

 académie Nancy-Metz MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE 	TECHNIQUE DU FROID ET DU CONDITIONNEMENT DE L'AIR	 Lycée des Métiers Gustave Eiffel académie Nancy-Metz
	Tâche T4.2 : Mise en service des installations Compétence C1.2 : Classer, interpréter, analyser	
	Thème : S5 : Technologie des installations frigorifiques Séquence : S5.3 : Systèmes de conditionnement de l'air	
Séance : Le système Tout Air (mono-gaine)		Date :

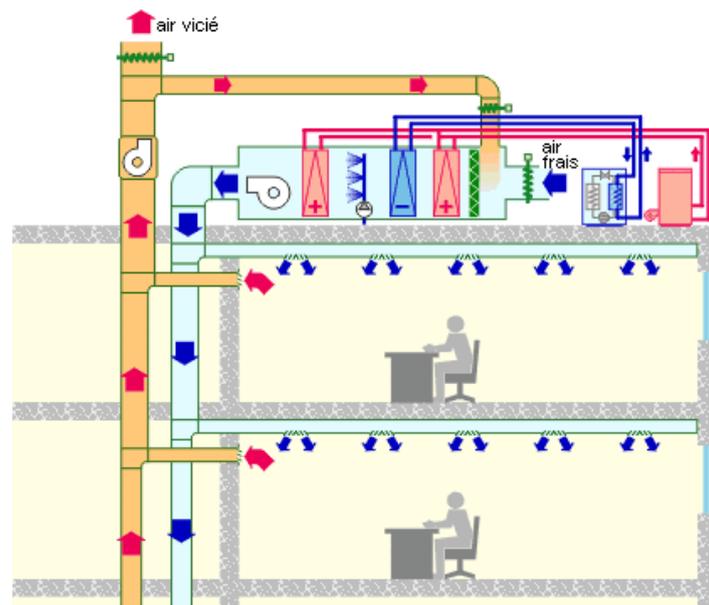
Objectif de la séance :

.....

.....

.....

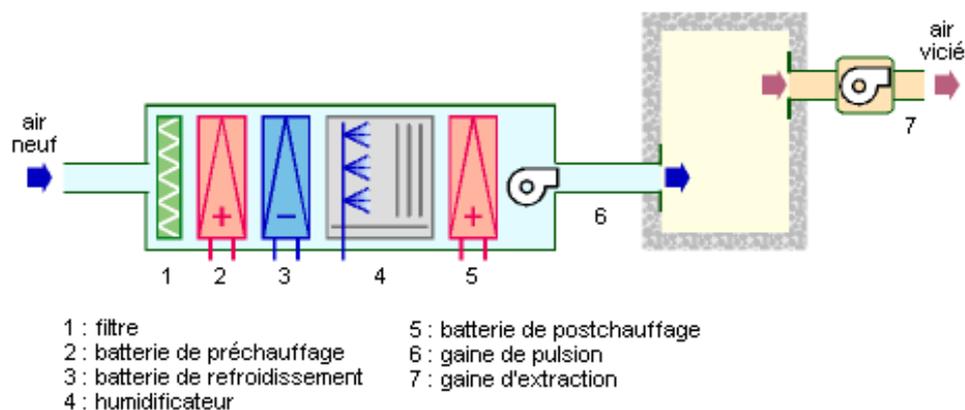
SYSTÈME TOUT AIR, À DÉBIT CONSTANT, MONO-GAINE



Principe de fonctionnement :

Le système de conditionnement d'air "tout air neuf, à débit constant, mono-gaine" est un système où l'air est préparé (chauffé, refroidi, humidifié,...) en centrale dans un caisson de traitement d'air, puis envoyé par un réseau de gaines vers le/les locaux.

En voici un exemple, appliqué à une zone :



Système tout air, à débit constant, mono-gaine :

- unizone
 - basse pression
 - haute pression (avec boîte de détente)
- multizone
 - basse pression
 - haute pression (avec boîte de détente)

TERMINOLOGIE :

"Tout air" :

L'air est le fluide caloporteur de chaleur, de froid, ou d'humidité.

