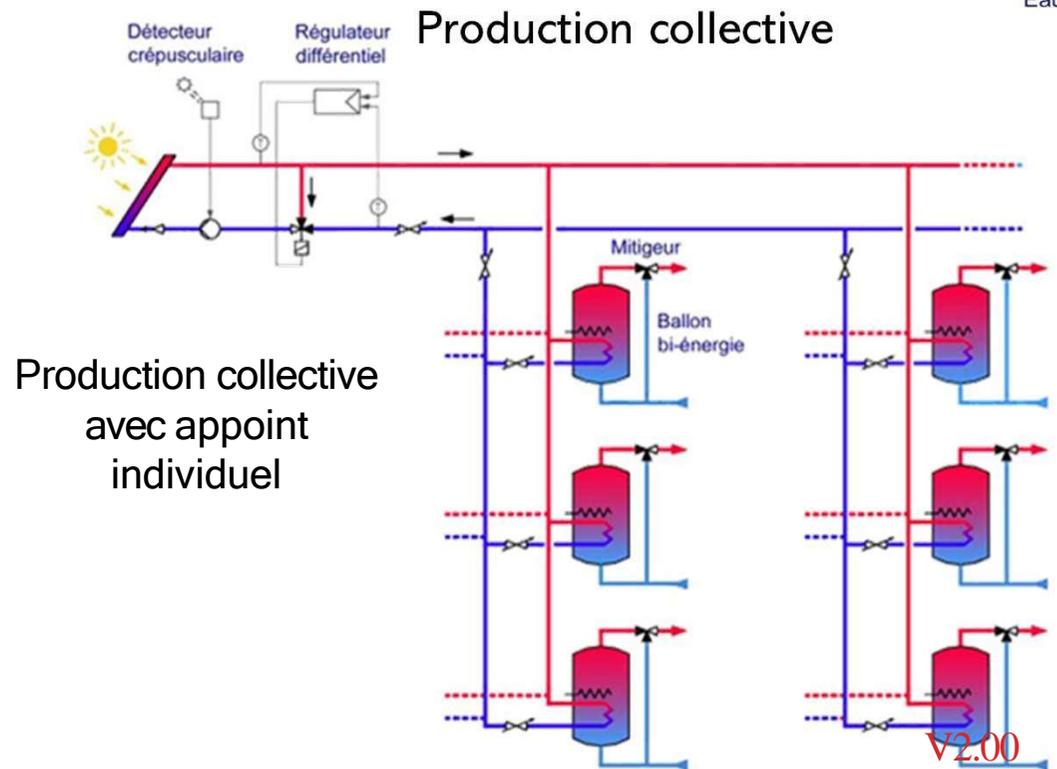
## Production d'ECS utilisant les EnR



### Le solaire

#### Recommandations :

Coût d'installation important, à ne préconiser que pour les **usages importants** d'ECS comme de résidentiel, l'hébergement, la restauration, les établissements de santé... et usages pendant la saison d'été (éviter les établissements scolaires!)



# 3-2. Les systèmes caractéristiques

## Production d'ECS utilisant les EnR

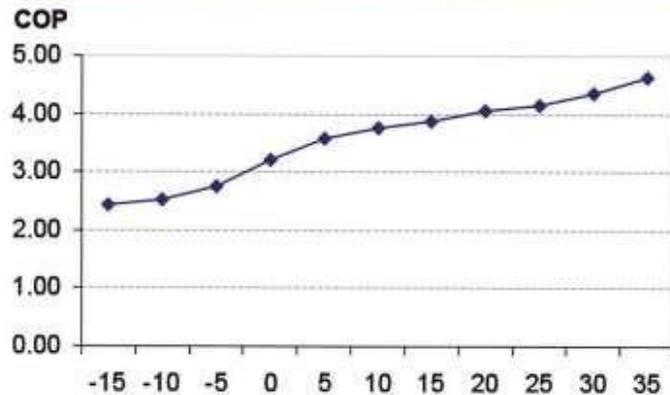


SÉRIE +ECO DYN

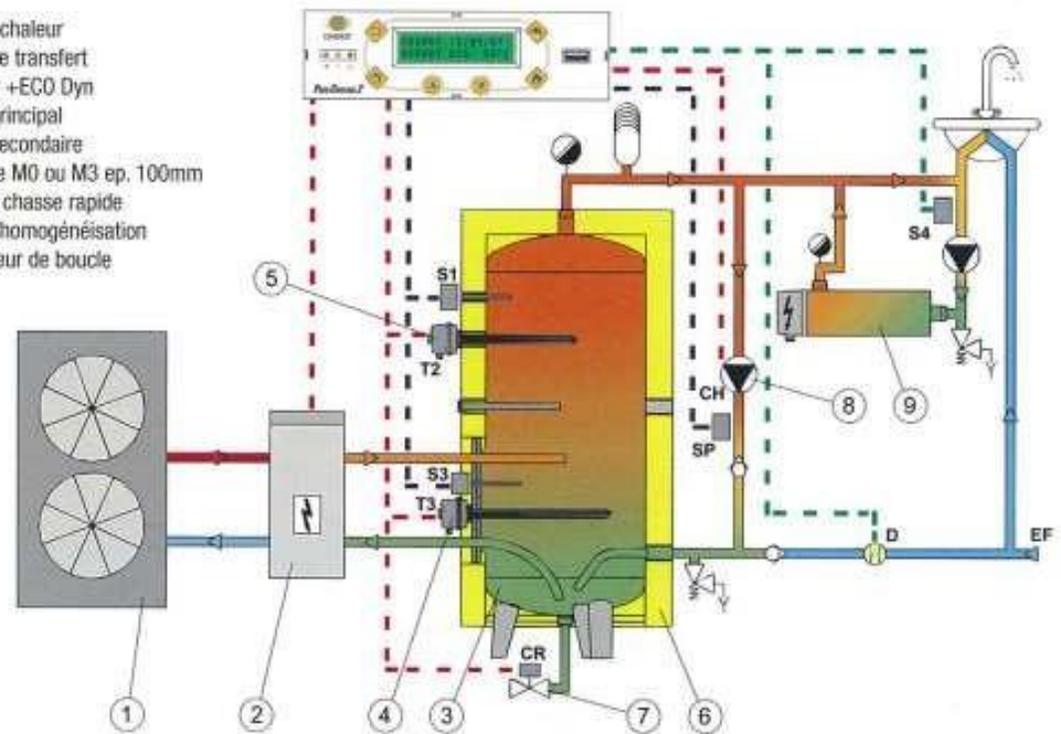


### Le thermodynamique

PERFORMANCES PAC POUR UNE TEMPÉRATURE DE DÉPART D'EAU À 40°C  
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE



- 1 - Pompe à chaleur
- 2 - Module de transfert
- 3 - Réservoir +ECO Dyn
- 4 - Appoint principal
- 5 - Appoint secondaire
- 6 - Calorifuge M0 ou M3 ep. 100mm
- 7 - Vanne de chasse rapide
- 8 - Pompe d'homogénéisation
- 9 - Réchauffeur de boucle



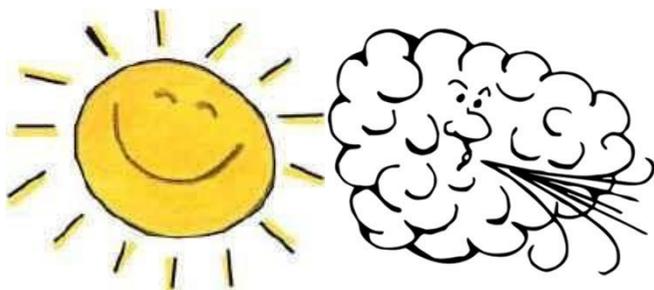
Les volumes des ballons :

750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 2 500 et 3 000 litres

Associés à des PAC de 13,7 et 19,4 kW de puissance nominale (Text 7°C / retour eau 55 °C)

# 3-2. Les systèmes caractéristiques

## Production d'ECS utilisant les EnR

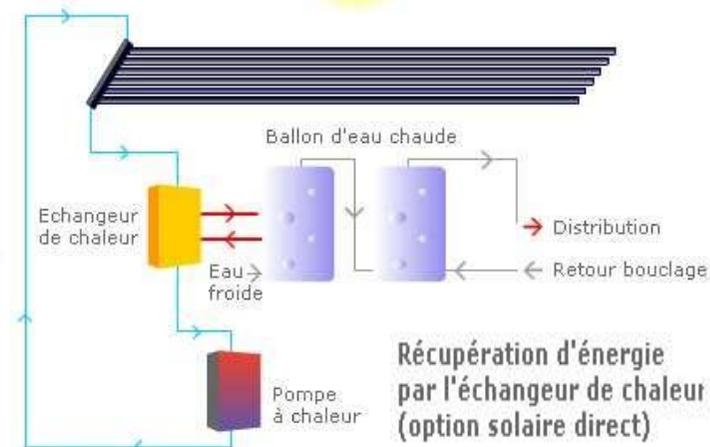
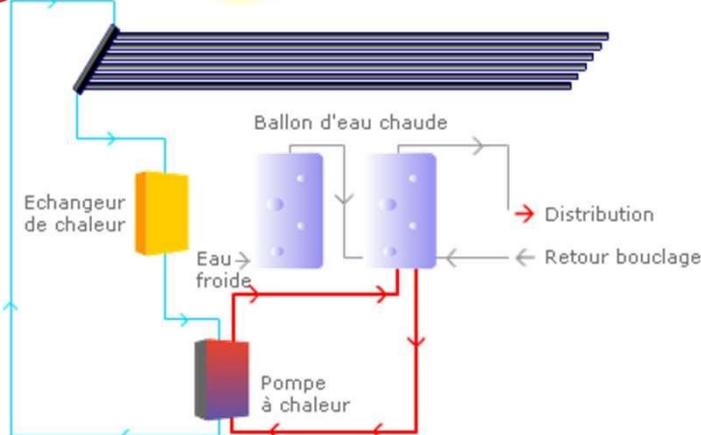


Le capteur solaire basse température est, en général, implanté sur la toiture du bâtiment. Il est constitué d'une ou de plusieurs nappes de tubes en EPDM (caoutchouc élastomère résistant aux UV et aux intempéries). Dans le capteur solaire circule de l'eau et un antigel (Mono Propylène Glycol) de qualité sanitaire. La liaison entre le capteur solaire et le local technique est réalisée par une tuyauterie aller/retour.

### Le solaire thermodynamique

#### Le système Heliopac®

Récupération d'énergie par la pompe à chaleur sur la zone de distribution



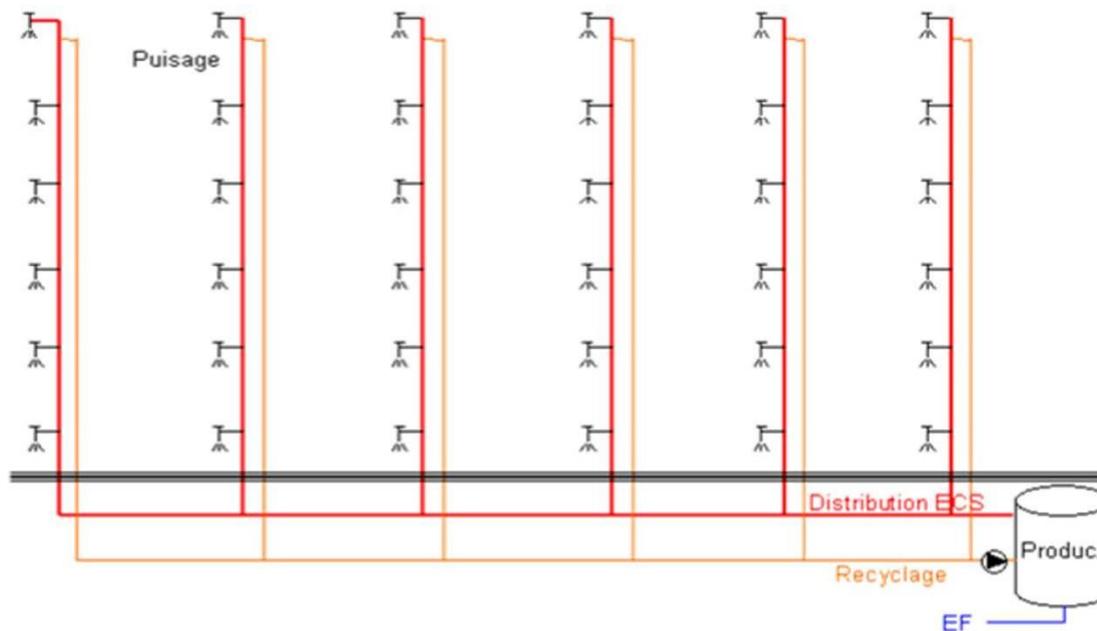
Dans le local technique, une pompe à chaleur **Solerpac®** puise des calories dans le fluide du circuit solaire pour les transférer vers l'eau chaude sanitaire à un niveau de température plus élevé. En puisant cette énergie calorifique, la pompe à chaleur refroidit le circuit solaire. Quand celui-ci devient plus froid que la température extérieure, le capteur solaire est en mesure de récupérer non seulement de l'énergie solaire mais également de l'énergie prise à l'atmosphère par échange convectif.

## 3-2. Les systèmes caractéristiques

# Production d'ECS - Bouclage

### Maintien en température des réseaux de distribution d'ECS

Définition : Retour d'eau chaude sanitaire vers le préparateur d'ECS à l'aide d'une pompe de recyclage. Ce dispositif évite d'attendre un temps plus ou moins long avant l'arrivée de l'eau chaude au point de puisage ouvert. Ce système est confortable car il économise l'eau mais reste consommateur en énergie malgré son calorifugeage. Peu être installé dans l'individuel, il est réservé aux installations de taille suffisante.



# 3-2. Les systèmes caractéristiques

## Production d'ECS – Traçage

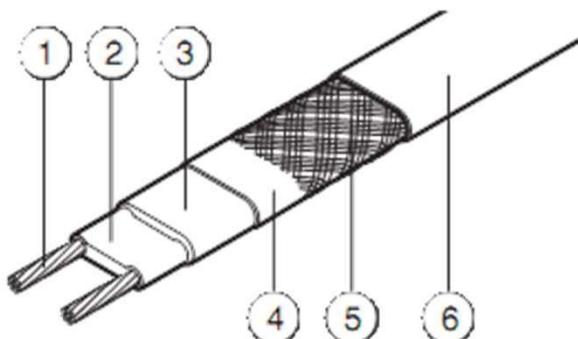
### Maintien en température des réseaux de distribution d'ECS

Définition : Le traçage électrique, qui permet de faire l'économie du collecteur retour et de ne maintenir en température qu'une seule longueur, nécessite la pose d'un traceur en continu, solidaire avec

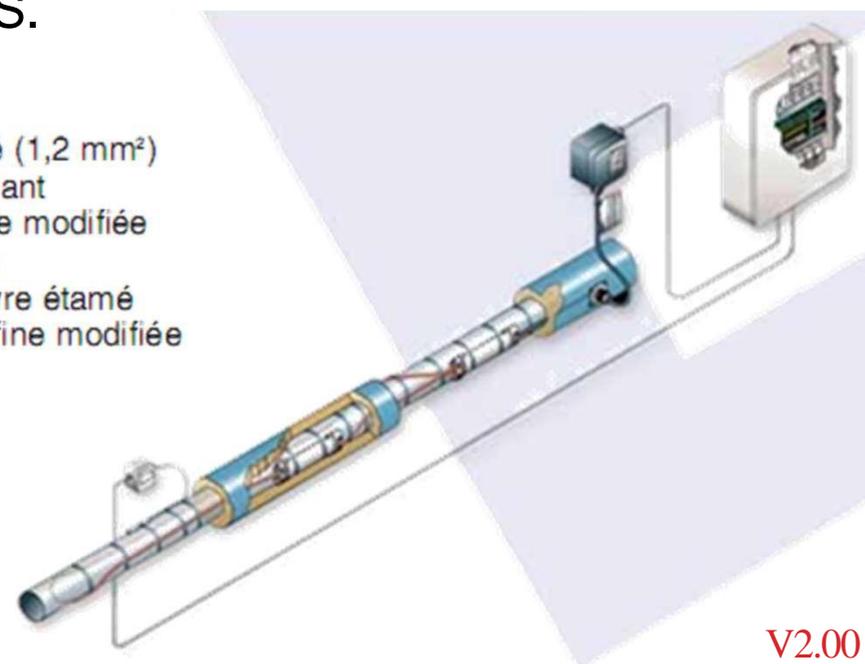
le tuyau, protégé par l'isolant, avec une alimentation asservie à la température. L'intérêt du traçage dépend pour beaucoup de la nature de l'énergie employée pour la préparation de l'ECS.



#### Ruban autorégulant



1. Conducteur en cuivre étamé (1,2 mm<sup>2</sup>)
2. Élément chauffant autorégulant
3. Gaine isolante en polyoléfine modifiée
4. Feuille d'aluminium laminée
5. Tresse de protection en cuivre étamé
6. Gaine extérieure en polyoléfine modifiée



## 3-2. Les systèmes caractéristiques Production d'ECS – Calorigugeage

Les tuyauteries situées dans les locaux non chauffés doivent être calorifugées afin d'éviter des pertes de chaleur importantes.



Diamètre	Pas d'isolant	Caoutchouc cellulaire 13 mm	Coquille laine minérale 30 mm
15/21	39,1	9,6	7,1
20/27	47,1	11,3	7,9
26/34	57,5	13,3	8,8
33/42	70,4	15,8	10,4

Pertes de chaleur des tuyauteries en W/m (Eau à 60 °C - Ambiance à 10 °C)

Les réglementations thermiques définissent des classes d'isolation (de 1 à 6) qui correspondent au **coefficient de pertes** des réseaux de distribution UI exprimé en [W/m.K]

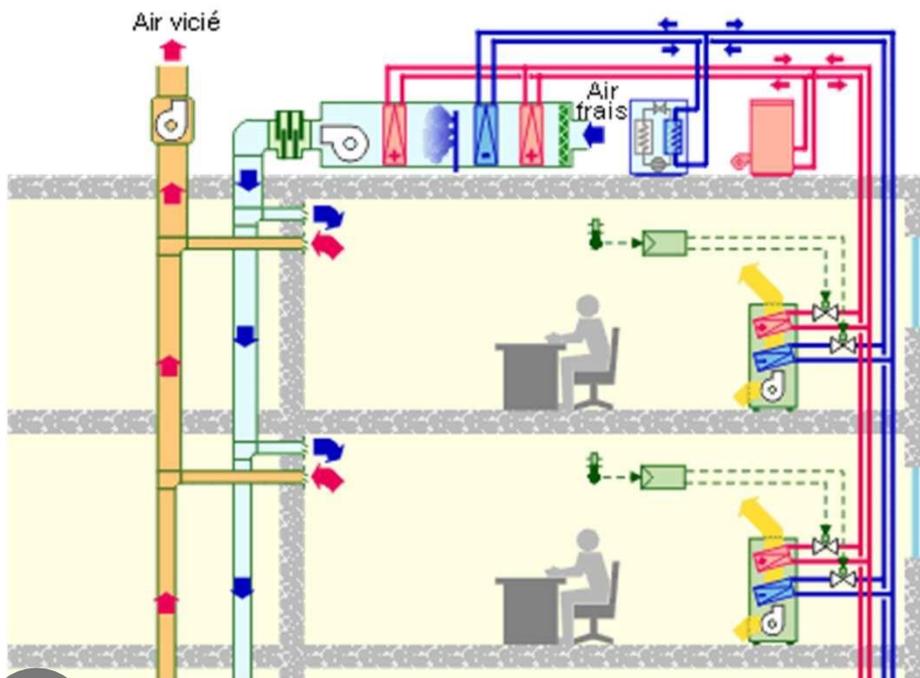
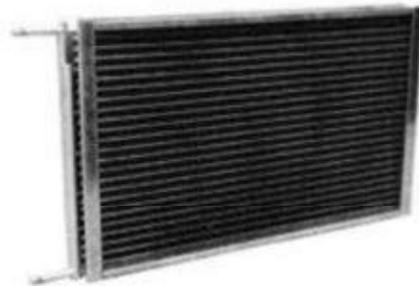
f ext du conduit (sans isolant mm)	Classe 1 pour l'eau chaude sanitaire				
	UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ de l'isolant (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11
20	0,29	5	7	11	16
30	0,32	8	12	17	23
40	0,35	10	14	20	28
60	0,42	12	18	26	37
80	0,48	14	22	31	41
100	0,55	15	23	32	44
200	0,88	19	26	35	56
300	1,21	21	29	39	50
plan	-1,17	22	30	37	45

# 3-3. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage/Refroidissement

### A circulation d'eau

Systeme distinct  
de la ventilation



- Les ventilo-convecteurs

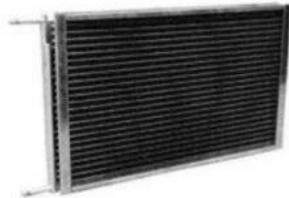
Les ventilo-convecteurs sont des systèmes localisés qui font circuler l'air des pièces qu'ils chauffent (ou rafraichissent) à l'aide d'un ventilateur, réduisant ainsi l'effet de stratification de l'air chaud et de l'air froid. En contre partie, le ventilateur émet souvent du bruit, sauf pour certains modèles plus couteux et mieux conçus.



