

Le renouvellement d'air d'un local est assuré par de l'air neuf hygiénique extérieur, non pollué et avec un pourcentage d'oxygène intact.

Cet air neuf aura donc pour but de :

- maintenir constante la teneur en oxygène de l'air des locaux
- de limiter la concentration en CO₂ rejeté par la respiration
- d'éliminer l'humidité et les odeurs.

I) RÉGLEMENTATION ET OBLIGATION LÉGALE :

1.1) Calcul du débit massique correspondant au débit volumique réglementaire :

Pour simplifier les calculs et harmoniser le choix du débit minimal par occupant, les conditions de référence sont : 20 °C pour la température sèche et 50 % pour le degré hygrométrique.

Le débit massique correspondant au débit volumique réglementaire se calcule simplement à partir de la masse volumique spécifique ou du volume massique spécifique.

Pour 20 °C et 40 %, on a : $\rho = 1,2 \text{ kg}_{\text{as}}/\text{m}^3$ et $v'' = 1/\rho = 0,833 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{as}}$

$$\mathbf{qm_{AN} = qv_{AN} \cdot \rho / 3600} \quad \text{ou} \quad \mathbf{qm_{AN} = qv_{AN} / (v'' \cdot 3600)} \quad \text{avec } \mathbf{qv_{AN}} \text{ en } \mathbf{m^3/h} \text{ et } \mathbf{qm_{AN}} \text{ en } \mathbf{kg_{as}/s}$$

1.2) Réglementation relative aux locaux à pollution non spécifique :

1.2.1) Circulaire du 20 janvier 1983 :

Cette réglementation fixe les débits minimaux par occupant en fonction du type de local et de l'activité des occupants.

Prescriptions minimales d'air neuf en m³/h pour un occupant :

Type de locaux	locaux avec interdiction de fumer	locaux sans interdiction de fumer ⁽²⁾
Locaux d'enseignement : Classes, salles d'études, laboratoires (sauf ceux à pollution spécifique)		
Maternelles, primaires et secondaires du premier cycle	15	-
Secondaires du deuxième cycle et universitaires	18	25
Ateliers (d'enseignement)	18	25
Locaux d'hébergement :		
Chambre collectives(plus de trois personnes ⁽¹⁾ , dortoirs, cellules, salles de repos...)	18	25
Bureaux et locaux assimilés⁽³⁾		
Locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques ...	18	25
Locaux de réunion⁽³⁾		
Salle de réunion, de spectacle, de culte, clubs, foyers ...	18	30
Locaux de vente⁽³⁾		
Boutiques, supermarchés ...	22	30
Locaux de restauration⁽³⁾		
Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger ...	22	30
Locaux à usage sportif		
Par sportif :		
- dans une piscine	22	-
- dans les autres locaux	25	30
Par spectateur :	18	30

⁽¹⁾ Pour les chambres de moins de trois personnes, le débit minimal à prévoir est de 30 m³/h par local.

⁽²⁾ Compte tenu de la loi « Evin » et du décret N° 2006-1386 du 15/11/06, cette notion de locaux « fumeurs et non fumeurs » est complètement caduque.

⁽³⁾ Cette réglementation est relativement ancienne et ne s'applique plus aux locaux de travail qui sont régis par le Code du travail. La notion de locaux « fumeurs » n'existe plus dans l'article qui suit.

1.2.2) Locaux régis par le code du travail : Art. R232-5-3 remplacé par Art. R4222-6 du Code de Travail

Cet article a été inscrit dans le Code du Travail par la publication du Décret n° 2002-1553 du 24 décembre 2002 (JO du 29 décembre 2002) en vigueur le 1er juillet 2003.

Dans les locaux à pollution non spécifique, lorsque l'aération est assurée par des dispositifs de ventilation, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau ci-après.