Par exemple :

- si en hiver le local présente des déperditions, l'air pourra être soufflé à 28°C,
- mais si en été, le local subit des apports solaires, l'air pourra être soufflé à 16°C,
- et si, dans la salle de cinéma, le film très suggestif provoque beaucoup de dégagement de vapeurs de la part des spectateurs, l'air sera soufflé très sec !

"Débit constant" :

Le débit est fixé par le ventilateur (qui ne dispose que d'une seule vitesse de rotation).

La régulation est réalisée par action sur la température et le taux d'humidité de l'air pulsé.

"mono-gaine" :

Un seul réseau de gaine est créé, et donc un seul niveau de température est disponible pour la(les) pièce(s) climatisée(s).

"uni-zone ou multi-zones" :

Uni-zone : il n'existe qu'une seule zone à traiter (une salle de conférences, par exemple),

Multi-zones : on crée plusieurs zones dans le bâtiment, chaque zone pouvant recevoir un air traité spécifiquement en fonction de ses besoins.

Remarque : une zone peut comprendre plusieurs locaux.

"basse ou haute pression " :

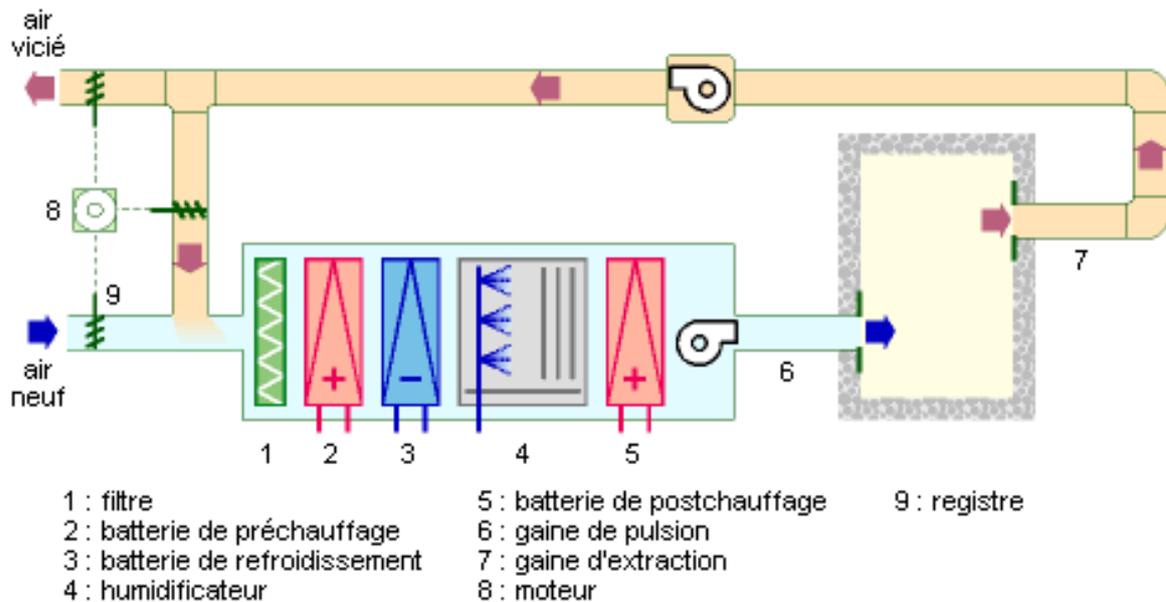
On parle de basse pression du ventilateur

- si pression < 800 Pa, ou 80 mmCE
- si vitesse d'air dans les gaines comprise entre 2 et 7 m/s

On parle de réseau haute pression si la vitesse dans les conduits atteint de 12 à 16 m/s

SYSTEME À RECYCLAGE PARTIEL

En vue de diminuer les coûts d'exploitation, l'air extrait peut être recyclé partiellement.