V2.00

# 3-3. Les systèmes caractéristiques Chauffage/Refroidissement

## A circulation d'eau



Une poutre froide peut être  
PASSIVE ou ACTIVE

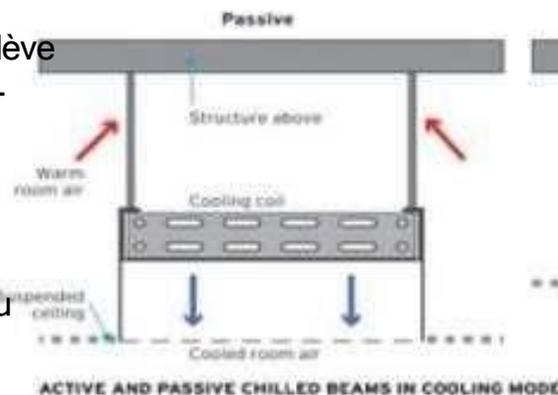


- Les poutres froides

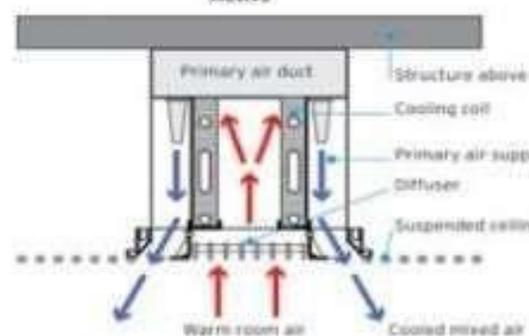
Une poutre froide est un système d'air conditionné qui utilise l'effet thermique convectif et deux systèmes de fluide caloporteur pour fournir le chauffage et le refroidissement souhaité dans une pièce.

### PASSIVE :

- 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 glacée
- L'air refroidi redescend au travers de la poutre en son milieu



### Active



### ACTIVE :

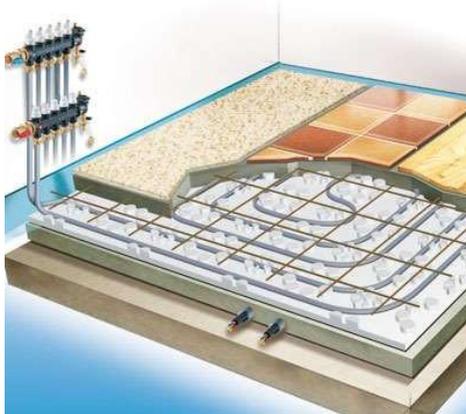
- L'air frais est délivré à travers des embouts situés à l'intérieur de la poutre
- L'air chaud de la pièce s'élève à travers le milieu de la poutre
- L'air chaud en contact avec le serpentin d'eau glacée se refroidit
- L'air ainsi refroidi se mélange avec l'air frais avant d'être diffusé

# 3-3. Les systèmes caractéristiques Chauffage/Refroidissement

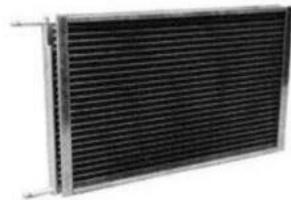
## A circulation d'eau

- Les planchers et plafonds

Il existe différents types aussi bien de planchers que de plafonds réversibles qui utilisent l'effet thermique rayonnant et un circuit d'eau pour obtenir la température requise dans une pièce



Traditionnel dalle à plots



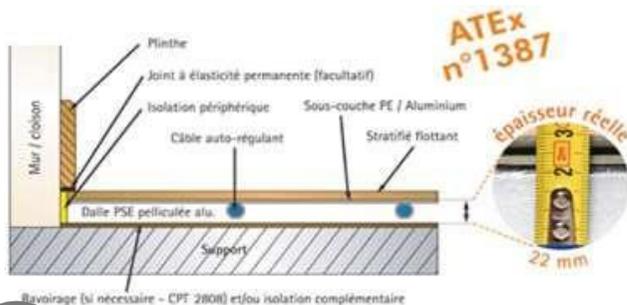
Fixation par clips chape fluide



En faux plafond modulaire



Sous plaque de plâtre ou de gypse



Chape sèche



Panneaux rayonnants de plafond

V2.00

# 3-3. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage/Refroidissement

**A détente directe**

**Systeme distinct  
de la ventilation**



Pour les identifier :  
Les liaisons pré-  
chargées

- **Les climatiseurs réversibles**

Le split système sert de climatiseur individuel mais également de chauffage. Le split fonctionne en pompe à chaleur air/air et produit de l'air chaud dans la pièce.

Les précautions techniques demeurent dans le juste dimensionnement du split-system et dans son installation rigoureuse et soignée.



# 3-3. Les systèmes caractéristiques Chauffage/Refroidissement

## A détente directe

Systeme distinct de la ventilation

VRV (Variable Réfrigérant Volume) = DRV (Débit Réfrigérant Variable) = VRF (Variable Réfrigérant Flow)

- Les systèmes VRV (2 tubes)

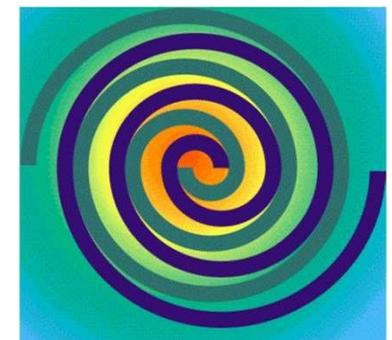
C'est un système à détente directe qui à partir d'une seule unité extérieure (groupe compresseur) alimente plusieurs unités intérieures. Le système VRV est basé sur la technologie Inverter ou Digital Scroll, ce qui permet à l'unité extérieure d'adapter le volume de réfrigérant donc sa puissance en fonction des besoins de climatisation.



2 tubes :  
chaud ou  
froid



Compresseur Scroll



Composé d'une spirale supérieure fixe et d'une seconde qui orbite autour de la première, mue par un moteur électrique.

V2.00

# 3-3. Les systèmes caractéristiques Chauffage/Refroidissement

## A détente directe

Systeme distinct de la ventilation

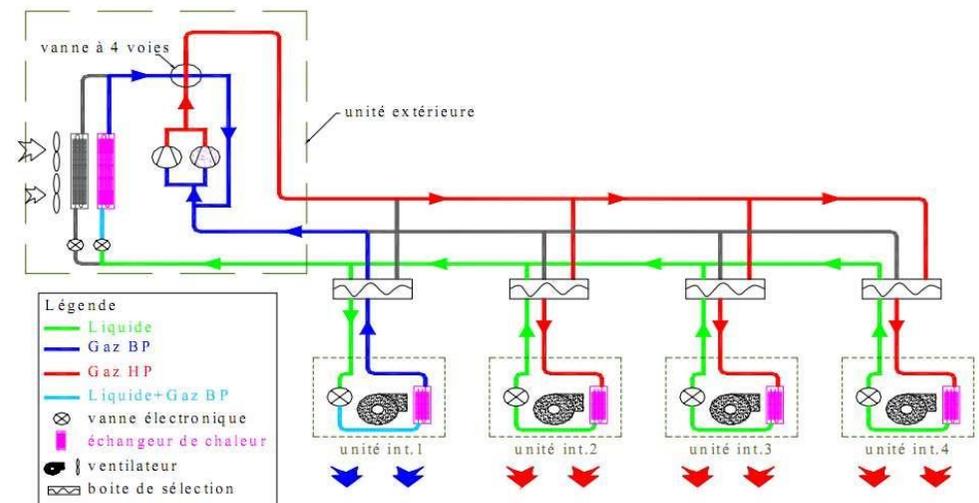
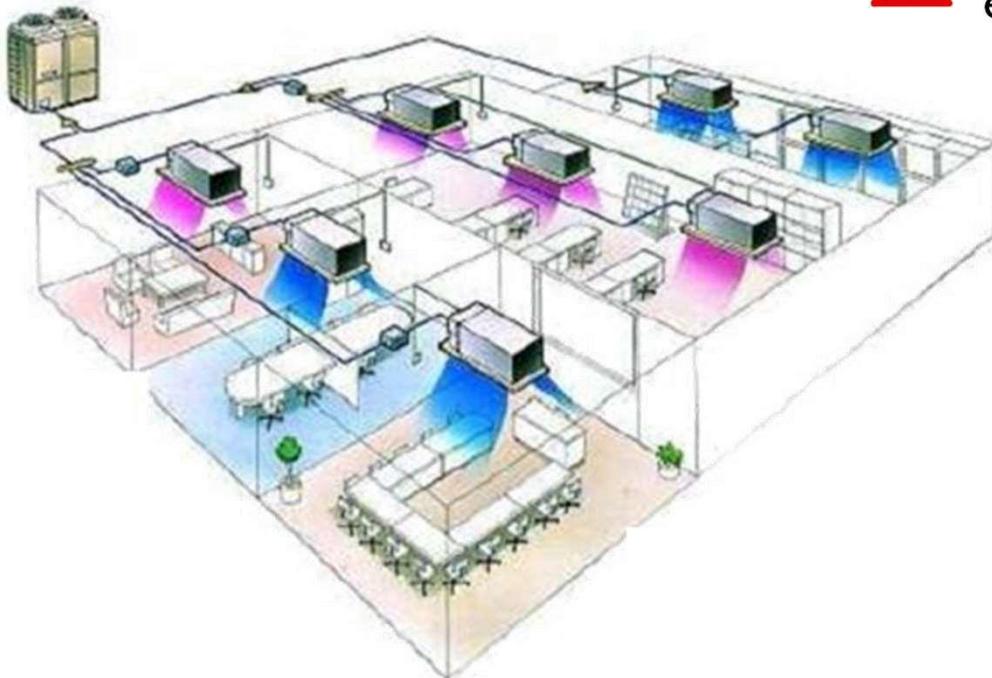
3 tubes = chaud et froid

- Les systèmes VRV (3 tubes - à récupération)

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.



Réglementairement une même pièce ne peut pas être à la fois chauffée et refroidie !

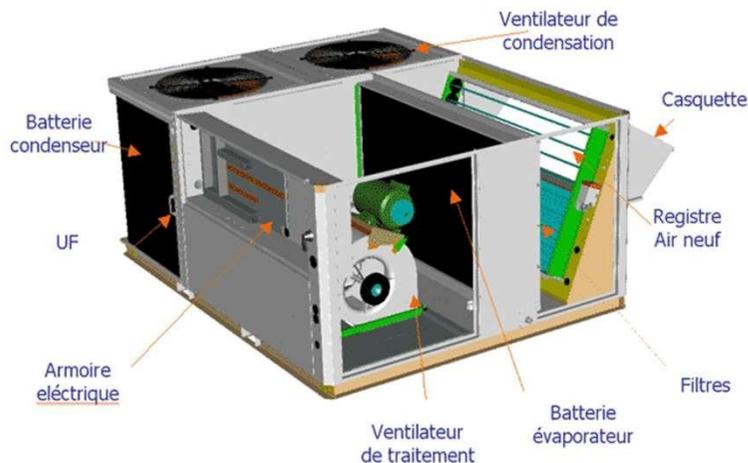


Système VRV 3 tubes : demande de froid > demande de chaud

# 3-3. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage/Refroidissement

### A distribution d'air



- **Les roof tops**

Unités de climatisation de toiture. Réversibles ou non, ils sont équipés soit d'un brûleur gaz soit d'une PAC Air/air (soit les 2).



- **Les générateurs d'air chaud**

Dès 1900 des installations de chauffages et sanitaires ont été réalisées et à partir de 1954 des générateurs d'air chaud et des brûleurs fioul ont vu le jour.

**Il existe des versions gainables ou directes dans le local**



V2.00

# 3-3. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage/Refroidissement

### A distribution d'air



Variantes : rideaux d'air « ambiants »  
pour les chambres froides

- **Les rideaux d'air chaud**

Système créant un flux laminaire d'air et formant ainsi une barrière entre deux pièces ou entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment.

Le rideau d'air doit être installé le plus près possible de l'aplomb de l'ouverture pour éviter les infiltrations d'air extérieur. Il doit couvrir toute la largeur de l'ouverture, de plus, il est important de respecter la hauteur de soufflage préconisée par le constructeur.

Différentes technologies :

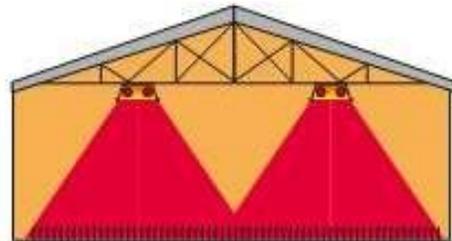
- Electriques à Effet Joule
- A circulation d'eau
- A détente directe

# 3-3. Les systèmes caractéristiques

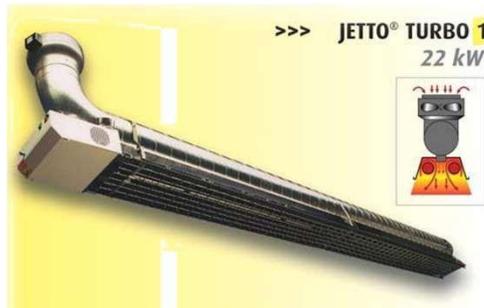
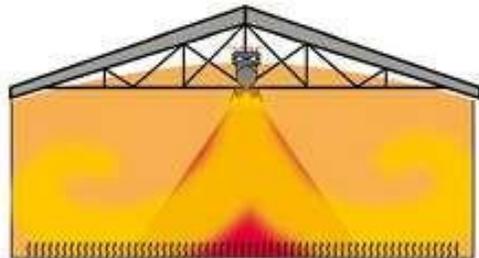
## Chauffage seul

- Les tubes radiants gaz

Les tubes radiants produisent un rayonnement sombre. Le rayonnement émis se propage dans l'air, sans le réchauffer. Au contact d'une masse (sol, machine...), le rayonnement se transforme en chaleur. Les masses ainsi réchauffées provoquent, dans un second temps une élévation de température de l'air ambiant.



Rayonnement



Rayonnement à convection forcée

- Les aérothermes

Il existe différents types d'aérothermes, il s'agit toujours d'un échangeur de chaleur muni d'un ventilateur qui souffle sur un serpentin chaud.



La chaleur provient d'un réseau d'eau chaude, d'un serpentin électrique, ou d'un brûleur gaz.

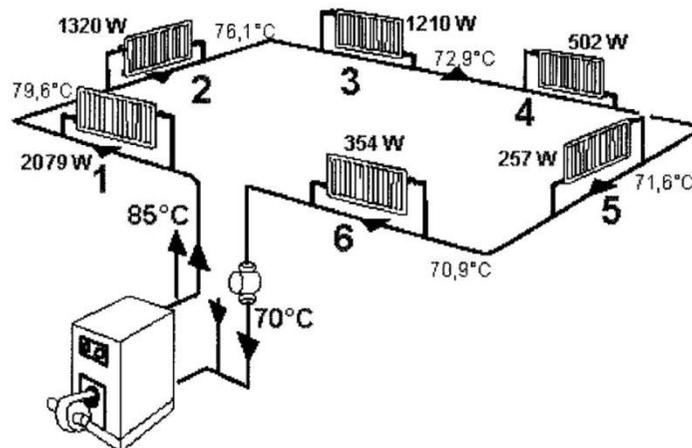
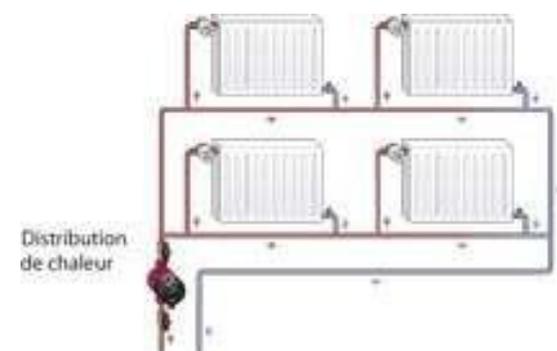


# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau

### ● Réseau monotube

- Une seule boucle de tuyaux parcourt le bâtiment.
- L'eau circule successivement dans tous les radiateurs et revient à la chaudière pour être réchauffée.
- 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.
- Il n'est pas possible d'installer d'appareils de régulation sur ces réseaux (thermostats).



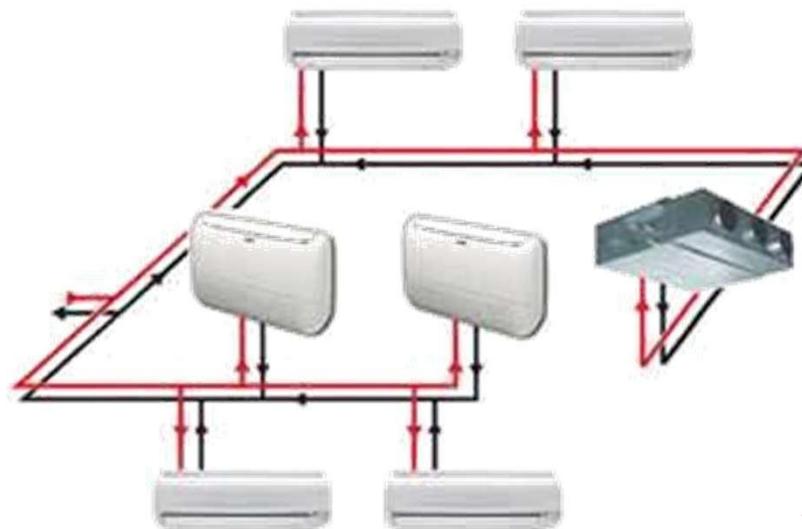
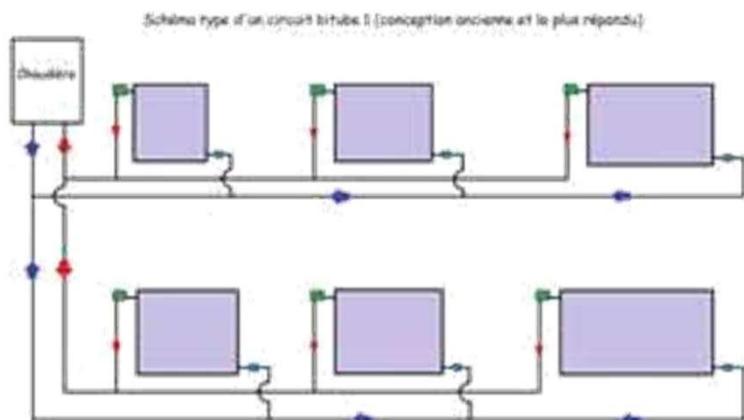
# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau

### ● Réseau bitube



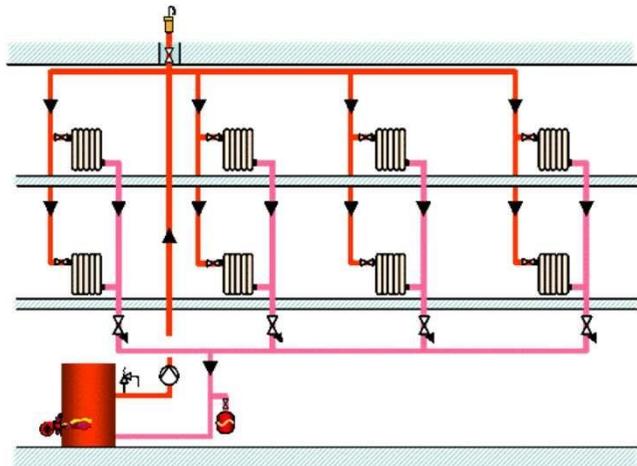
- C'est l'installation que l'on rencontre le plus fréquemment.
- Il est constitué de deux circuits de tuyauterie :
  - Le premier amène successivement l'eau chaude jusqu'aux radiateurs.
  - Le deuxième récupère l'eau tiède à la sortie de chaque radiateur et la renvoie vers la chaudière où elle est réchauffée avant de repartir dans le circuit.
- Ce type d'installation permet une meilleure régulation du système par la pose de thermostats d'ambiance ou de robinets thermostatiques.



# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau

- Réseau bitube

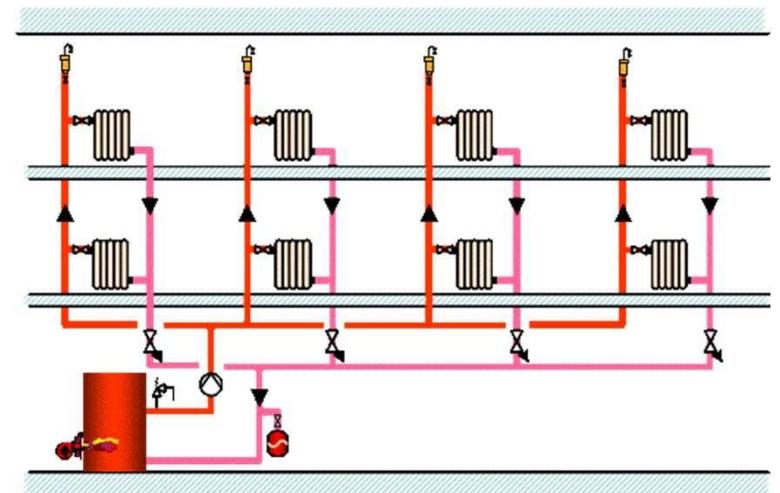


- Distribution de type parapluie :

- 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.

- Distribution de type chandelle :

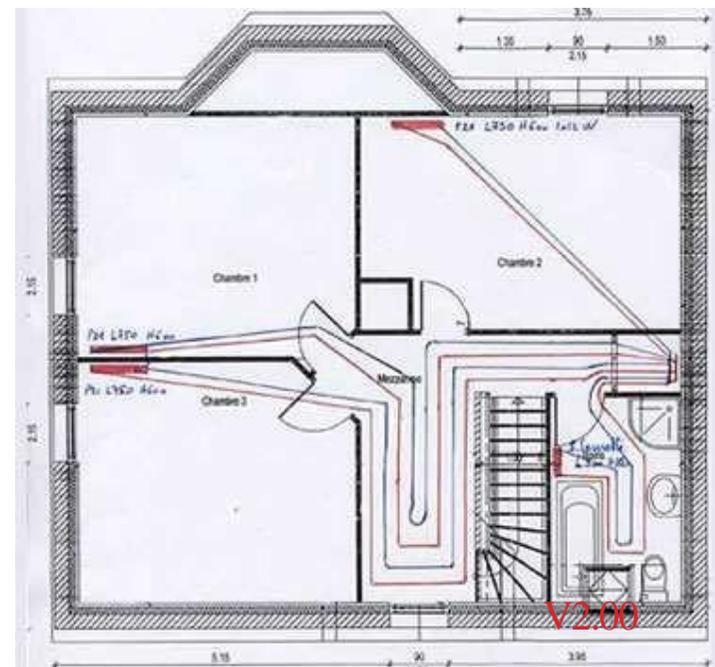
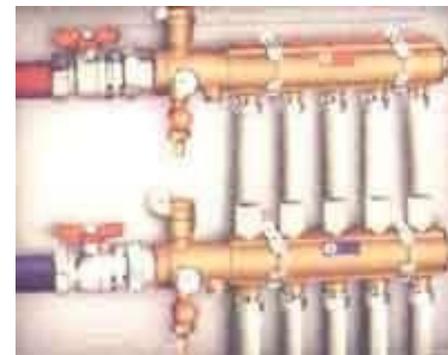
- L'eau chaude est véhiculée vers diverses **colonnes** d'alimentation de groupes d'émetteurs. Les différentes colonnes et les radiateurs doivent être soigneusement équilibrés.



# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau

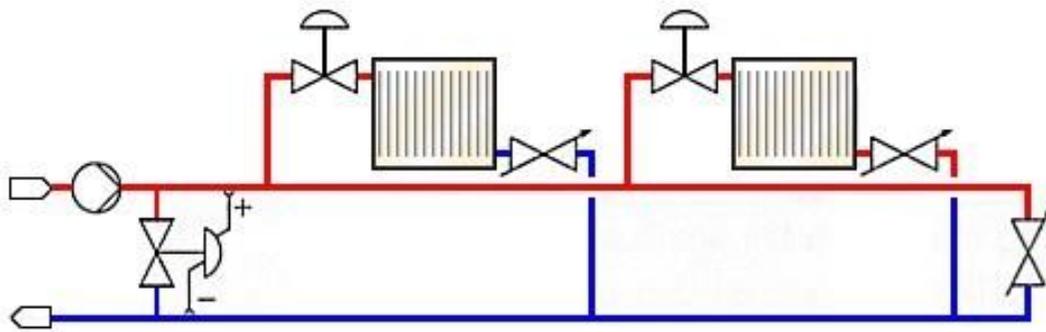
- **Réseau centralisé ou hydrocablé**
  - Chaque radiateur possède son propre réseau de distribution et de récupération, indépendamment des autres.
  - C'est un système relativement récent, rendu possible par de nouveaux matériaux tels que le PER (polyéthylène réticulé).
  - Moins onéreux et plus facile 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.



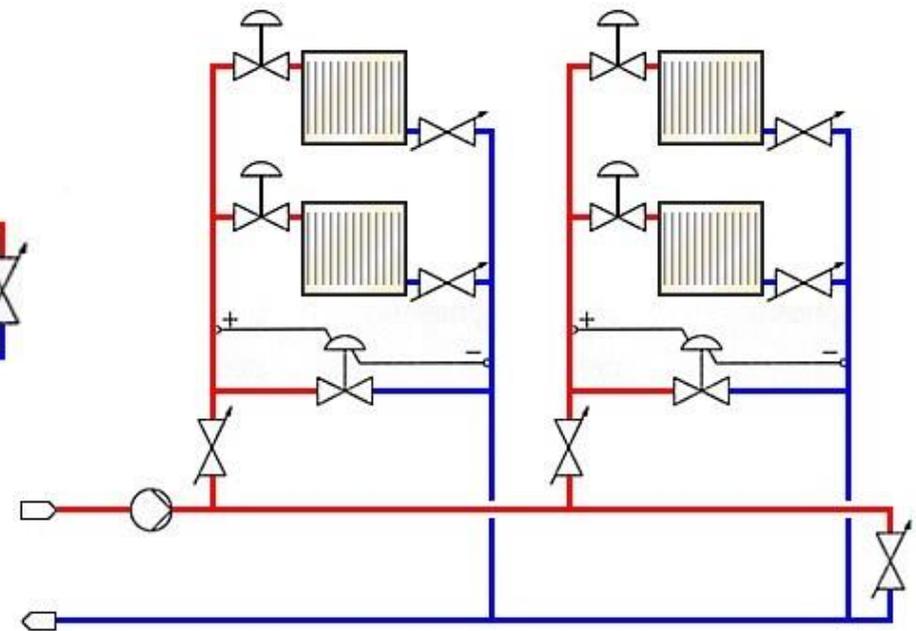
# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau – L'équilibrage

L'équilibrage en hydraulique consiste à répartir le plus judicieusement possible les pressions et les débits dans un réseau hydraulique.



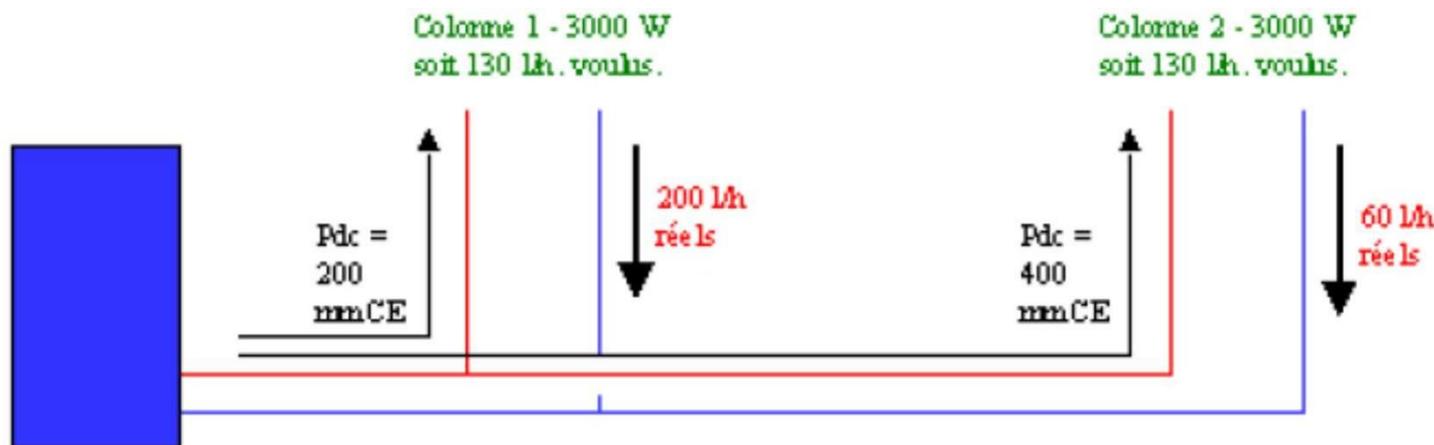
En dirigeant le juste débit d'eau de chauffe vers les corps de chauffe, quel que soit leur emplacement, cela permet d'homogénéiser le résultat du chauffage des locaux (la température ambiante de chacun) en limitant le coût énergétique global.



# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau – L'équilibrage

Pour comprendre l'influence et le rôle des robinets d'équilibrage, des régulateurs de débit et des régulateurs de pression différentielle et leur comportement hydraulique dans les circuits hydrauliques, prenons l'exemple suivant :



Rappel :

Puissance (kW) =

$1,16 \times Q_v(\text{m}^3/\text{h}) \times$

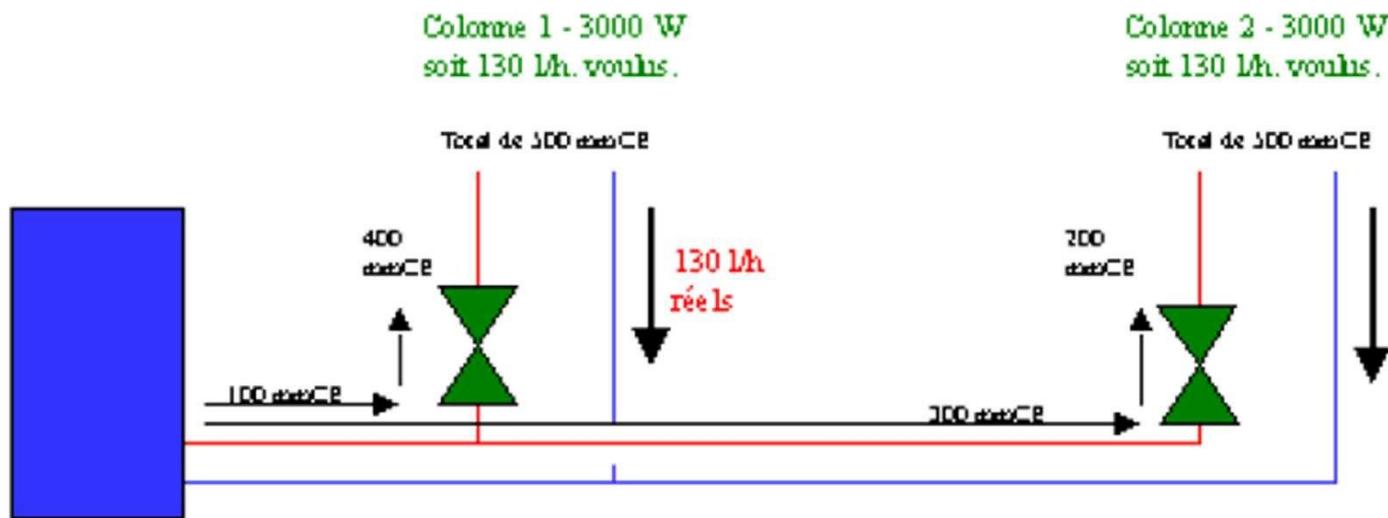
$\Delta T(^{\circ}\text{C})$

Même si les deux colonnes sont totalement identiques comme la seconde est plus éloignée elle possède plus de perte de charge que la première. La partie du débit va emprunter le chemin présentant le moins de résistance (perte de charge). La première colonne sera donc plus alimentée que la seconde. Les appartements de la colonne 1 seront trop chauds et ceux de la colonne 2 trop froids !

# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau – L'équilibrage

La mise en place de vannes de pied de colonne, permettra de répartir équitablement les débits dans les 2 colonnes. La vanne de la colonne 1 sera moins ouverte que celle de la seconde pour créer une PDC et équilibrer le réseau.



On pourra compléter l'équilibrage par l'intermédiaire de coudes de réglage au niveau des radiateurs et d'une vanne de tête derrière le circulateur. Cette dernière va garantir le débit voulu dans l'ensemble de l'installation et permettre aussi à l'occasion sa mesure.



V2.00

# 3-4. Les systèmes caractéristiques

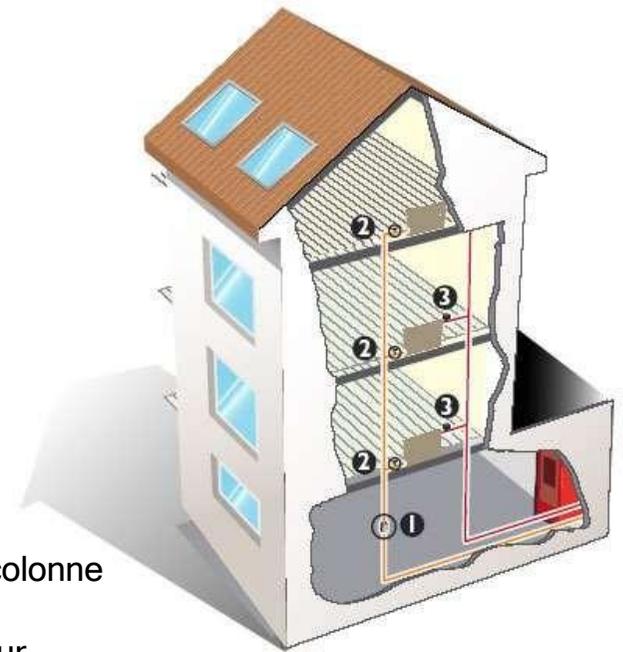
## La distribution d'eau – L'équilibrage

**Le déséquilibre hydraulique** provient le plus souvent :

- des **dépôts de tartre** et des **matières en suspension** (surtout oxydes de fer) qui encombrant petit à petit les canalisations et y modifient le débit d'eau chaude. C'est l'embouage ;
- de l'**absence d'organes d'équilibrage** dans l'installation ou de leur **mauvais réglage**.



- Vanne de pied de colonne
- Té de réglage
- Robinet de radiateur

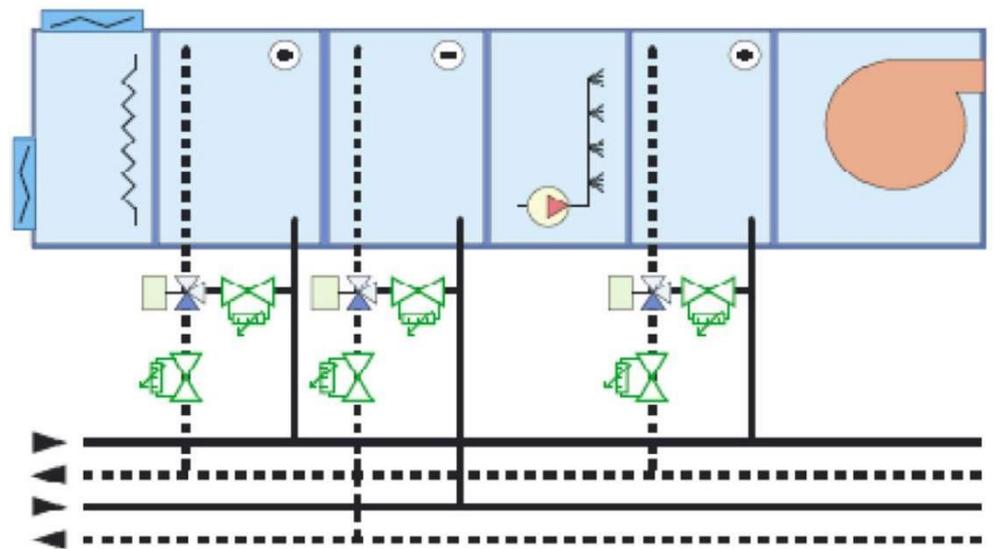
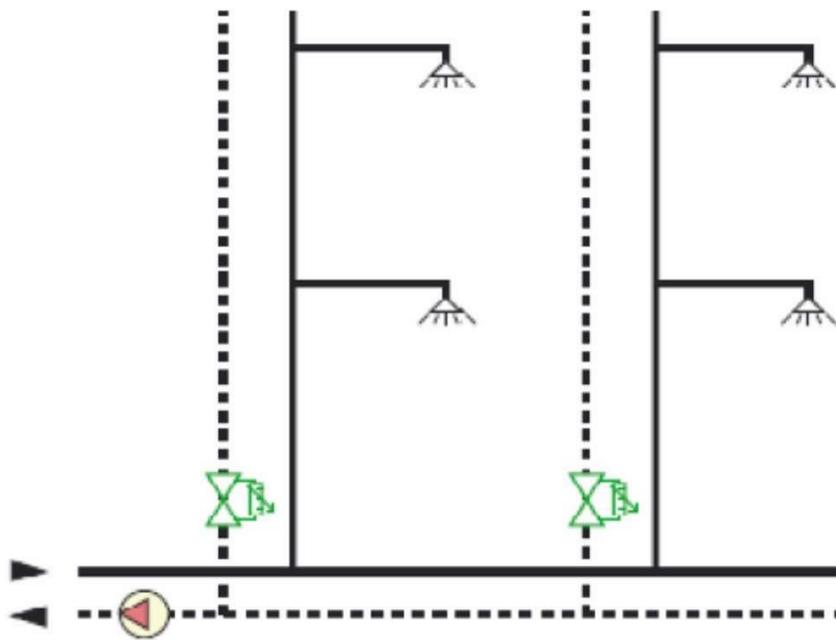


S'il est constaté, dans un immeuble, que le chauffage n'est pas réparti de façon homogène : c'est peut-être dû à un défaut d'équilibrage. Mais l'équilibrage d'une installation étant une opération complexe et les causes du déséquilibre étant multiples, il doit être préconiser de demander au gestionnaire de l'immeuble de faire faire, au préalable, une **étude spécifique de l'installation** pour déterminer les interventions nécessaires.

# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau – L'équilibrage

- A réaliser également sur le réseau de bouclage d'ECS
- A réaliser également sur les réseaux d'alimentation des CTA



Comme pour le chauffage les robinets d'équilibrage sont nécessaires pour garantir le débit nécessaire à chaque colonne du réseau de bouclage ECS et à chaque batterie chaude et froide de la CTA.

La vanne d'équilibrage s'installe de préférence sur le retour.

# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau – Le désembouage

Le désembouage est une technique de nettoyage des installations de chauffage central qui utilisent l'eau comme fluide caloporteur.