Prescriptions minimales d'air neuf en m³/h pour un occupant :

Type de locaux	Débit minimal en m ³ /h.occupant
Bureaux et locaux assimilés sans travail physique	25
Locaux de réunions, spectacle, vente, restauration	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

1.3) Prescriptions pour la consommation d'énergie :

Ces prescriptions ne s'appliquent qu'aux locaux dont la température normale d'occupation est égale ou supérieure à 10°C et ne peuvent s'opposer aux règlements pris en matière de santé, de salubrité, d'hygiène et de sécurité (c'est le cas pour les salles blanches ou de processus de fabrication) :

- Lorsque la ventilation des locaux est assurée par des dispositifs spécifiques, le renouvellement d'air spécifique de l'ensemble d'un bâtiment ne doit pas, dans les conditions climatiques moyennes d'hiver, excéder 1,2 fois en zones H[1] et H[2] et 1,3 fois en zone H[3] la somme des débits minimaux imposés par les règlements pris en matière de santé, d'hygiène et de sécurité pour les locaux de ce bâtiment.
Si le même air extérieur sert à ventiler successivement plusieurs locaux, le débit minimal imposé est égal au plus grand des deux débits suivants :
 - x débit tenant compte de la nature et de la quantité de polluant émis;
 - x débit tenant compte de l'effectif global des occupants présents dans ces locaux.
- Toutefois, la limite supérieure ci-dessus définie peut être dépassée si un dispositif de récupération ou de transfert de chaleur permet, malgré l'augmentation de débit, de ne pas augmenter les consommations d'énergie.
- La ventilation de locaux ou de groupes de locaux ayant des horaires d'occupation ou d'émission de polluants nettement différents doit être assurée par des systèmes de ventilation indépendants.
- La ventilation par dispositifs spécifiques doit pouvoir être arrêtée en cas de non-occupation ou de non-pollution des locaux.
 - x On installera alors des dispositifs détecteurs de présence permettant en cas d'inoccupation de mettre l'installation en recyclage total.
 - x Le débit d'air neuf peut aussi être adapté en fonction de la concentration d'odeurs, de fumées, de CO₂ par la mesure de la qualité de l'air (sonde de qualité d'air) . Le débit est adapté progressivement en fonction de la mesure réalisée.
- Le système de ventilation peut permettre d'obtenir des débits supérieurs aux limites fixées à condition qu'un dispositif automatique condamne cette possibilité lorsque le chauffage fonctionne.
Lorsque les charges sont positives, l'air neuf permettra de les combattre gratuitement : le débit pourra donc être augmenté jusqu'à équilibre : refroidissement gratuit ou « freecooling ».
- Lorsqu'en période de chauffage est prévue une humidification de l'air amené, un dispositif automatique doit pouvoir régler l'humidification à un niveau qui correspond à une humidité absolue de l'air neuf amené inférieure ou égale à 5 grammes par kilogramme d'air sec sans augmentation de l'humidité absolue de l'air éventuellement recyclé. En général, en hiver, la centrale d'air neuf comporte une batterie chaude et un humidificateur. L'air à la sortie de cette centrale ne doit pas avoir une humidité plus grande que 5 g_{eau}/kg_{as}.
En application confort, on contrôle pas l'humidité dans le local; La centrale d'air neuf ne comporte alors qu'une batterie chaude.

II) INCIDENCE ÉNERGÉTIQUE DE L'AIR NEUF :

Les débits d'air neuf induisent une consommation d'énergie qu'il est possible de calculer facilement à partir des données du cahier des charges du projet.

2.1) Air neuf soufflé aux conditions extérieures dans le local :

L'air neuf est amené après filtration aux conditions extérieures dans le local. Le mélange de cet air hygiénique se fait directement avec l'air du local, dans le local.

Un dispositif d'extraction d'air vicié assure l'équilibre en pression de ce local et la pérennité du renouvellement d'air.