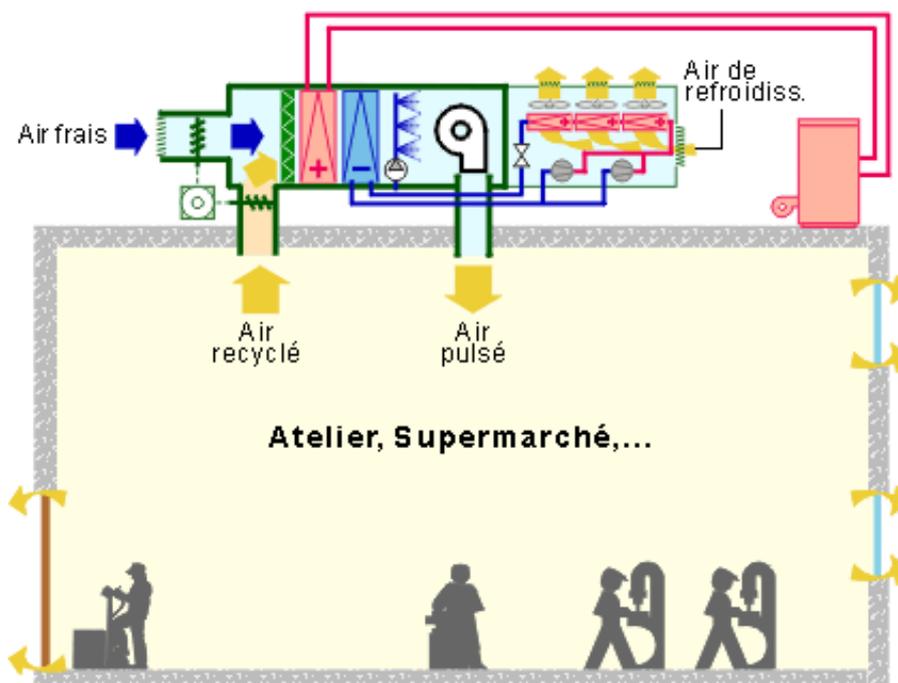
Des registres motorisés modulent les débits d'air recyclé et d'air rejeté. Le débit d'air neuf peut donc varier mais sans jamais descendre sous le débit minimal d'air neuf hygiénique en période d'occupation.

CENTRALE DE TOITURE (Roof-top) :

Ces centrales de toiture se présentent sous forme compacte et peuvent regrouper les mêmes composants que les centrales unizones.

Elles sont alimentées en fluide (eau chaude, eau glacée) par des systèmes de production décentralisés, ou elles disposent de productions autonomes (batterie froide à détente directe, batterie de chauffage direct au gaz ou électrique).

L'air traité est soufflé à débit constant (DC) vers les locaux soit dans un conduit unique (1C) de soufflage équipé de bouches, soit directement par une grille.



Les roof-top actuels n'assurent que des fonctions de ventilation, réchauffage, rafraîchissement (sans contrôle de la déshumidification) de l'air. Ils sont régulés directement par des thermostats d'ambiance.

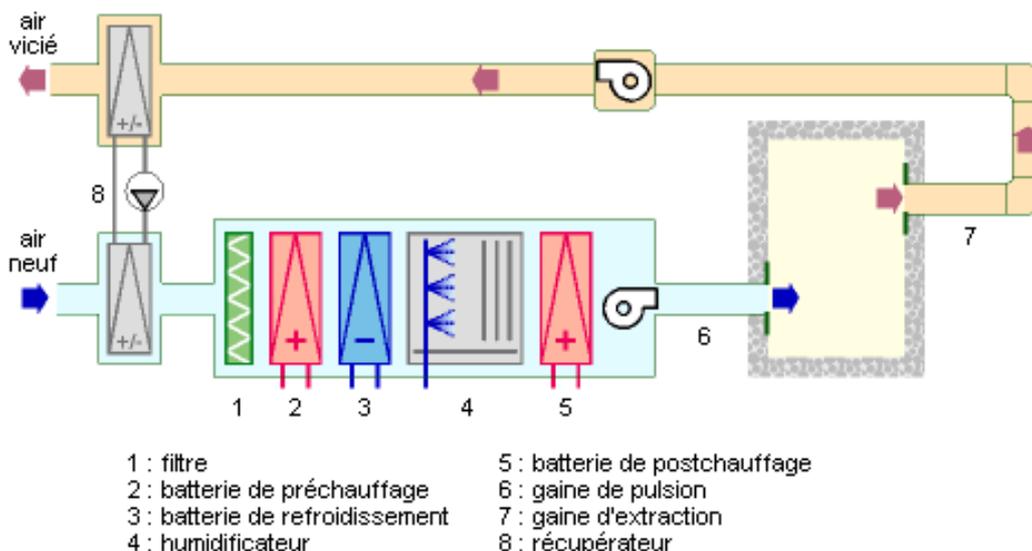
On retrouvera également les sécurités incendie, thermostat antigel obligatoires et d'éventuels pressostats différentiels pour le colmatage des filtres et suivi du fonctionnement des ventilateurs.