Il 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.



Pots à boue ou désemboueur



### Pourquoi ?

Dans une installation de chauffage, l'oxygène qu'elle contient réagit avec les métaux et crée un processus chimique d'oxydo-réduction. Les produits de cette réaction sont des oxydes métalliques qui se retrouvent en suspension dans l'eau et ont tendance à se déposer dans certaines zones de l'installation. C'est lorsque ces oxydes métalliques se déposent et sédimentent que l'on peut parler d'un phénomène d'embouage qui rend alors nécessaire l'opération de désembouage.

# 3-4. Les systèmes caractéristiques

## La distribution d'eau - Calorifugeage

Les tuyauteries situées dans les locaux non chauffés doivent être calorifugées afin d'éviter des pertes de chaleur importantes.



La classe d'isolation minimum exigée par la réglementation est plus contraignante pour les tubes chauffage que pour l'eau chaude sanitaire

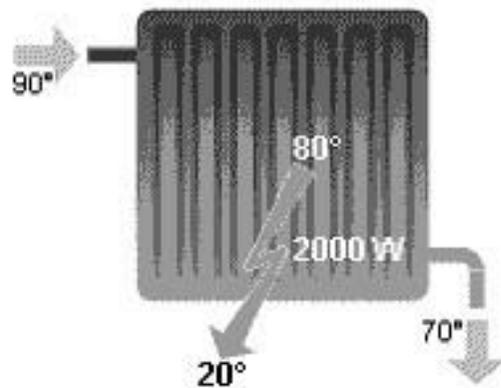
f ext du conduit (sans isolant mm)	Classe 2 pour le chauffage				
	UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ de l'isolant (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,23	2	5	8	14
20	0,25	7	12	19	27
30	0,28	11	17	25	36
40	0,3	14	21	30	42
60	0,36	17	26	37	50
80	0,41	20	29	41	54
100	0,46	22	32	43	57
200	0,72	27	37	49	62
300	0,98	28	39	51	64
Plan	-0,88	31	41	51	62

## 3-4. Les systèmes caractéristiques

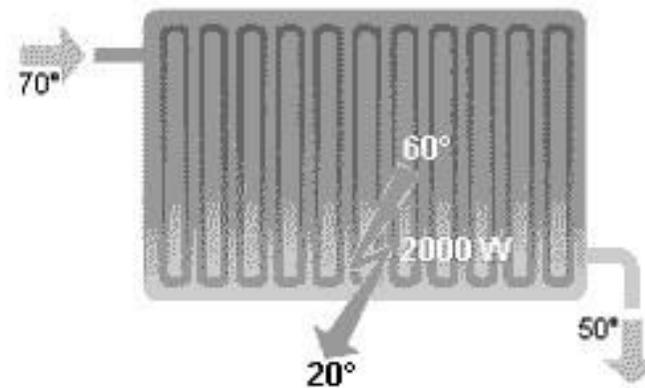
### La distribution d'eau – Les températures d'eau et le dimensionnement

Les équipements de chauffage sont généralement dimensionnés avec un régime de température ( $T_{\text{départ}}/T_{\text{retour}}$ ) et pour une température extérieure de référence ( $T_{\text{eb}}$ )

Si on choisit un radiateur de 2 000 W dimensionné avec un régime de température 70/50°C, cela signifie qu'il est alimenté avec de l'eau à 70 °C, qu'il cèdera une puissance de 2 000 W au local pour une température ambiante de 20 °C et ressortira à une température de 50 °C.



$$\text{Delta } T = 80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$$



$$\text{Delta } T = 60^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$$

Dans le cas N°2, la différence de température entre le local et la température moyenne du radiateur est plus faible, de 40°C au lieu de 60°C. Pour fournir la même puissance, la surface de chauffe du radiateur devra être plus importante.

# 3-5. Les systèmes caractéristiques

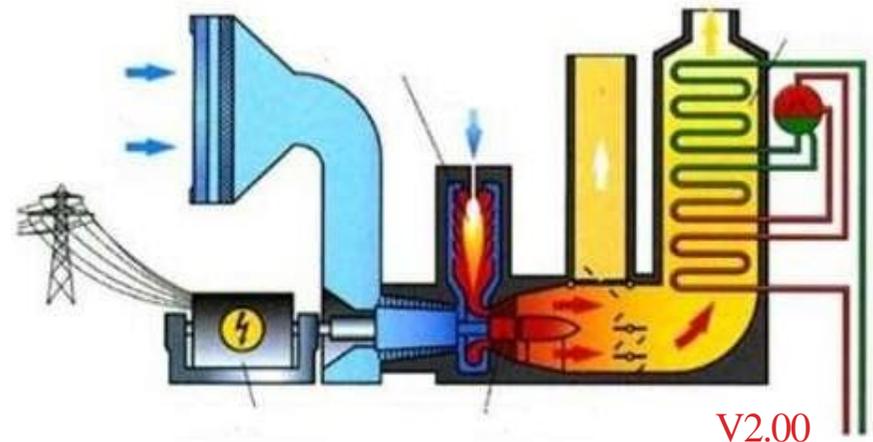
## La génération de chaleur - Cogénération

C'est un principe de production simultanée de deux énergies différentes dans le même processus.

Le cas le plus fréquent est la production d'électricité et de chaleur, la chaleur étant issue de la production électrique ou l'inverse. Ces systèmes sont à haut rendement (de 80 % à 90 % en général).



Centrale locale de cogénération de Masnedo (Danemark), produisant de l'électricité et de la chaleur pour un réseau local, à partir de paille



# 3-5. Les systèmes caractéristiques La génération de chaleur - Biomasse

Le « bois de feu » se présente sous quatre formes essentielles : les bûches, les granulés de bois ou pellets, les briques de bois reconstituées et les plaquettes forestières.



Equivalences simplifiées entre les combustibles

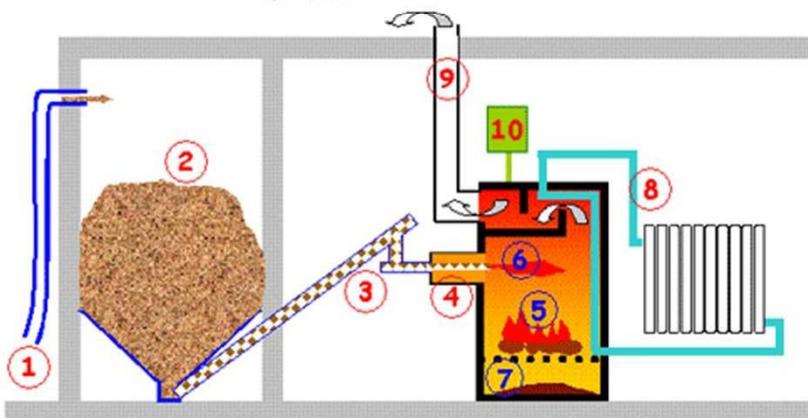
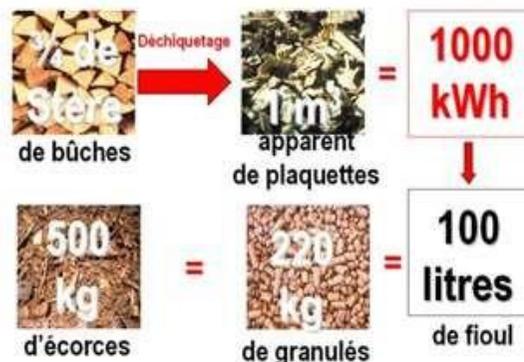


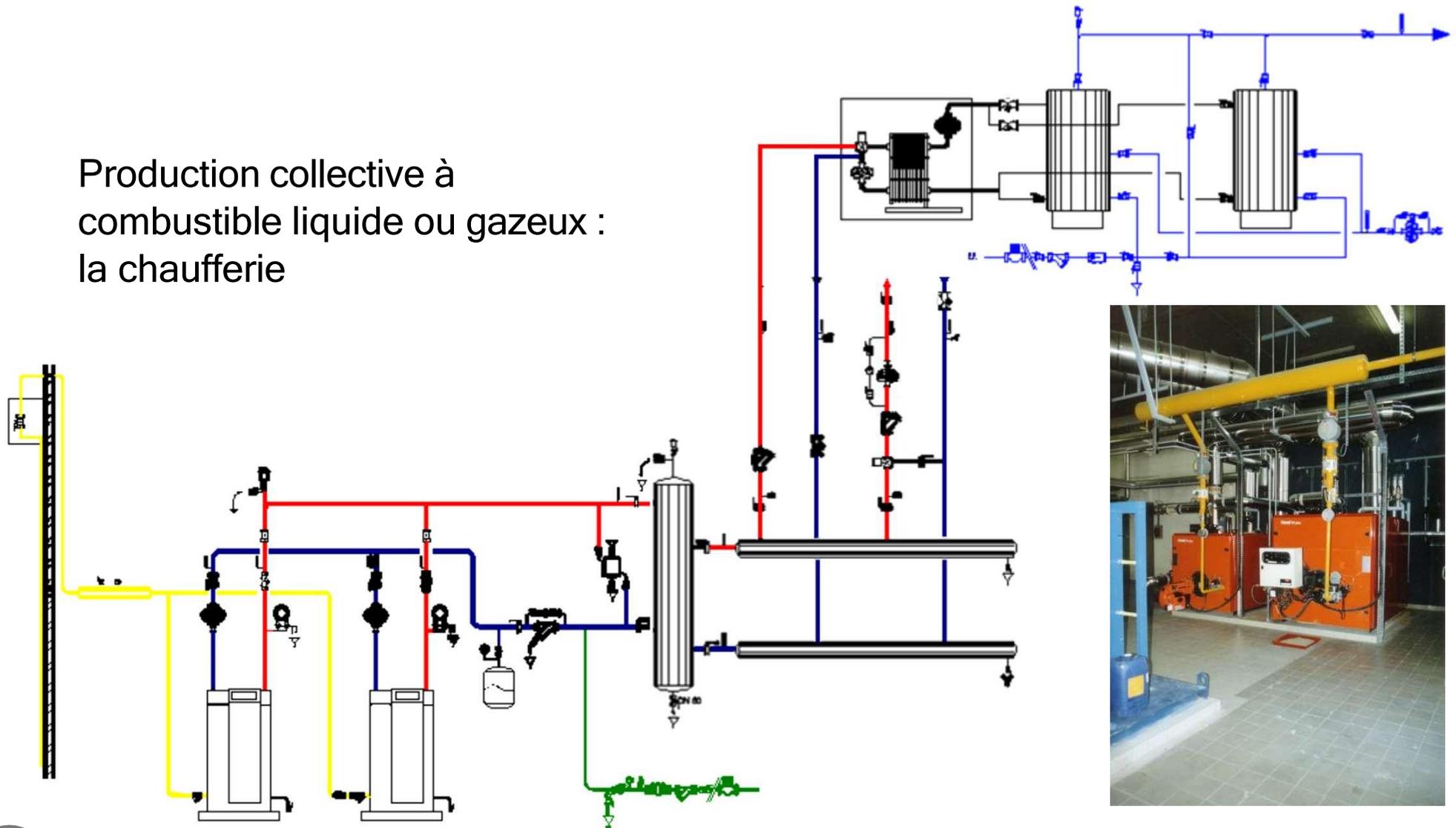
Schéma de principe d'une chaudière à granulés et à bûches

1. Raccord pour la livraison des granulés
2. Silo de stockage
3. Vis sans fin d'alimentation
4. Brûleur à granulés
5. Foyer bûches
6. Foyer granulés
7. Bac à cendres
8. Circuit eau chaude et chauffage central
9. Cheminée
10. Armoire de régulation

# 3-5. Les systèmes caractéristiques

## La génération de chaleur - informations

Production collective à combustible liquide ou gazeux : la chaufferie



# 3-5. Les systèmes caractéristiques

## La génération de chaleur - PAC



Source : CIAT

PAC Air / Eau



Source : CIAT

PAC Eau / Eau



Source : ATLANTIC

PAC Air / Air

**Les fluides frigorigènes les plus couramment utilisés pour les PAC sont :**

le R407C

le R410A

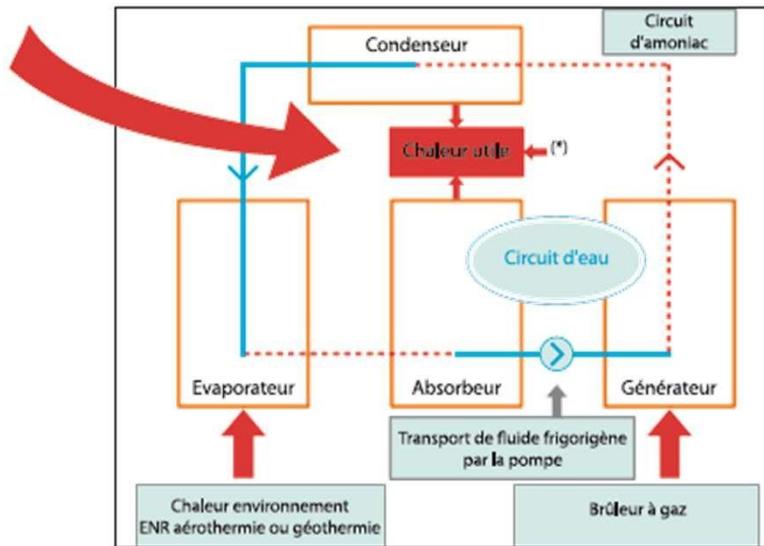
le R134a, pour chauffe-eau thermodynamique

Les plus anciennes fonctionnent encore avec des gaz qui sont maintenant **interdits** dans les nouveaux équipements, comme le **R22** qui ne sera plus commercialisé en Europe à partir de 2015. Ces fluides sont soumis à une récupération obligatoire du gaz dans une bouteille de transfert pour être traitée. Ces gaz sont nocifs pour la couche d'ozone.

Il existe également des PAC utilisant du CO<sub>2</sub> supercritique comme fluide frigorigène, commercialisées sous le nom générique **EcoCute**.

Encore peu diffusées en Europe, elles le sont de manière beaucoup plus large au Japon.

## 3-5. Les systèmes caractéristiques Les pompes à chaleur 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.



PAC gaz Eau/Eau

PAC gaz Air/Eau

**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.



# 3-6. Les systèmes caractéristiques

## La machine à absorption eau/bromure de lithium

Ce principe de réfrigération est connu depuis le XIX<sup>ème</sup> 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.



### Avantages :

- pas de fluide frigorigère 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)

Les puissances des machines à absorption vont maintenant de quelques kW (de 5 à 10) à plusieurs milliers.



# 3-6. Les systèmes caractéristiques La Production d'eau glacée



+



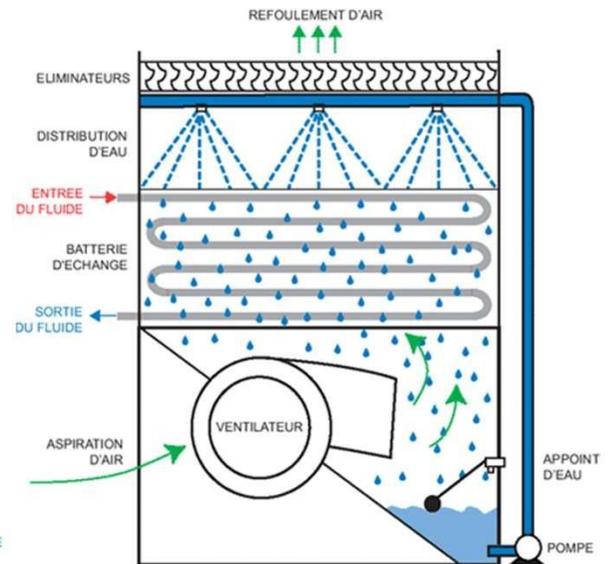
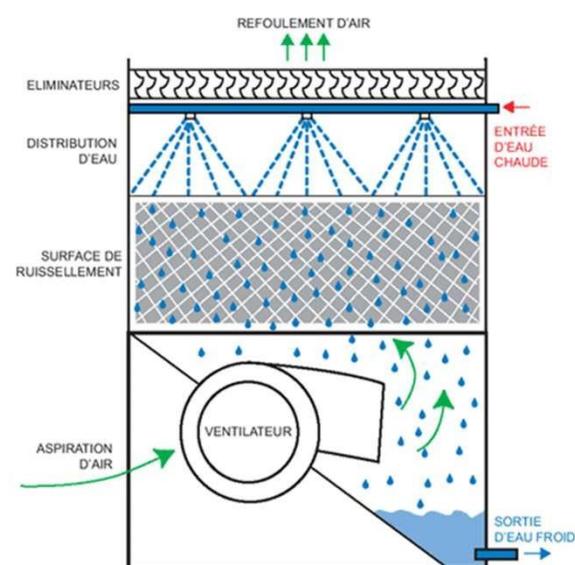
ou



Evacuation des calories vers une tour de refroidissement ou un aéro-réfrigérant



2 principes : tour ouverte ou tour fermée



## 3-6. Les systèmes caractéristiques

### 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.



⇐ Tour fermée

Tour ouverte ⇨



V2,00

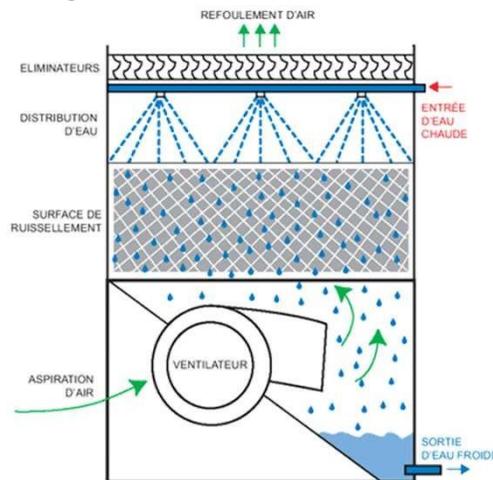
# 3-6. Les systèmes caractéristiques

## La tour de refroidissement

### Tour ouverte (n'est plus autorisée)

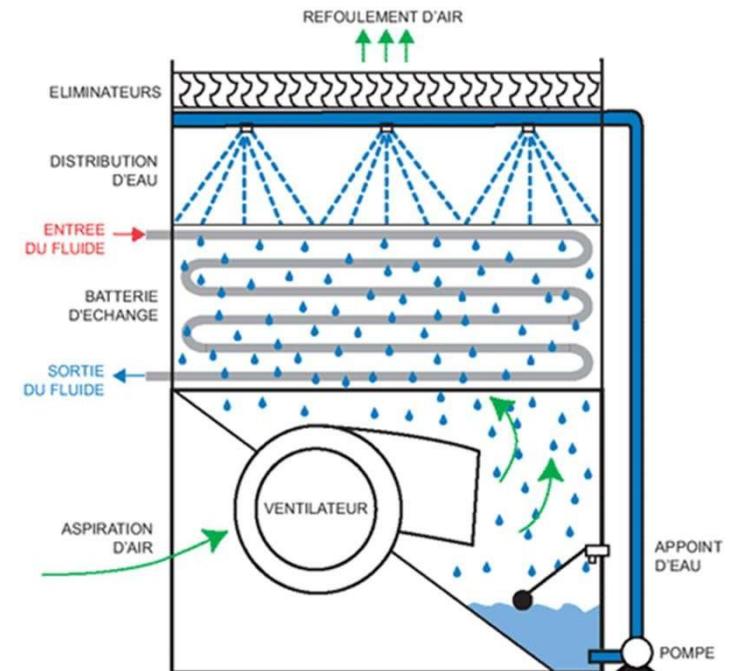
Dans une tour ouverte, l'eau à refroidir est amenée par une conduite à une certaine hauteur dans la tour. A partir de cette arrivée, l'eau tombe par gravitation au fond de la tour sous forme de gouttelettes.

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 ».