Le calcul des charges dues à l'air neuf se fait simplement pour chaque saison respective :

Charges totales :

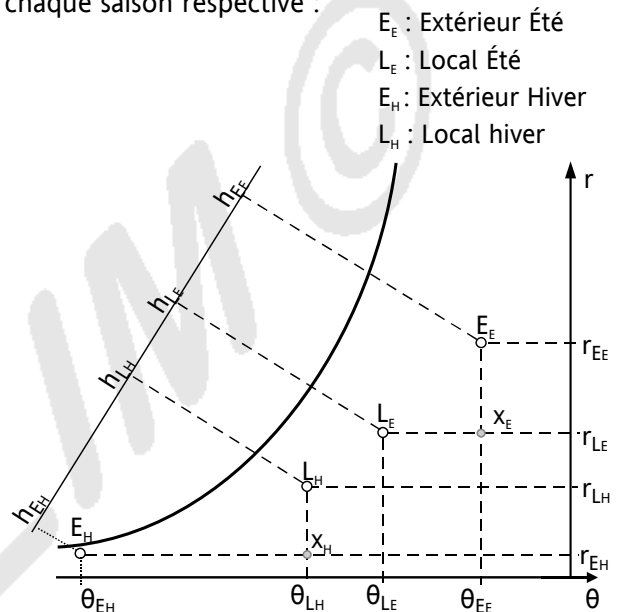
- Hiver : $\Phi_{TAN} = qm_{AN} \cdot (h_{EH} - h_{LH})$ en [kW]
- Été : $\Phi_{TAN} = qm_{AN} \cdot (h_{EE} - h_{LE})$ en [kW]

Charges sensibles :

- Hiver : $\Phi_{SAN} = qm_{AN} \cdot (h_{EH} - h_{XH})$ en [kW]
- Été : $\Phi_{SAN} = qm_{AN} \cdot (h_{XE} - h_{LE})$ en [kW]

Charges hydriques :

- Hiver : $\Phi_{LAN} = qm_{AN} \cdot (r_{EH} - r_{LH}) \cdot Lv(\theta_{LH})$ en [kW]
 $\Phi_{LAN} = qm_{AN} \cdot (h_{XH} - h_{LH})$ en [kW]
- Été : $\Phi_{LAN} = qm_{AN} \cdot (r_{EE} - r_{LE}) \cdot Lv(\theta_{LE})$ en [kW]
 $\Phi_{LAN} = qm_{AN} \cdot (h_{XE} - h_{LE})$ en [kW]



Lv : Chaleur latente de vaporisation de l'eau à la température du local en kJ/kg_{eau}

Ces charges dues à l'air neuf s'ajoutent aux charges totales du local et induisent inévitablement une augmentation de la dimension du caisson et des batteries du système de traitement d'air.

En Hiver, ces charges sont négatives et positives en Été.

Celles-ci doivent être impérativement rajoutées au bilan thermique du local sauf si elle ont déjà été prises en compte dans le bilan thermique du local réalisé au préalable.

2.2) Air neuf préparé en centrale dédiée : CTAN

Lorsque l'air neuf est préparé en centrale, il doit l'être pour les deux saisons.

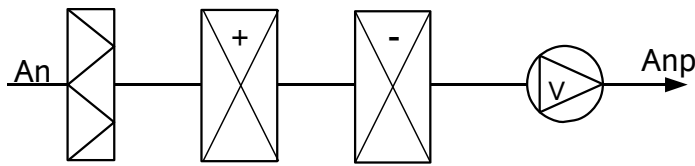
Une centrale de traitement de l'air neuf (CTAN) prépare pour l'ensemble des locaux de l'air neuf à une température et une humidité qui se rapprocheront autant que possible des conditions intérieures.

Cette centrale d'air neuf peut :

- soit souffler directement l'air neuf préparé dans le local; le mélange s'effectuant dans le local.
- soit distribuer l'air neuf préparé à plusieurs centrales secondaires (une pour chaque local ou groupe de locaux) . Il faudra choisir le point de sortie (ou les points de sortie pour les deux saisons) de sorte que le point de mélange permette une évolution après mélange, la plus simple et la plus économique possible; ceci pour l'ensemble des centrales secondaires.