Avantages	Inconvénients
Gain de volume intérieur	Nécessité d'une toiture terrasse accessible et résistante (250 daN/m ²)
Peu de fluides auxiliaires	Maintenance importante (intempéries)
Conduits aérauliques courts	Gamme de puissance très limitée : <ul style="list-style-type: none"> • 8 à 55 kW en froid • 7 à 52 kW en chaud • 5700 à 15000 m³/h
Autonomie de fonctionnement	Esthétique, problèmes d'étanchéité à la traversée des dalles, problèmes acoustique
Coût d'investissement moyen	Maintenance assez chère

SYSTEME AVEC RECUPERATION DE LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Pour réduire les coûts d'exploitation des *Systèmes de Traitements d'Air*, liés aux importantes consommations d'énergies, on récupère l'enthalpie de l'**air rejeté** à l'extérieur, au niveau du caisson de mélange, grâce à trois types de systèmes *économiseurs* :

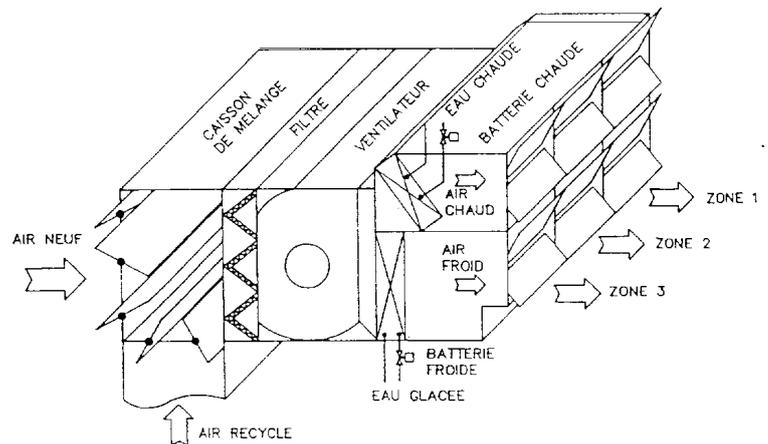
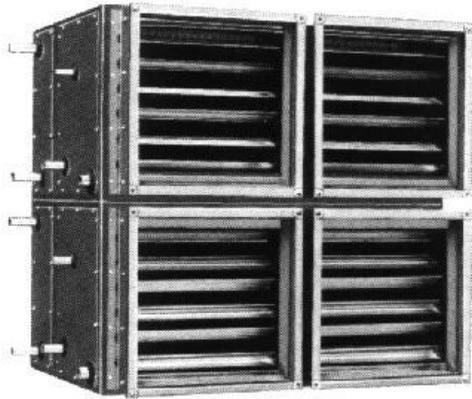
- **Systèmes à régénération** : un matériau *accumulateur* solide ou liquide emmagasine la chaleur sensible et / ou latente, pour la restituer ultérieurement.
- **Systèmes à récupération** : des surfaces d'échange solides permettent un transfert de chaleur sensible des veines d'air rejetées à l'air neuf introduit en centrale.
- **Systèmes à thermofrigopompe** : un fluide frigorigène assure un transfert de chaleur, moyennant un apport d'énergie électrique ou thermique, de l'air rejeté (*source chaude*) à l'air neuf (*source froide*).