### Tour fermée

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

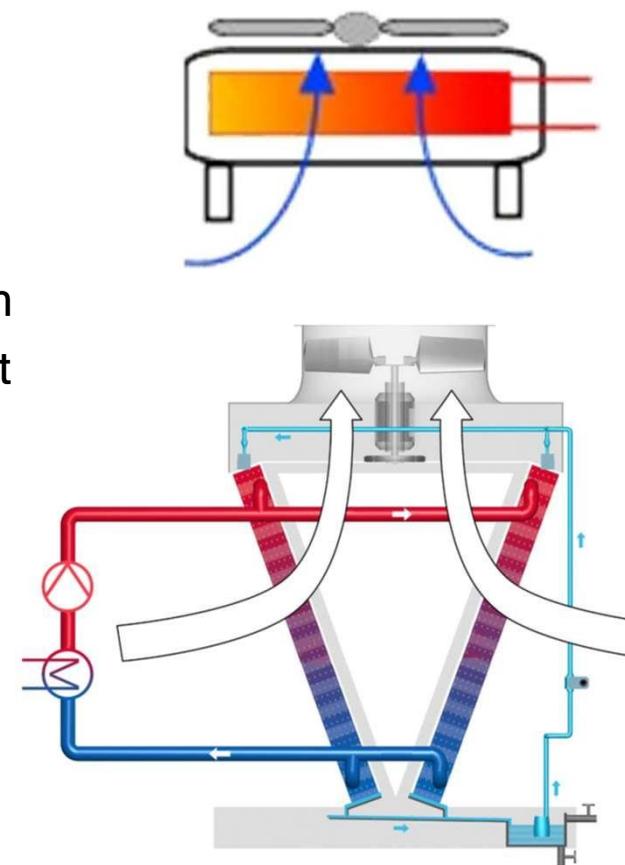
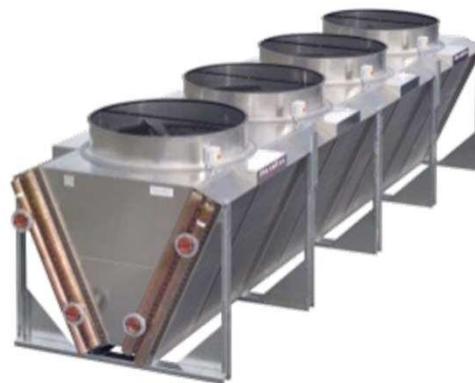


(source : XPair/lexique : Aéroréfrigérant)

## 3-6. Les systèmes caractéristiques

### Le dry cooler

C'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)

# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Les régulations (rappels)

- **Régulation centralisée : Thermostat d'ambiance**

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.



- **Régulation décentralisée : Robinet thermostatique**

Ces robinets sont un bon complément du système de régulation. Avec eux, on peut choisir la température ambiante de chaque pièce. Ils permettent de moduler le chauffage en fonction de l'usage de la pièce et de valoriser les apports de chaleur gratuits.



- **Régulation extérieure : Régulation avec sonde extérieure**

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.



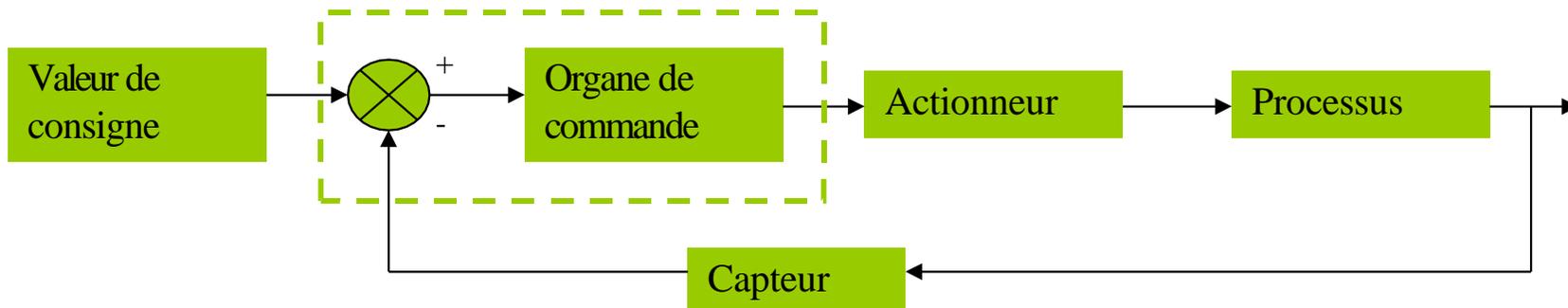
Sonde extérieure

V2.00

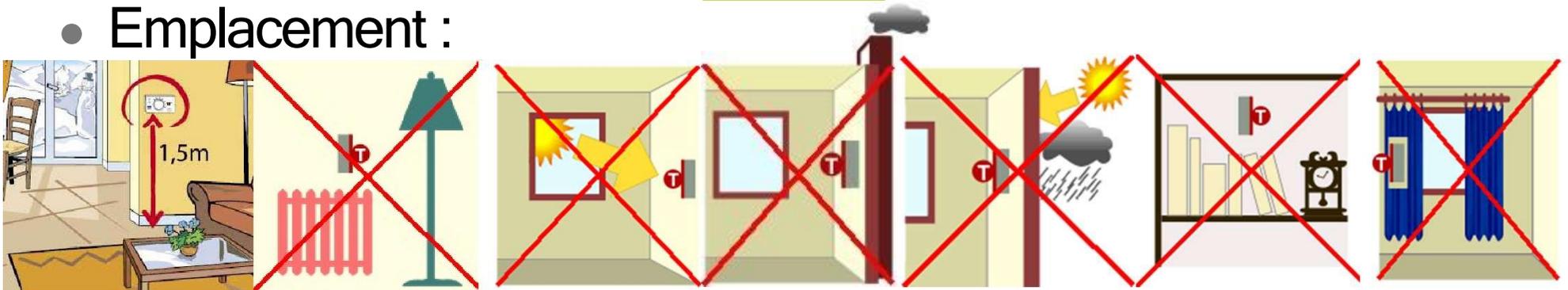
# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Les boucles de régulation

- La boucle fermée : la variable à régler agit sur la variable de réglage. C'est la boucle de régulation de base par excellence. Elle se reconnaît à la présence d'une consigne. Elle peut agir seule ou être agrémentée d'une boucle ouverte. *Cette boucle est précise, mais relativement lente.*



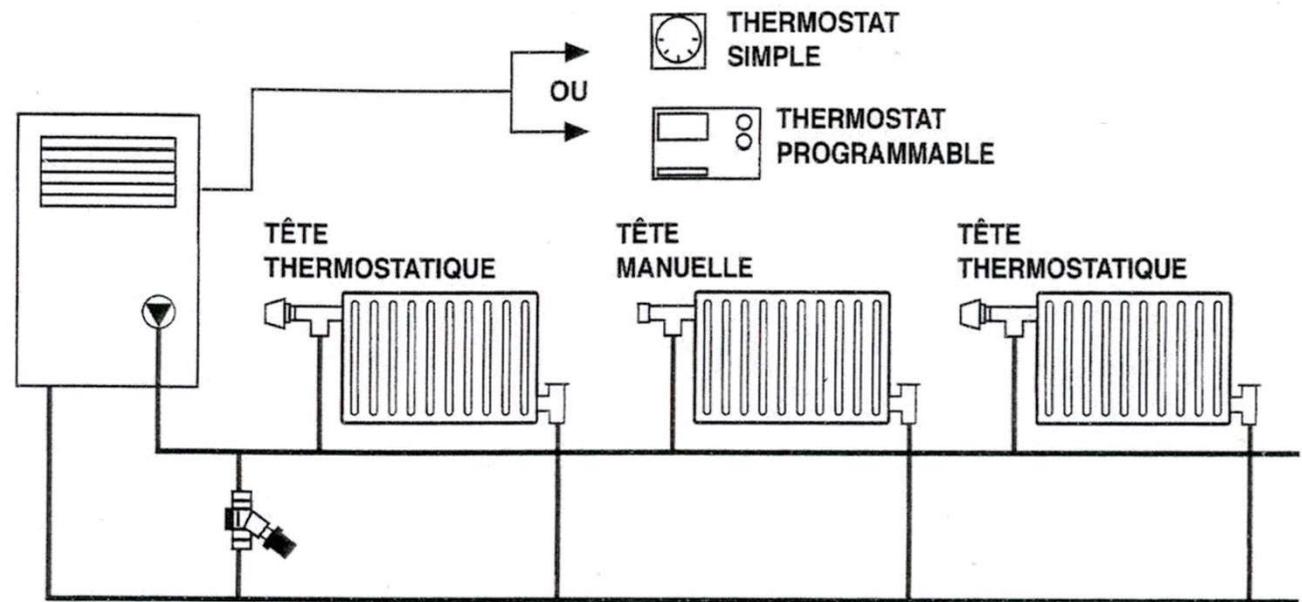
- Emplacement :



# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Le thermostat d'ambiance et les robinets thermostatiques

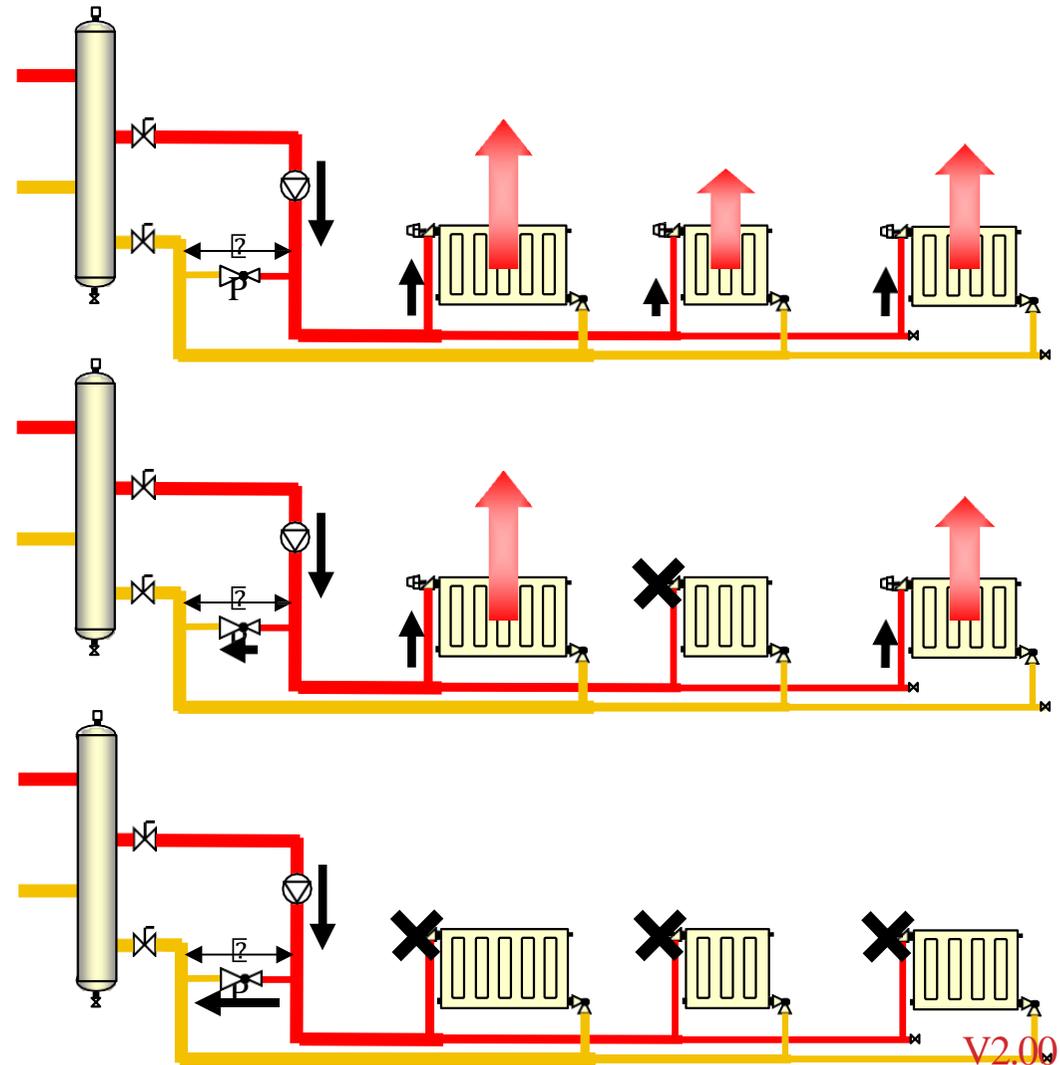
- Un thermostat programmable peut être couplé avantageusement avec des robinets thermostatiques. Ces robinets permettent ainsi une régulation pièce par pièce afin d'éviter de chauffer inutilement des pièces peu utilisées.
- Certains robinets thermostatiques sont également programmables.
- Le robinet thermostatique mesure la température autour de sa tête, il faut donc éviter les tablettes, les cache-radiateurs, les rideaux...
- Installation d'un robinet thermostatique à éviter sur le radiateur desservant la pièce équipée du thermostat d'ambiance.
- Installation d'une **soupape différentielle** recommandée dans tous les cas.



# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## La soupape différentielle automatique

- Garantit un débit minimal lorsque les robinets thermostatiques de l'installation sont fermés
- **Installée sur le retour** et raccordée sur l'aller par un by-pass. Le by-pass s'ouvre automatiquement lorsque le débit dans le circuit diminue.
- **Evite les bruits de circulation** dans la tuyauterie d'une installation de chauffage central en régime intermédiaire



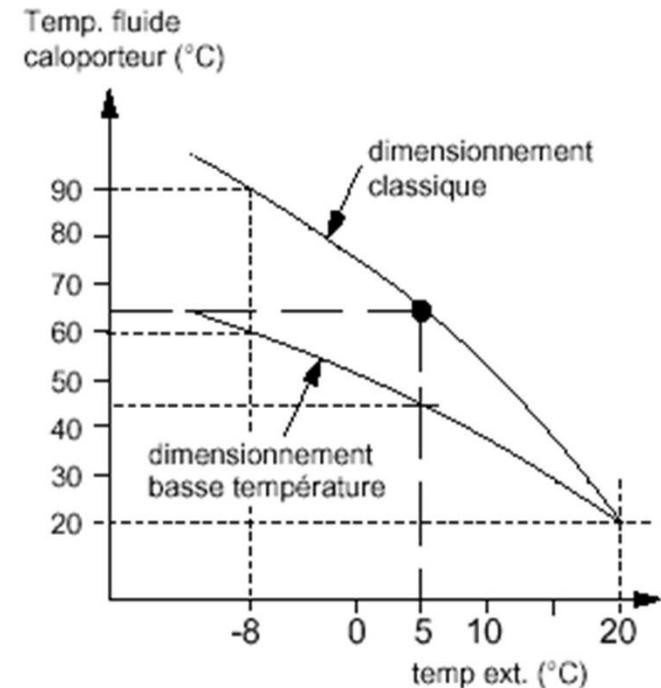
## 3-7. Les systèmes caractéristiques Les boucles de régulation

La boucle ouverte : la variable perturbatrice agit sur la variable de réglage. Cette boucle n'est pas à proprement parler une boucle de régulation, mais un complément à la boucle fermée. Elle s'utilise principalement pour anticiper l'évolution d'une perturbation en agissant directement sur l'organe de réglage.

***Cette boucle est rapide, mais relativement peu précise***

- La courbe de chauffe :

La température du fluide chauffant varie en fonction de la température extérieure avec éventuellement une correction apportée par la prise en compte d'autres facteurs perturbateurs (ensoleillement, vent, apports gratuits internes).



V2.00

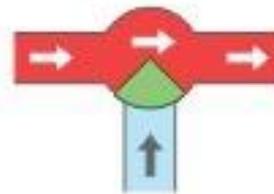
# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Les vannes de régulation

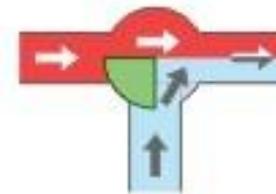
Egalement appelées vannes de mélange, elles permettent d'adapter la température de départ du chauffage en fonction de l'information fournie par le régulateur.

Il existe des vannes de mélange motorisées et manuelles pour chacune des technologies ci-dessous :

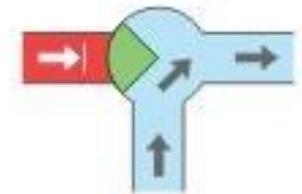
### Technologie de la Vanne 3 Voies (V3V)



La vanne est 100% ouverte.

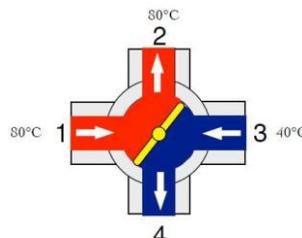


La vanne mélange 50% du débit de la chaudière et 50% du débit de retour des radiateurs.

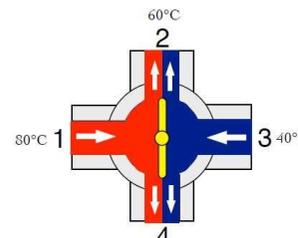


La vanne est fermée ; l'eau des radiateurs tourne sur elle-même et se refroidit.

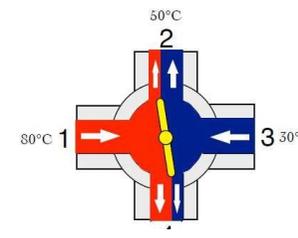
### Technologie de la Vanne 4 Voies (V4V)



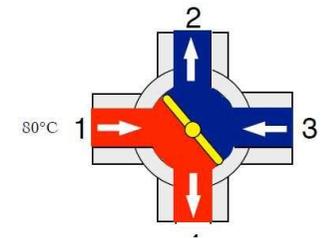
**Vanne OUVERTE**  
T départ générateur =  
T départ chauffage  
T retour chauffage =  
T retour générateur



**Vanne en REGULATION**  
T départ émetteur  
régulée  
T retour chaudière  
régulée



**Vanne en REGULATION**  
T départ émetteur  
régulée  
T retour chaudière  
régulée



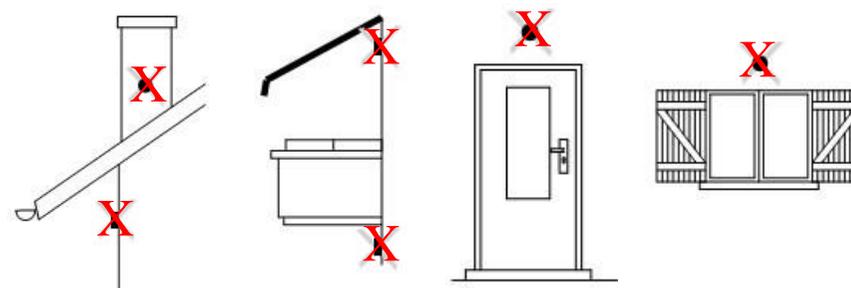
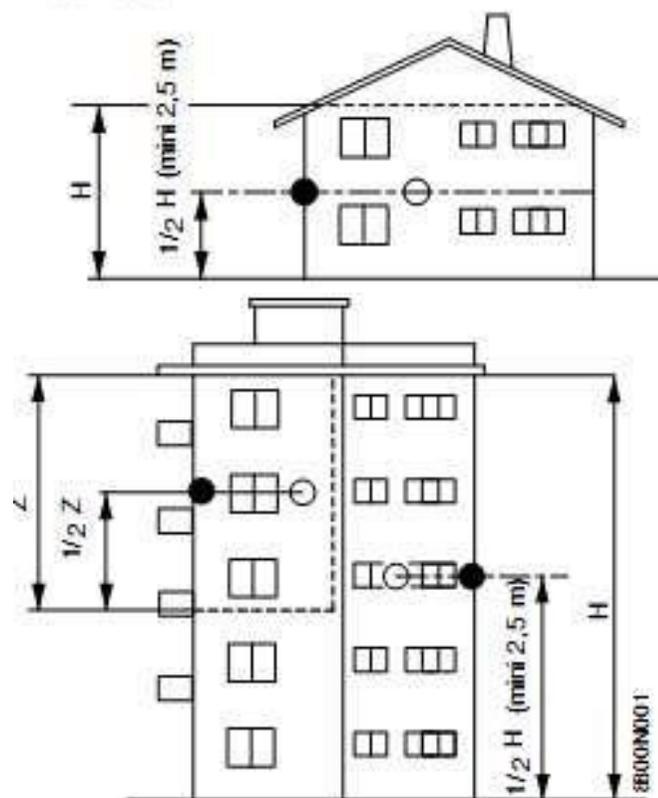
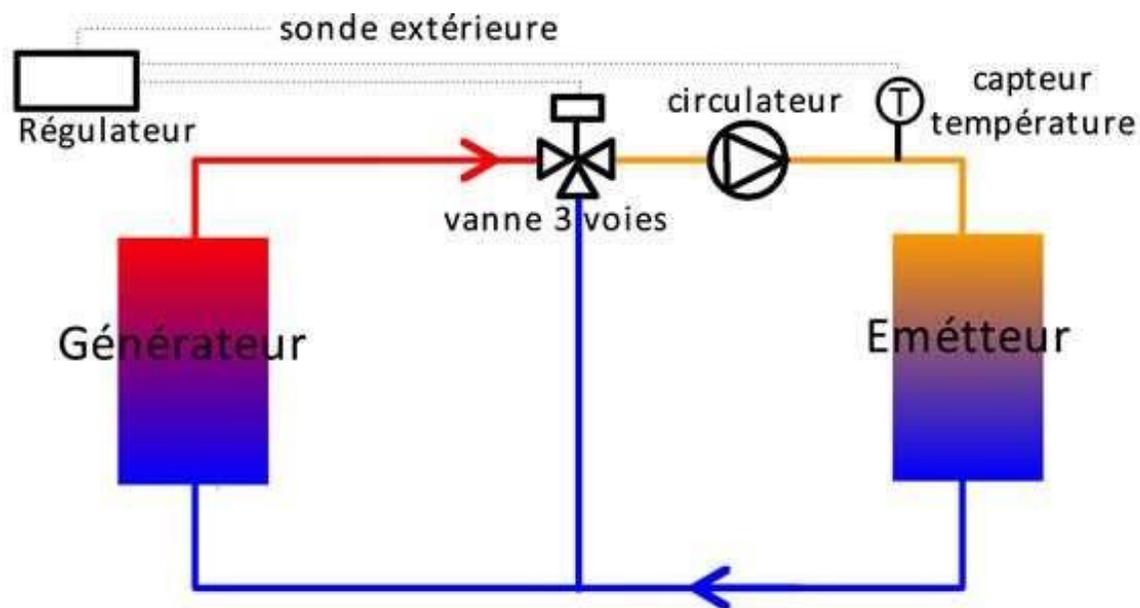
**Vanne FERMEE**  
T départ circuit de  
chauffage = T retour  
circuit de chauffage

# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage – La sonde extérieure

- Emplacement de la sonde extérieure :

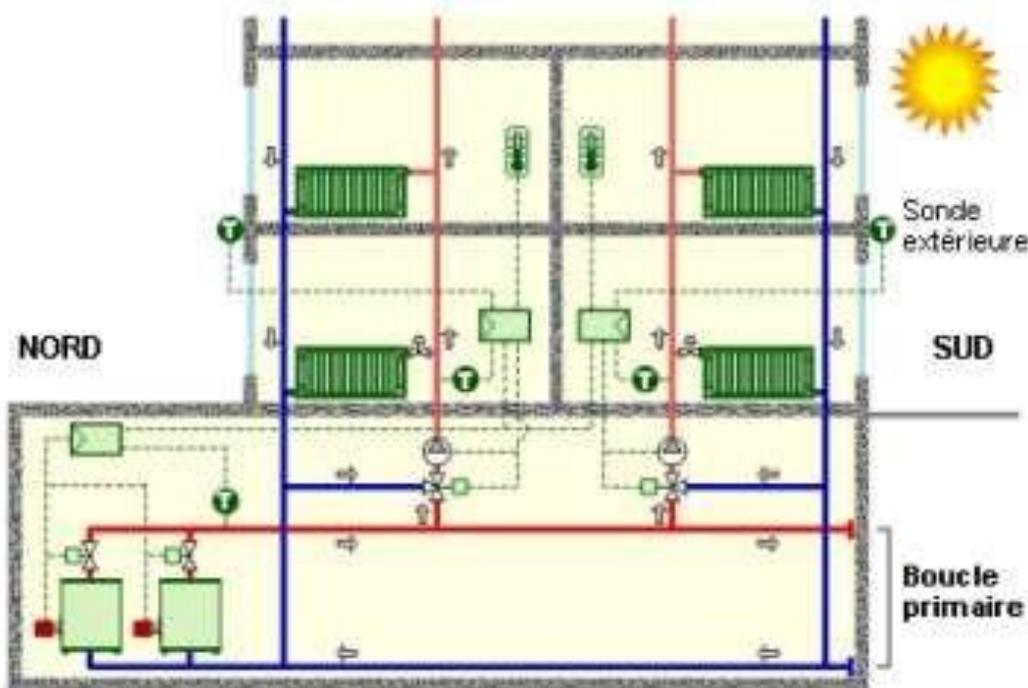
La sonde extérieure se monte sur la façade Nord extérieure correspondant à la zone chauffée. Elle doit être aisément accessible.



# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Exemple de régulation suivant différentes informations

- La régulation par sonde de température extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau en fonction des besoins ;
- La sonde d'ambiance permet de tenir compte des apports internes.



Les chaudières sont régulées en cascade par action sur leur brûleur, leur vanne d'isolement et leur circulateur éventuel.

La température des chaudières suit au plus près la température des circuits secondaires de distribution.

Chaque zone d'occupation et e besoin homogènes dispose de son propre circuit de distribution dont la température d'eau est régulée en fonction d'un thermostat d'ambiance ou le plus souvent d'une sonde extérieure.

Chaque circuit dispose d'un thermostat d'ambiance qui permet e gérer la température d'inoccupation et éventuellement d'ajuster le réglage de la courbe de chauffe dans le cas d'une régulation en fonction de la température extérieure.

Les locaux profitant d'apports de chaleur plus importants que les autres sont équipés de vannes thermostatiques le plus souvent « institutionnelles ».

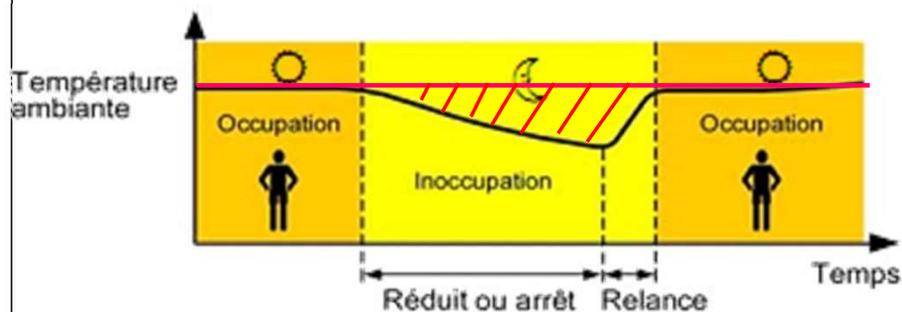
L'intermittence est gérée par un optimiseur qui assure une coupure complète des circuits de distribution et éventuellement des chaudières et calcule automatiquement le moment de la coupure et de la relance en fonction des températures intérieures et extérieures.

# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Programmation et intermittence

- En chauffage le rôle de la programmation est de permettre l'intermittence de celui-ci.
- La programmation permet ainsi plusieurs possibilités de régimes de fonctionnement du chauffage : le régime **normal**, le régime **réduit**, la **mise hors gel**, le régime d'**arrêt**, le régime de **relance**, etc ...
- Plusieurs familles de produits répondent à cette problématique : les horloges de programmation, les thermostats programmables, les programmeurs d'intermittence, etc ...

en période d'occupation	en période d'inoccupation	
	de 24 à 48 heures	de plus de 48 heures
19°C	16°C	8°C



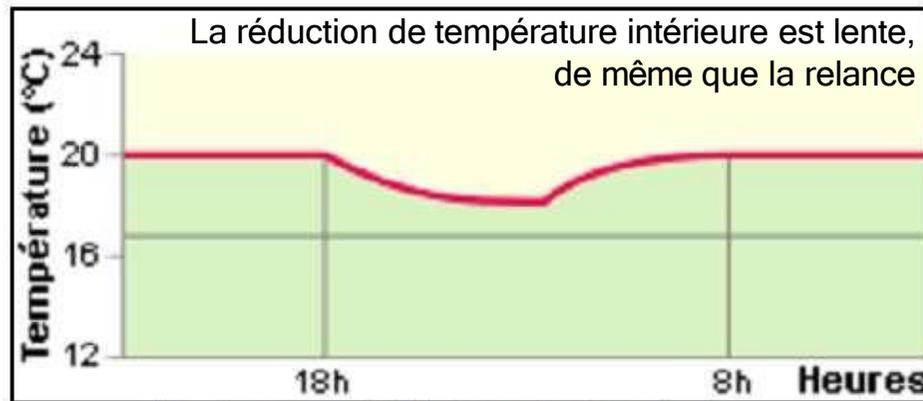
Programmer le chauffage consiste à réduire les températures pendant les périodes d'inoccupation des locaux pour réaliser des économies d'énergie : **les températures qu'il faut, quand il faut, là où il faut et pas plus.**

# 3-7. Les systèmes caractéristiques

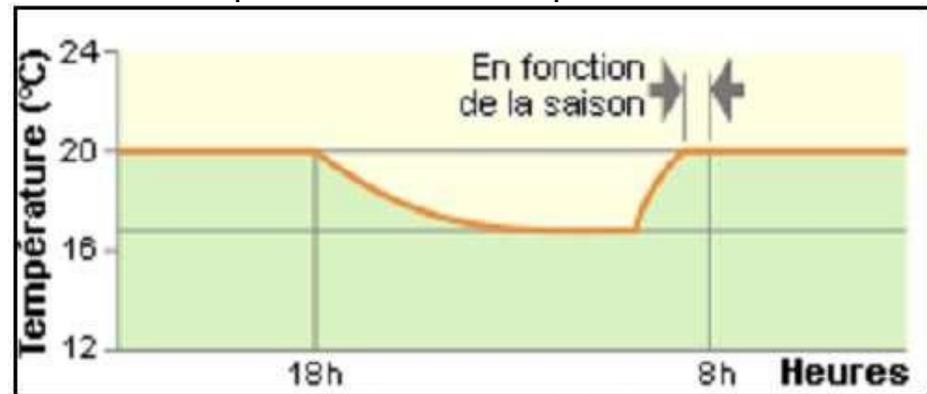
## Chauffage – Programmation et intermittence

- Il existe différents moyens d'assurer l'abaissement de nuit de la température ambiante :

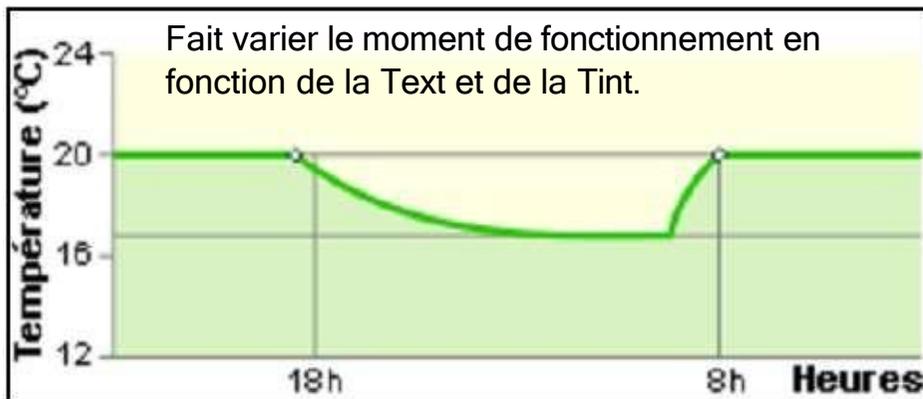
Le moment où la température de consigne d'occupation est atteinte dépend de la saison.



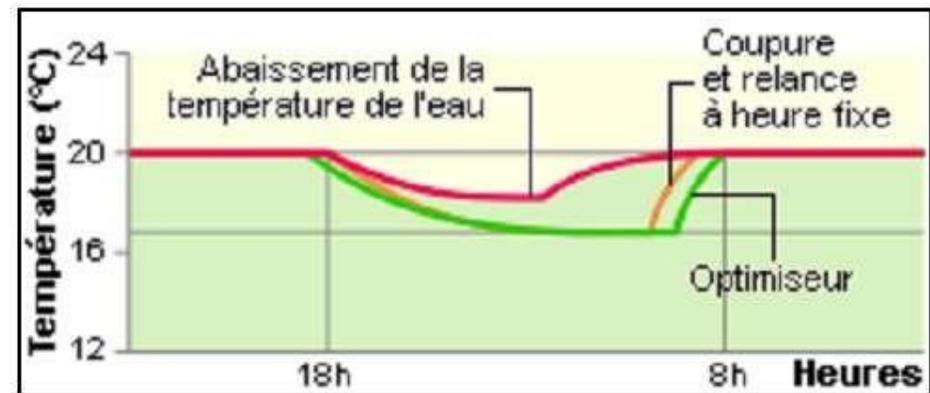
1/ Abaissement de la température de l'eau.



2/ Coupure complète et relance à heures fixes.



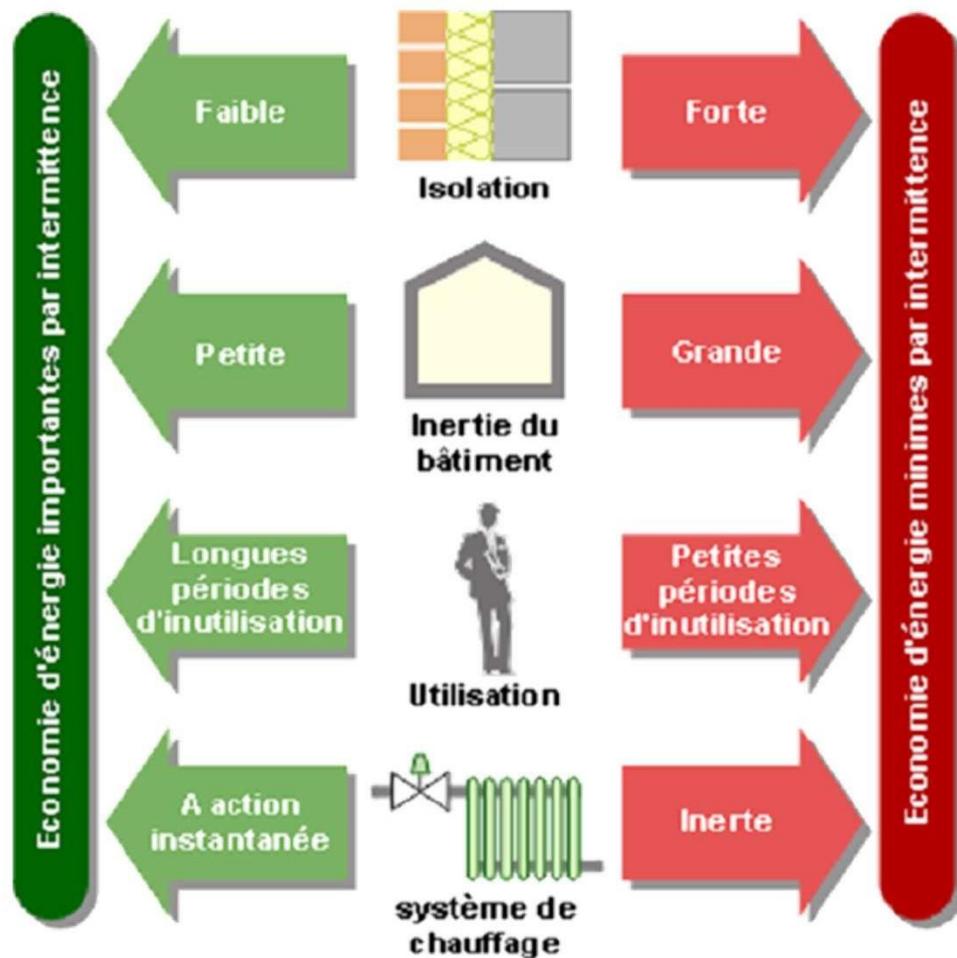
3/ Optimiseur.



Comparaison qualitative entre les types de programmeur.

# 3-7. Les systèmes caractéristiques

## Chauffage – Programmation et intermittence



**Isolation** : Plus le bâtiment est isolé, moins la chaleur emmagasinée s'échappera et plus la température intérieure restera stable lors de la coupure du chauffage. *L'économie réalisée sera faible.*

**Inertie** : Plus le bâtiment est inerte, plus la température intérieure restera stable lors de la coupure du chauffage car beaucoup de chaleur s'est accumulée dans les murs. *L'économie réalisée sera faible*

**Durée de coupure** : Une coupure d'un week-end est beaucoup plus efficace qu'une coupure nocturne. La coupure sur le temps de midi est sans intérêt.

**Type d'installation de chauffage** : Si le chauffage est assuré par un système à air chaud (chauffage très peu inerte), la mise en régime et l'arrêt du chauffage sont immédiats. Si l'installation est réalisée par un système de chauffage par le sol (chauffage très inerte), les temps de réponse seront forts longs et l'intermittence n'est guère envisageable ...

# 3-8. Les systèmes caractéristiques GTC / GTB (Gestion Technique Centralisée / Gestion Technique du Bâtiment)

- Utilisation d'une GTC : par exemple la télégestion d'une chaufferie
  - Efficacité de la maintenance, réduction des déplacements inutiles
  - Correction plus rapide des anomalies, mise au point de l'installation

**Signalisations TS :** Marche/arrêt des pompes, brûleurs, ventilateurs, supprimeurs...

**Alarmes TA :**

- Disjoncteur : général, pompes, brûleurs, ventilateurs
- Dépassement de limite : T° fumées, niveau cuve fioul, T° chaudière, T° ECS, T° eau départ, T° eau retour, pression d'eau, pression gaz, débit
- Anomalies : brûleur, incendie, fuite de gaz, fuite d'eau
- Intrusion : ouverture porte local, ouverture porte coffret

**Comptage d'impulsion TCI :**

- Débits : fioul, gaz, vapeur d'eau
- Energie : électrique, thermique consommée et/ou produite

**Comptage horaire THI :**

- Fonctionnement : pompes, brûleurs, ventilateurs...