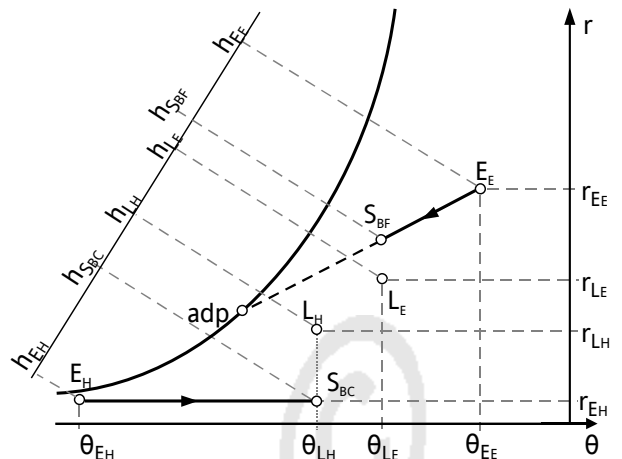
La question de l'humidité au soufflage de cette centrale se pose alors.

2.2.1) En confort, l'humidité est rarement contrôlée car elle induit des surcoûts énergétiques importants. Seule la température sera contrôlée à l'aide d'une batterie chaude (hiver) et d'une batterie froide (été).



L'air neuf est préparé à la température du local :

- Les charges sensibles dues à l'air neuf sont donc nulles.
- Seul subsiste un différentiel d'humidité ou de charge hydrique en excédent pour l'été et en déficit pour l'hiver. L'humidité n'étant pas contrôlée dans le local, il n'est pas nécessaire d'intégrer aux charges du local le différentiel de charge hydrique.



Les batteries auront pour caractéristiques :

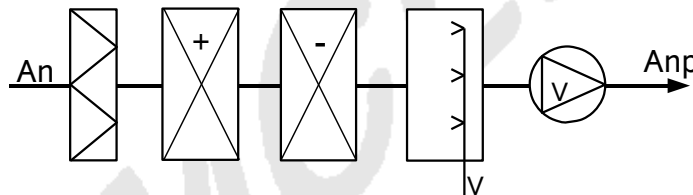
Batterie froide :

- Puissance : $\Phi_{BF} = qm_{AN} \cdot (h_{EE} - h_{SBF})$ en [kW]

Batterie chaude :

- Puissance : $\Phi_{BC} = qm_{AN} \cdot (h_{SBC} - h_{EH})$ en [kW]

2.2.2) Si l'humidité est contrôlée, la centrale se composera de trois batteries : batterie chaude et humidificateur vapeur (hiver) et d'une batterie froide (été).



Pour combler le déficit important d'humidité en hiver, on installe un humidificateur à vapeur pour ramener l'air neuf à la valeur maximale réglementaire de $5 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{as}}$.

Pour l'été, il n'est pas économique de ramener l'humidité absolue du point de sortie S_{BF} à la valeur de l'humidité du local.

En effet, il faudrait refroidir l'air neuf à une température inférieure à celle du local pour ensuite réchauffer cet air. En général, un seul groupe d'eau glacée fournit cet eau pour l'ensemble du système.

Le régime d'eau glacée sera donc le même pour toutes les batteries froides de l'installation.

Il faudra donc choisir le point de sortie de la batterie froide en fonction de ces critères.