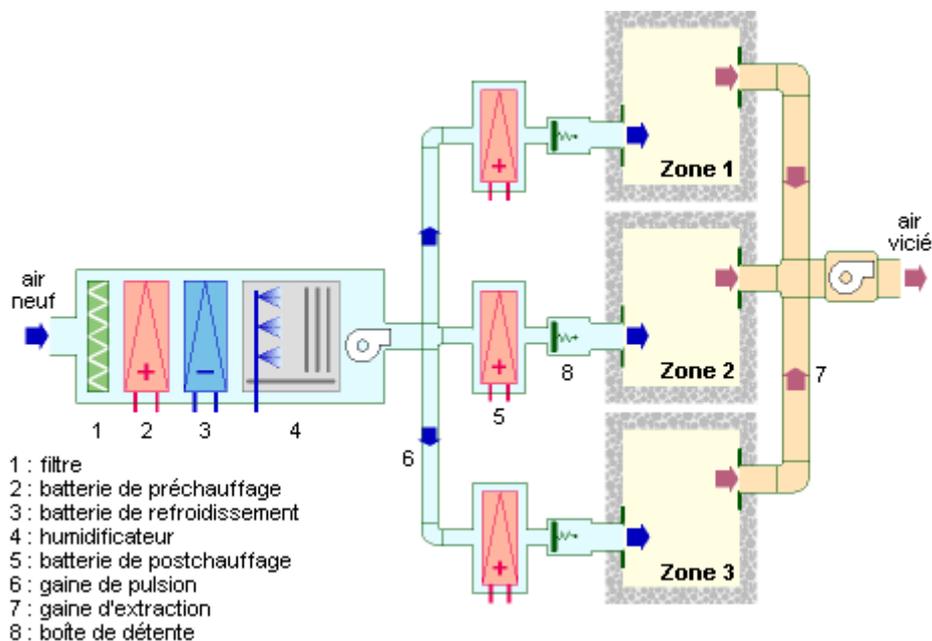
ON RENCONTRE AUSSI INSTALLATIONS "TOUT AIR, À DÉBIT CONSTANT, MONO GAINE, MULTI-ZONES "

Dans ces centrales multizones, seule une partie des traitements sont centralisés. Les batteries chaude et froide sont disposées *en parallèles, en aval* du ventilateur de soufflage, et *en amont* d'un *caisson de répartition*. Des débits d'air chaud et froid sont mélangés en proportions variables dans ce caisson, pour chaque zone climatisée. Le débit total soufflé reste *constant (DC)*.

Sections multizones



Les airs froids et chauds sont préparés à températures constantes, mélangés en fonction des charges de chaque zone, puis soufflés dans des *conduits uniques* propres à chaque zone. Les températures et humidités ambiantes de chaque zone peuvent être ajustés par des humidificateurs et réchauffeurs électriques terminaux.



Pour les bâtiments autres que d'habitation, la Réglementation thermique (articles 36 et 37 du décret 88-355 du 12/04/88) interdit la production simultanée d'eau froide et chaude. En été la batterie chaude principale doit donc être alimentée par un système de récupération sur des condenseurs de machines frigorifiques.

<i>Fonctions principales</i>	<i>Composants courants</i>
Introduction d'air neuf hygiénique Recyclage d'air repris	Caisson de mélange à trois volets (registres à lames opposées)
Filtrage	Filtres gravimétriques (média non tissé ou poches)
Soufflage et reprise	Ventilateurs centrifuges à action, simple ou double ouïe d'aspiration
Chauffage principal	Batteries à eau chaude (production décentralisée) ou récupération sur machine frigorifique ou cogénération
Rafrâichissement et déshumidification	Batterie à eau glacée (production décentralisée) Batterie à détente directe
Préparation des débits de soufflage par zones	Caisson de répartition
Réchauffage terminal	Batteries électriques
Humidification terminale	Humidificateur à vapeur

UTILISATION :

Ces centrales multizones sont destinées à des **locaux commerciaux ou tertiaires** dans lesquels les locaux peuvent être regroupés par zones où les charges internes et les conditions d'ambiance sont différentes. Par exemple des locaux orientés plein sud et plein Nord, locaux périphériques et noyau central.