**Mesures TM :**

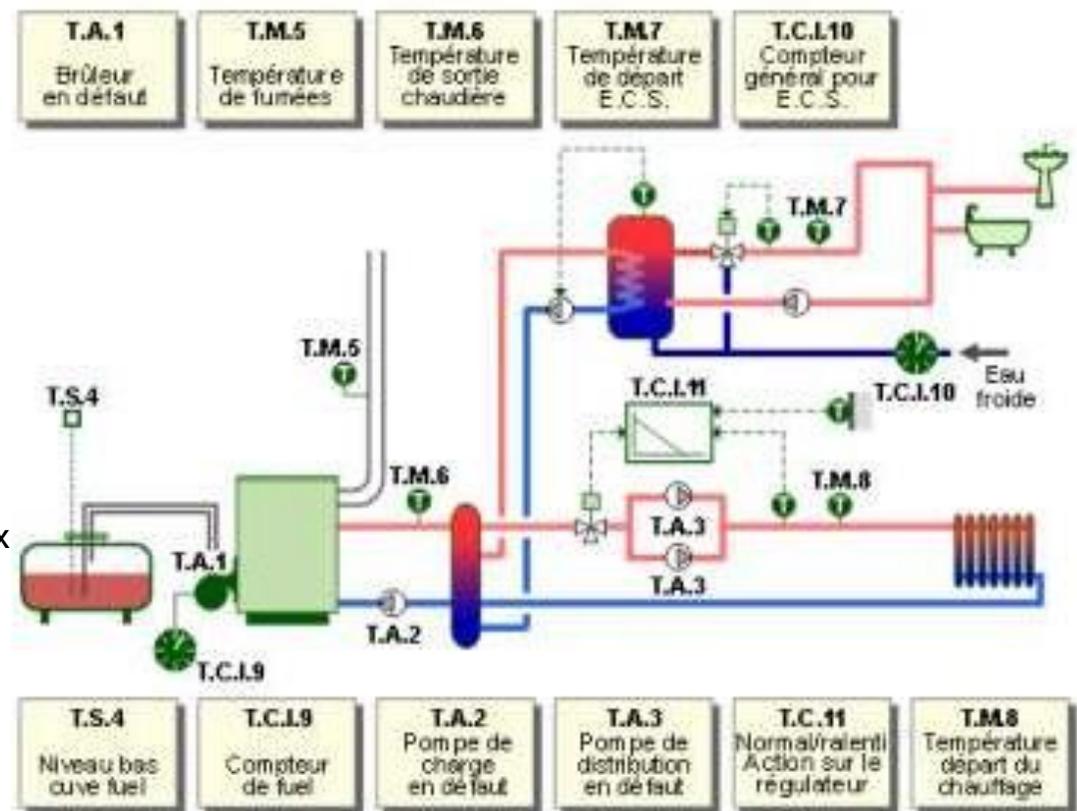
Températures : eau (chauffage, boucle ECS...), air (ext, locaux témoins)

Pressions : eau, vapeur, gaz

**Commandes TC :** Marche/arrêt des pompes, brûleurs, ventilateurs, ralenti chauffage, boucle ECS ;

Ouverture/fermeture de vannes

**Réglages TR :** consignes de T°, courbe de chauffe...



## 3-8. Les systèmes caractéristiques GTC / GTB (Gestion Technique Centralisée / Gestion Technique du Bâtiment)

- Utilisation d'une GTB : traite l'ensemble des informations provenant d'un même site dans toutes ses utilisations

### Les arguments en faveur de la GTB

Un bâtiment intelligent est un bâtiment capable de fournir au meilleur coût à ses occupants, tout en intégrant des technologies de pointe, un ensemble de services répondant parfaitement à leurs besoins. Besoins qui peuvent se résumer par cinq mots clés :

- flexibilité
- productivité
- sécurité
- convivialité
- rentabilité



# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – les consommations

- En France, la consommation globale d'électricité de l'éclairage est de 56 TWh, soit 12 % de la consommation totale [AFE 2017] :
- 37 TWh dans les bâtiments non résidentiels
- 7 TWh éclairage intérieur (toutes collectivités confondues),
- 5,6 TWh en éclairage public

### Résidentiel :

La consommation électrique d'un ménage se situe aux alentours de 2700 kWh/an (pour un famille composée de quatre membres) hors chauffage et eau chaude sanitaire, et seulement 325 à 450 kWh/an pour le seul poste éclairage,

### Non résidentiel :

- 80 % des installations d'éclairage dans le tertiaire sont obsolètes, datant souvent de plus de 20 ans.
- plus de 70 % de la consommation d'éclairage intérieur des bâtiments se fait de jour.



# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – les technologies

- Le secteur tertiaire se caractérise par l'augmentation croissante de ses besoins en électricité.
- L'éclairage dans les bâtiments tertiaires représente **un** peu moins de 8 % de la consommation totale d'électricité.
- **Les technologies** existent pour réduire la consommation d'électricité du secteur éclairage : les équipements

Famille	Type	Puissance W	Efficacité lumineuse lm/W	Durée de vie	Usage
Incandescence	Standard	15 à 300	7 à 19	1000	Ecl. Décoratif ou fonctionnant peu
	Halogène 230 V	40 à 2000	12 à 24	500 à 3000	Eclairage décoratif
	Halogène 12 V	10 à 150	15 à 25	2000 à 5000	
Fluorescente (décharge)	<b>Tubes Ø 16 mm (T5)</b>	14 à 80	<b>75 à 104</b>	18000	Eclairage général
	<b>Tubes Ø 26 mm (T8)</b>	15 à 58	<b>65 à 98</b>	12000 à 60000	
	Tubes Ø 38 mm (T12)	20 à 65	60 à 72	8000 à 10000	
	<b>Fluo-compacte</b>	5 à 120	<b>44 à 87</b>	5000 à 16000	

Luminaires avec ballasts électroniques (gain de 25 %)

# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – les technologies

- Il est communément reconnu aujourd'hui que les **ampoules LED** sont une des meilleures alternatives pour l'éclairage intérieur. Elles vous permettent d'avoir un éclairage adapté à vos besoins.

L'éclairage LED peut être de 2 types :

- L'éclairage d'accentuation : Il permet un éclairage dirigé vers une surface précise ou un éclairage ponctuel, avec un angle inférieur ou égal à  $60^\circ$ .
- L'éclairage de type downlight : Il permet un éclairage général. L'angle est supérieur à  $60^\circ$ .

Les ampoules LED n'ont pas toutes la même intensité. La température Kelvin des modèles de couleur blanc chaud est comprise entre  $2700^\circ\text{K}$  et  $3500^\circ\text{K}$ . Cela les rend similaires à la lumière solaire.



# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – la gestion

### COMMANDE DE L'ECLAIRAGE EXTERIEUR

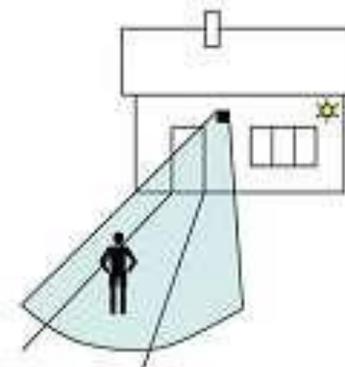
- **Installer un interrupteur crépusculaire**

Pour les bâtiments nécessitant un éclairage extérieur permanent durant la nuit, commander automatiquement l'allumage et l'extinction selon le niveau d'éclairement naturel par un interrupteur crépusculaire (éventuellement programmable).



- **Installer un détecteur de présence**

Dans les zones de passage à l'extérieur du bâtiment (voie d'accès par exemple) ne nécessitant pas un éclairage nocturne permanent, commander automatiquement l'allumage et l'extinction de l'éclairage par un détecteur de présence.



# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – la gestion

### COMMANDE DE L'ECLAIRAGE INTERIEUR

#### Installer une minuterie



Dans les lieux de passage (circulation par exemple), pour éviter les oublis, commander automatiquement l'extinction de l'éclairage par une minuterie. Prévoir un « préavis d'extinction » asservi à la minuterie.

#### Installer un détecteur de présence



Dans les locaux à occupation occasionnelle (entrepôts, salles d'archives...) et dans les lieux de passage (circulations...) commander automatiquement l'allumage selon la présence et le niveau d'éclairement naturel, grâce à un ou plusieurs détecteurs de présence. Choisir de préférence un détecteur qui permet une dérogation facile en marche forcée.



Réglementairement, lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage artificiel ne doit pas être mis en route automatiquement (par horloge ou détection de présence notamment)

# 3-9. Les systèmes caractéristiques

## L'éclairage – la gestion

### COMMANDE DE L'ECLAIRAGE INTERIEUR

#### Installer un interrupteur horaire

Dans les locaux tels que les salles de classe et les bureaux, commander par un interrupteur horaire à heures fixes, l'extinction de l'éclairage et l'autorisation d'allumage.

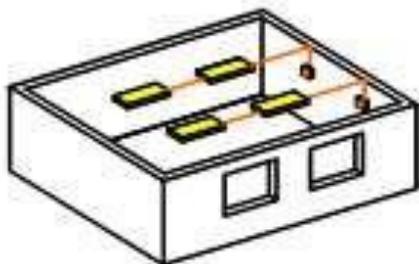
Prévoir éventuellement une relance manuelle dans certains locaux. Séparer les circuits d'éclairage par zone en fonction des horaires d'occupation des locaux de manière à adopter les ordres d'extinction à l'usage.

#### Profiter de l'éclairage naturel

Dans un même local, commander séparément les luminaires situés à proximité des baies de manière à pouvoir profiter de l'éclairage naturel.



Commande de dérogation

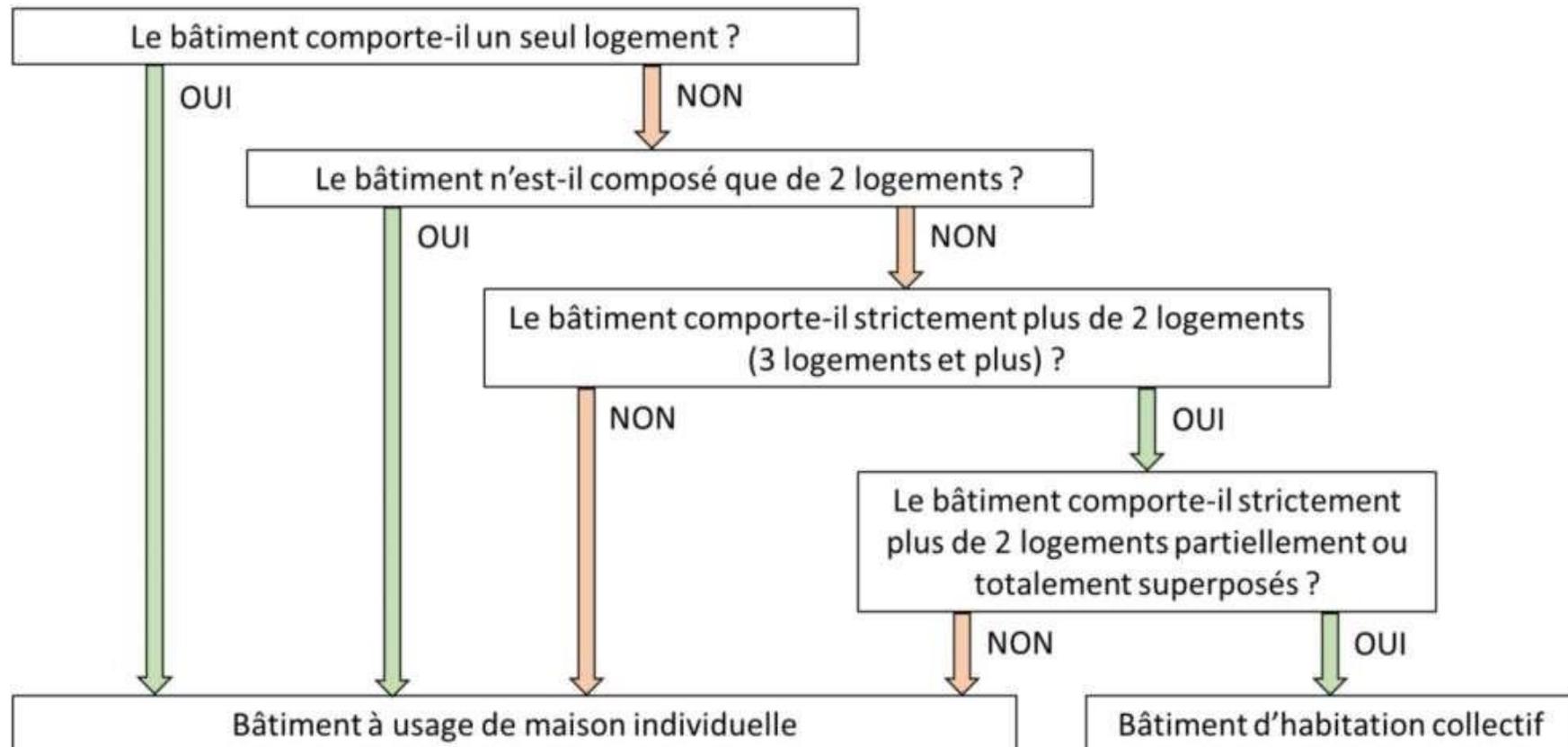


Réglementairement, dans les bâtiments tertiaires, chaque point d'éclairage situé à moins de 4 mètres d'une baie vitrée doit être commandé séparément si sa puissance est supérieure à 200 W.

# 4- DPE COLLECTIF

## Choix habitat collectif / individuel

- Dans certains cas il y a un doute sur la typologie du bâtiment



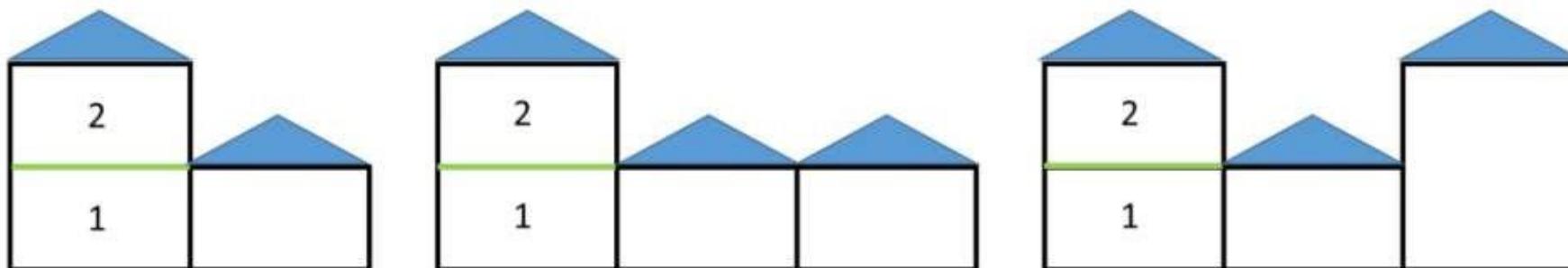
- Chaque maison accolée s'apparente à une maison individuelle

# 4- DPE COLLECTIF

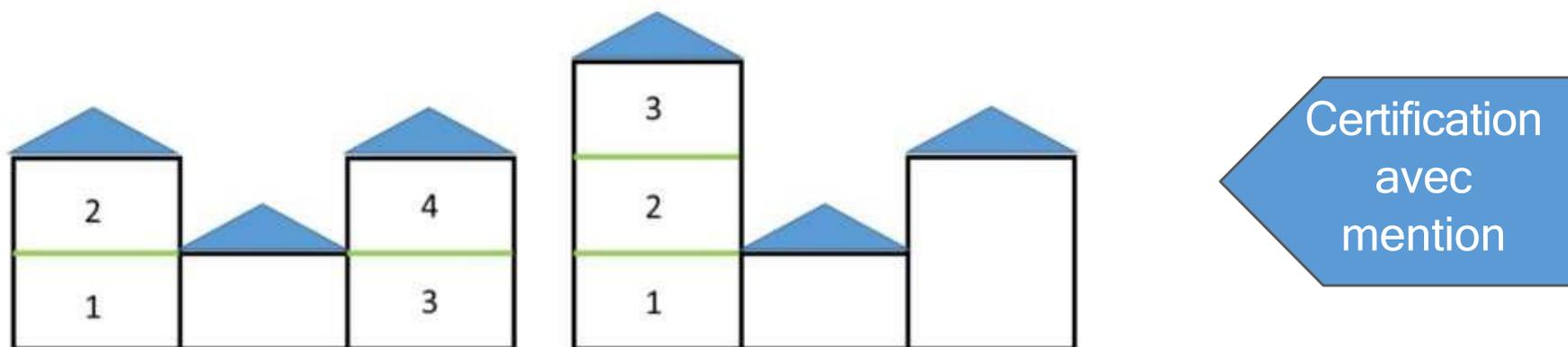
## Choix habitat collectif / individuel

- Exemples :

Bâtiment à usage de maison individuelle :



Bâtiment d'habitation collectif :



# 4- DPE COLLECTIF

## Champs d'application

- **Evolutions introduites pour la réalisation des DPE en logement collectif :**
- La disposition permettant à un DPE à l'immeuble de valoir DPE à l'appartement pour chacun des lots est supprimée ;
- Cette disposition est remplacée par la possibilité de générer des DPE à l'appartement lors de la réalisation d'un DPE à l'immeuble
- Cette nouvelle disposition est étendue à l'ensemble des bâtiments collectifs d'habitation (et non restreinte aux seuls immeubles concernés par l'obligation de réalisation d'un DPE collectif) ;
- L'obligation des propriétaires d'installations collectives (ou syndic) de fournir les documents relatifs aux installations collectives d'un bâtiment

# 4- DPE COLLECTIF

## Champs d'application et obligations

- Rappel : Réalisation à l'immeuble dans le cadre d'une obligation réglementaire, pour les bâtiments collectifs construits avant le 01/01/2013, avant :
  - 01/01/2024 : copropriétés > 200 lots (logements, bureaux ou commerces)
  - 01/01/2025 : copropriétés entre 50 et 200 lots
  - 01/01/2026 : copropriétés [ 50 lots
- s obligation au logement pour vente ou location
- Trois types de DPE peuvent être réalisés :
  - DPE collectif à l'immeuble ;
  - DPE à l'appartement ;
  - DPE à l'appartement à partir des données de l'immeuble.

# 4- DPE COLLECTIF

## Champs d'application

§ 17.1.1.2 Cas particulier : immeuble détenu par un propriétaire unique certifiant que tous les appartements font l'objet d'une **gestion homogène**

- **immeuble géré de manière homogène :**
  - immeuble appartenant à un propriétaire unique attestant de la présence de systèmes (installations de chauffage, de refroidissement, de production d'ECS et de ventilation) et menuiseries similaires dans l'ensemble des logements ;
  - précision : La puissance des équipements ne fait pas partie du critère d'homogénéité.
- **Exemple : immeuble détenu par un bailleur social, type HLM**

# 4- DPE COLLECTIF

## Préparation de la visite des bâtiments collectifs

- Documents utiles et demandés :
  - Les coordonnées complètes du bien à diagnostiquer
  - Un plan de masse de l'ensemble immobilier où figure le bien à diagnostiquer
  - La surface habitable de l'immeuble et des différents lots
  - Les particularités pour pouvoir accéder à tous les espaces communs (combles, locaux techniques, ... ) le jour de la visite
  - L'année de construction du bien, les plans de configuration du bien (plans de ventes, plans architectes, plans de copropriété, ... )
  - Les documents techniques en possession du propriétaire définissant les matériaux de construction
  - Les descriptions des installations collectives de l'immeuble et/ou individuelles des appartements (pour les installations collectives, le propriétaire doit réaliser la demande auprès du propriétaire des parties communes (syndic ...))
  - Les justificatifs d'entretien des installations (même principe pour les installations collectives)
  - Le descriptif des parties privatives (typologie, installations individuelles, isolation, types de menuiserie, etc.

# 4- DPE COLLECTIF

## Préparation de la visite des bâtiments collectifs

- Il est important d'informer le donneur d'ordre de l'article R.134-3 du décret n°2020-1609 du 17 décembre 2020 relatif au DPE :

***Lorsqu'un bâtiment ou une partie de bâtiment est doté d'un dispositif collectif, le propriétaire de ce dispositif, son mandataire ou, le cas échéant, le syndic de copropriété fournit à la personne qui demande un diagnostic de performance énergétique et aux frais de cette dernière :***

***I. Si le bâtiment ou la partie de bâtiment dispose d'un dispositif collectif de chauffage, de refroidissement, de production d'eau chaude sanitaire ou de ventilation :***

***a) Une description de ces équipements collectifs, de leurs auxiliaires et de leur mode de gestion ;***

***b) Les modalités de répartition des consommations énergétiques***

***II. Pour les autres dispositifs collectifs, tels l'enveloppe extérieure, la toiture, les planchers, plafonds et cloisons intérieures donnant sur des locaux non chauffés, tout document à sa disposition permettant de renseigner sur les caractéristiques pertinentes de ces dispositifs***



Depuis le 1er juillet 2020 les copropriétés doivent dématérialiser un certain nombre de documents afin de les rendre accessibles sur un espace sécurisé à destination de tous les copropriétaires.

Vérifier auprès du donneur d'ordre qu'il a accès à cet espace et quels documents sont à sa disposition.

# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Règle d'échantillonnage des logements à visiter

- A défaut de pouvoir visiter l'ensemble des appartements, **le diagnostiqueur établit le DPE de l'immeuble sur la base de la visite d'un échantillon de logements.**
- **Il est obligatoire que soient visités à minima :**
  - 1 logement de chaque typologie (T1, T2, T3, ...)
  - 1 logement sur chaque type de plancher bas (sous-sol, vide sanitaire, terre-plein, ...)
  - 1 logement en étage intermédiaire
  - 1 logement sous chaque type de plancher haut (combles perdus, toiture terrasse, combles aménagés, ...).
- **En plus de ces règles, pour les immeubles de plus de 30 logements, le nombre d'appartements visité doit être :**
  - De 31 à 100 logements :  $\geq 10\%$  du nombre total d'appartements de l'immeuble
  - Plus de 100 logements : au minimum 10 logements et  $\geq 5\%$  du nombre total d'appartements de l'immeuble.