Les batteries auront pour caractéristiques :

Batterie froide :

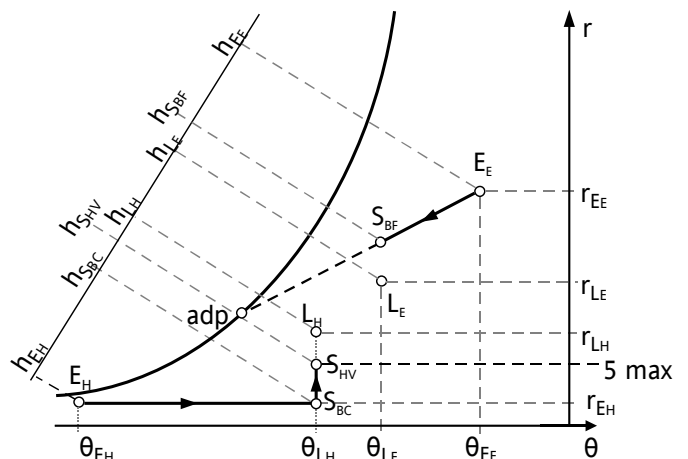
- Puissance : $\Phi_{BF} = qm_{AN} \cdot (h_{EE} - h_{SBF})$ en [kW]

Batterie chaude :

- Puissance : $\Phi_{BC} = qm_{AN} \cdot (h_{SBC} - h_{EH})$ en [kW]

Humidificateur vapeur :

- Puissance : $\Phi_{HV} = qm_{AN} \cdot (h_{SHV} - h_{SBC})$ en [kW]



L'air neuf est préparé à la température du local :

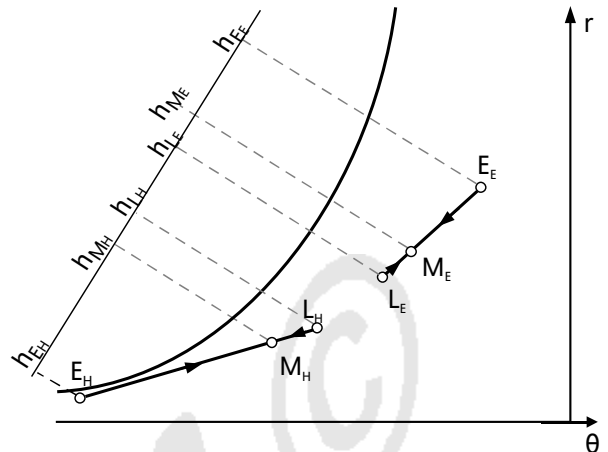
- Les charges sensibles dues à l'air neuf sont nulles,
- L'excédent d'humidité pour l'été et le déficit pour l'hiver devront être pris en compte dans le calcul des éléments traitant l'air du local .

2.3) Air neuf mélangé en centrale :

L'air neuf est préalablement mélangé à l'air recyclé du local.

Le caisson de mélange se trouve à l'entrée de la centrale de traitement d'air qui sera chargée d'assurer :

- l'apport d'air neuf hygiénique
- le traitement d'air pour réaliser l'équilibre thermique du local



Malgré une diminution d'énergie importante du fait du recyclage de l'air du local, cet apport d'air neuf induira une augmentation de la puissance des éléments de la centrale de traitement d'air.

Attention ! Si le bilan thermique intègre les charges dues à l'air neuf, il faudra retrancher ces charges au chiffres de ce bilan. Dans la négative, cela reviendrait à compter deux fois les charges dues à l'air neuf.

Les puissances des éléments de la centrale intégreront automatiquement ces charges car le point de mélange se déplacera sur la droite de mélange vers le point d'air neuf suivant le rapport entre le débit d'air neuf et le débit d'air recyclé.

L'impact de l'air neuf dans le cas d'un mélange en centrale se calcule de la façon suivante :

- Hiver : $\Phi_{TAN} = qm_{AN} \cdot (h_{EH} - h_{LH}) = qm \cdot (h_{MH} - h_{LH})$ en [kW]
- Été : $\Phi_{TAN} = qm_{AN} \cdot (h_{EE} - h_{LE}) = qm \cdot (h_{ME} - h_{LE})$ en [kW]

qm : débit massique total du système de traitement d'air avec $qm = qm_{AN} + qm_{ARC}$