Avantages	Inconvénients
Simplicité et sûreté de fonctionnement	Dimensionnement délicat, pour le choix des consignes des airs chaud et froids
Individualisation par zones	Centrale et réseau aéraulique encombrants
Bon bilan d'exploitation, possibilité d'utiliser la stratification de l'air en centrale	Investissement élevé Maintenance assez chère
Facilité d'obtention de points de soufflage disparates sur le diagramme psychrométrique	Obligation de récupération pour utiliser la batterie chaude en été

DOMAINE D'APPLICATION DE CES DIFFERENTS SYSTEMES

Le système "tout air" a de l'intérêt lorsque un débit d'air élevé et constant est souhaité : on pense par exemple aux salles de spectacles où de toute façon on doit apporter de l'air aux personnes ...

Le système "tout air - unizone" a de l'intérêt lorsque :

- Un seul local est à climatiser, généralement de grand volume : salle de spectacles, salle d'opérations, salle de réunion, ...
- Il existe plusieurs locaux dont le fonctionnement thermique est similaire et pour lesquels un respect strict des consignes de température n'est pas imposé : plusieurs bureaux similaires sur une même façade, ...

Le système "tout air - unizone" a de l'intérêt dans le cas où les charges thermiques varient mais que les locaux peuvent être regroupés en zones de fonctionnement thermique similaire (et pour lesquels une modulation *limitée* des consignes de température est requise) : le placement de batteries terminales permettra alors de répondre plus précisément aux besoins.

Pourrait-on l'appliquer à un complexe de plusieurs salles de cinémas ? Probablement pas puisqu'il faudra chauffer la salle où deux nostalgiques regardent un film de Ingmar Bergmann, et refroidir la salle voisine où 350 personnes regardent avec passion "Titanic : le retour" où le bateau resurgit du fond des mers

AVANTAGES :

- Simplicité globale,
- facilité de dimensionnement,
- régulation simple, fiable et centralisée,
- fonctionnement stable, donc coût de maintenance réduit,
- pas d'alimentation en eau chaude ou froide dans les locaux, sauf si la variante avec batteries de réchauffage en eau chaude est choisie,
- faible niveau sonore, sauf avec les installations haute pression,
- possibilité d'utilisation d'air extérieur pour le refroidissement gratuit (free cooling),
- contrôle de l'humidité relative en centrale et de l'empoussièrément.

INCONVENIENTS :

- Le débit d'air est constant. Or il est dimensionné pour la situation extrême, généralement celle de l'été, en période de canicule avec un soleil de plomb ! Conclusions : de tels débits entraînent une consommation élevée des ventilateurs et, dans certains cas, de l'inconfort toute l'année !
- L'encombrement de la centrale et du réseau de gaines (gros débits, section importante des conduites d'air neuf, d'air pulsé et d'air extrait). C'est pour limiter cet encombrement que l'on a recours à une conception de réseau de gaines sous haute pression.
- Intégration obligatoire dès la conception du bâtiment.
- Si uni-zone, température et humidité de soufflage uniques, d'où, si plusieurs locaux :
 - Un manque de précision dans le respect des consignes.
 - Une surconsommation suite à l'absence de régulation par pièce.
- Si multi-zone :
 - Il n'est pas possible de moduler le débit d'air neuf en fonction de la présence ou non d'occupants dans chacune des zones.
 - Si l'air doit pouvoir être refroidi et réchauffé distinctement dans chaque zone, une batterie de chauffe et un groupe de refroidissement peuvent être ajoutés pour chaque zone, mais le coût d'installation devient prohibitif.
 - Les batteries électriques sont peu coûteuses à l'investissement mais très onéreuses à l'usage, à l'opposé des batteries d'eau chaude qui sont coûteuses à l'investissement (deux tubes).
- Si la vitesse de déplacement de l'air est augmentée pour diminuer les sections, le niveau de bruit sera nettement plus élevé et demandera un traitement acoustique sérieux.
- Equipements de plus grande solidité pour résister aux pressions, si variante en haute pression.