En cas d'impossibilité d'avoir accès à un échantillon représentatif de logements, le diagnostiqueur ne doit pas réaliser le DPE.

# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Règle d'échantillonnage des logements à visiter

- **Objectif de l'échantillonnage :**
  - vérifier la **cohérence** des informations communiquées **par le propriétaire ou le syndic de copropriété** (en cas d'inexactitudes sur certaines données dans un logement, le diagnostiqueur devra visiter **deux autres logements** de même type)
  - en l'absence de visite de tous les appartements, pouvoir déterminer les **équipements** des logements et éventuellement les caractéristiques des **menuiseries**
  - La visite de ces logements permet également de déterminer les dimensions **de chaque format de menuiseries** (si sur certains formats de menuiseries les caractéristiques sont différentes, alors le ratio de chaque type de menuiseries de ce format sera extrapolé à l'ensemble des menuiseries de l'immeuble ayant le même format)



# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Le logement moyen (méthode 3CL DPE 2021)

- L'exploitation des données issues de l'échantillonnage passe par la définition d'un appartement moyen de l'immeuble de surface  $Sh_{moy}$  :

$$Sh_{moy} = \frac{Sh}{Nb_{igt}}$$

Avec :

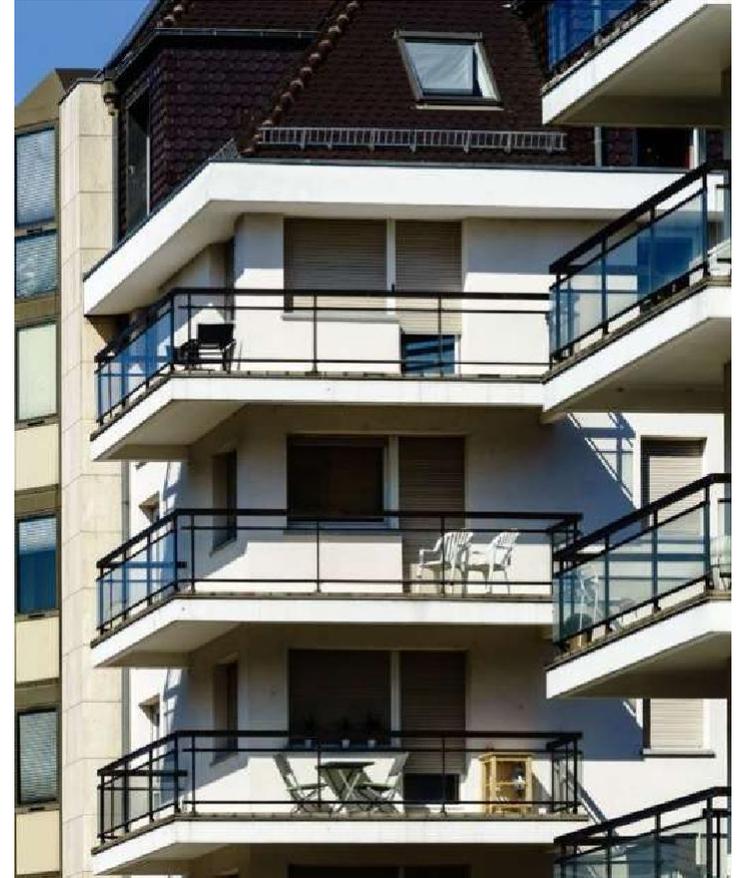
- $Sh$  : surface habitable totale de l'immeuble (m<sup>2</sup>)
- $Nb_{igt}$  : nombre de logements de l'immeuble

- Cet appartement « moyen » sera par la suite utilisé dans le cas où le **chauffage, le refroidissement ou l'ECS sont produits individuellement** et de caractéristiques différentes.
- Idem pour les menuiseries non homogènes.
- La surface de cet appartement ne dépend pas de la taille des appartements visités.

# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Etape 1 : calcul des besoins de chauffage

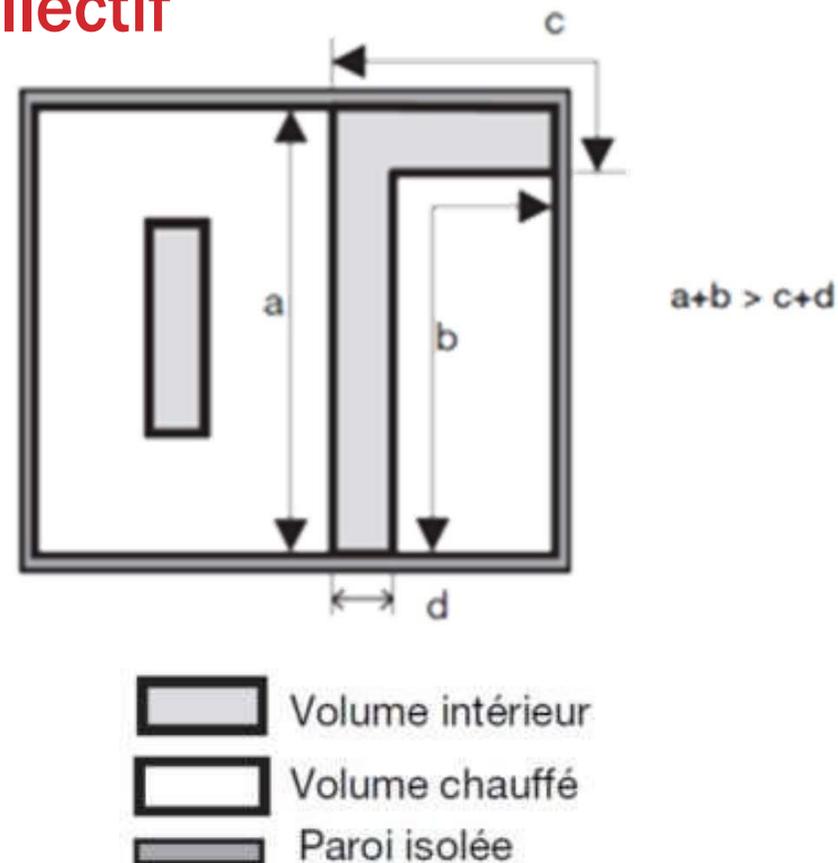
- Le calcul du **besoin de chauffage BV (hors pertes récupérées)** s'effectue à l'échelle de l'immeuble
- Périmètre du calcul et du volume intérieur (espaces communs)
- Calcul des déperditions de l'enveloppe de l'immeuble (plans, relevés..)
- Si elles sont non homogènes, les caractéristiques des menuiseries observées sur l'échantillon des appartements visités sont extrapolées à l'immeuble (le diagnostiqueur doit donc compter le nombre de menuiserie de chaque dimension)
- Le calcul des apports solaires s'effectue à l'échelle de l'immeuble (masques proches et lointains)



# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Caractérisation des espaces communs en volumes chauffés ou non chauffés en collectif

- **Volume intérieur** : local horizontal ou vertical, dépourvu de parois donnant sur l'extérieur à l'exception de celles ayant le même niveau d'isolation que les parois de même type du bâtiment et dont **le linéaire donnant sur l'extérieur ou sur des locaux non chauffés (c+d) est inférieure à celui donnant sur des locaux chauffés (a+b)**
- Sinon c'est un local non chauffé avec calcul du b



*Si l'isolation n'est pas connue, et que le bâtiment a été construit avant 1974, il faut considérer que c+d n'est pas isolé, et donc que les espaces communs ne sont pas intégrés au « volume intérieur ».*

# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Caractérisation des espaces communs en volumes chauffés ou non chauffés en collectif

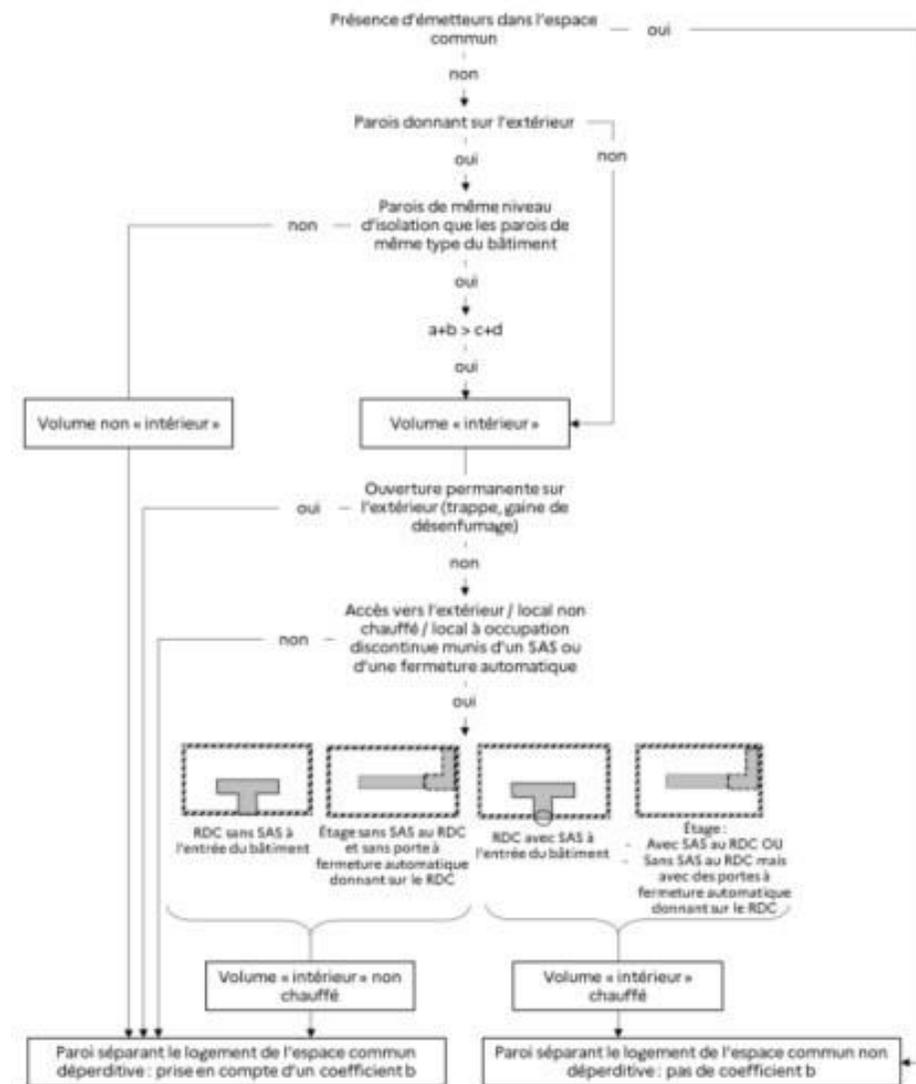
- **Volumes intérieurs chauffés :**

- ne possèdent pas d'ouvertures permanentes sur l'extérieur (trappe, gaine de désenfumage)

**ET**

- dont les accès vers l'extérieur et vers des locaux non chauffés ou à occupation discontinue sont respectivement munis de sas et de dispositifs de fermeture automatique

- **Sinon Volumes intérieurs non chauffés (calcul du b)**

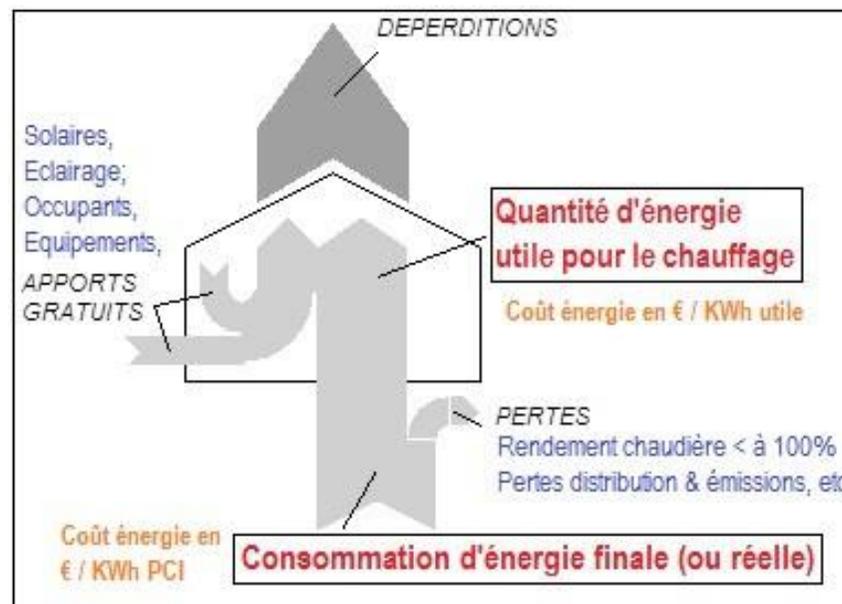


# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Etape 2 : calcul des pertes récupérées

Le calcul des pertes récupérées pour le chauffage dépend du type de chauffage et de production d'ECS suivant la description des systèmes

	CHAUFFAGE	ECS
1	Individuel	Individuel
2	Collectif	collectif
3	collectif	individuel
4	individuel	collectif



# 4- DPE COLLECTIF A L'IMMEUBLE

## Etape 3 : calcul des consommations

Calcul des consommations de chauffage : On calcule la consommation de chauffage pour un appartement « moyen » équipé de chaque système si c'est le cas.

Même principe pour les systèmes de refroidissement, les auxiliaires, l'éclairage...

Calcul du besoin d'ECS :

À l'échelle de l'immeuble , à partir de la SHAB de l'immeuble et du nombre d'appartements de l'immeuble

Calcul de la consommation d'ECS:

À partir du besoin d'ECS de l'immeuble et des caractéristiques de l'installation collective ou individuelle.

# 5- DPE APPARTEMENT A PARTIR DES DONNEES DE L'IMMEUBLE

Lors de la réalisation d'un DPE à l'immeuble, **la génération des DPE des appartements à partir des données de l'immeuble n'est pas obligatoire** : il s'agit d'une **possibilité offerte au propriétaire ou aux copropriétaires de l'immeuble** pour mutualiser les coûts de réalisation des DPE de l'ensemble des appartements. Toutefois, **cette possibilité présente des limites dans le cas d'une copropriété hétérogène**, notamment lorsque les appartements sont équipés de systèmes de chauffage individuels.

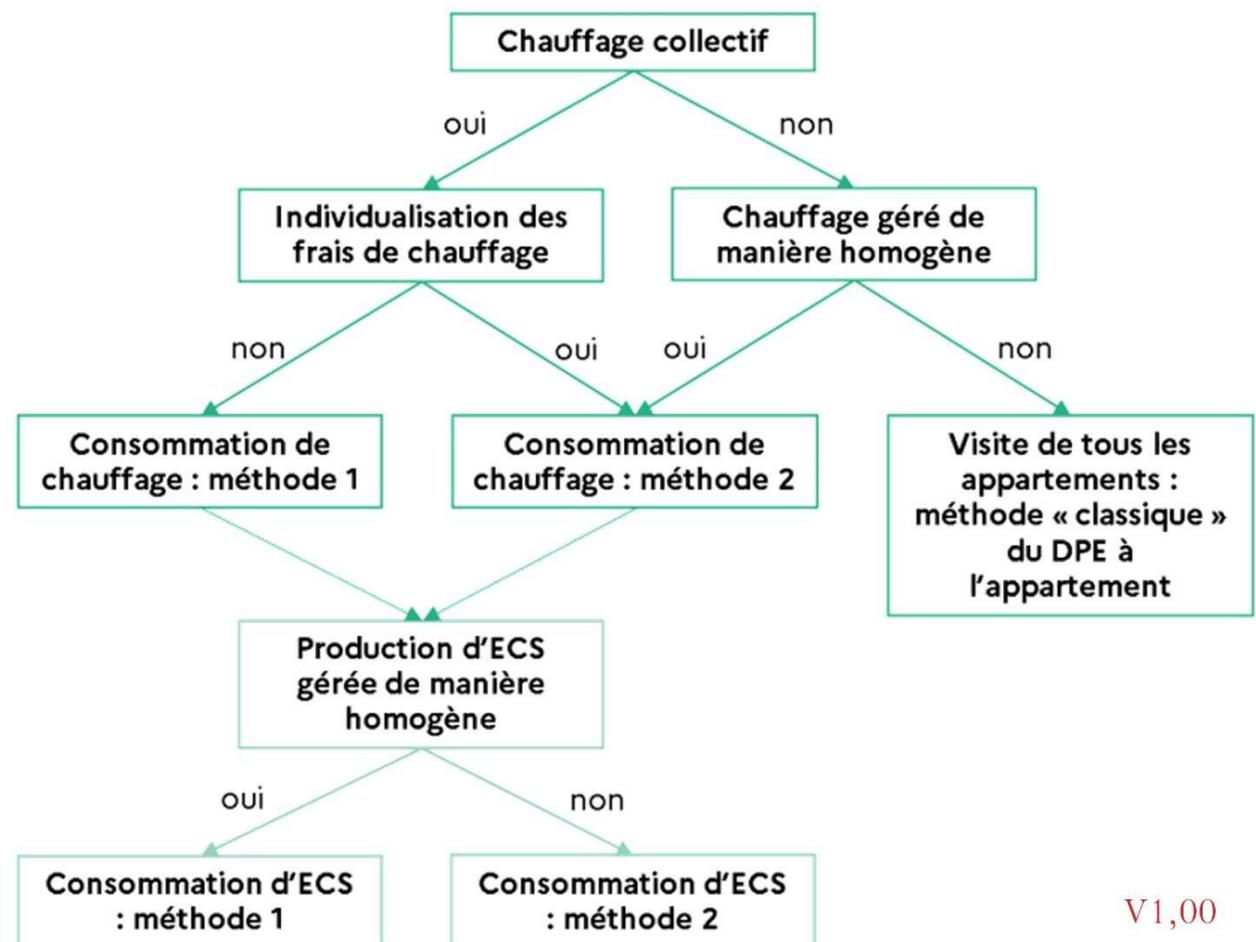
La génération des DPE des appartements lors de la réalisation du DPE de l'immeuble **est à conseiller particulièrement si** :

- Le propriétaire du bâtiment est unique ;
- Le système de chauffage est collectif **OU** le système de chauffage est individuel mais tous les appartements sont gérés de façon homogène (systèmes individuels et menuiseries similaires) ;
- Les mutations sont fréquentes (ex. : bailleurs sociaux ou privés, grosses copropriétés)

# 5- DPE APPARTEMENT A PARTIR DES DONNEES DE L'IMMEUBLE

... Dans les autres cas, il sera plus opportun de faire réaliser des DPE à l'appartement au fil de l'eau, en fonction des besoins (ex : mise en vente ou location d'un appartement).

Les modalités de calcul des consommations de chauffage et des consommations d'ECS des appartements sont déterminées selon l'arbre de décision suivant :



# 5- DPE APPARTEMENT A PARTIR DES DONNEES DE L'IMMEUBLE

## Consommation de chauffage :

### Méthode 1 :

Répartition des consommations de chauffage de l'immeuble au prorata de la surface habitable

### Méthode 2 :

Répartition des consommations de l'immeuble en fonction du besoin de chauffage et de la part d'individualisation des frais de chauffage

## Consommation d'ECS :

### Méthode 1 :

Répartition des consommations d'ECS de l'immeuble au prorata du besoin d'ECS

### Méthode 2 :

Calcul des consommations de chaque appartement avec attribution d'un système « par défaut » pour les appartements non visités qui sera le système le moins performant de ceux observés dans l'échantillon

**Le besoin de chauffage de chaque appartement est estimé selon une méthode de calcul simplifiée s'appuyant uniquement sur la surface habitable de l'appartement et sa position dans l'immeuble**

***Le calcul du besoin d'ECS d'un appartement dépendant uniquement de sa surface habitable, aucune donnée d'entrée complémentaire n'est nécessaire.***

***Le calcul des consommations d'ECS des appartements d'un immeuble équipé de systèmes individuels de production d'ECS doit être effectué pour chacun des appartements, selon la méthode de calcul utilisée pour la réalisation d'un DPE à l'appartement.***

**Merci de votre attention**