



INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES

Halton

**Diffusion et Distribution de l'air
Réunion technique**

TARDY Vincent

Programme

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Types de diffusions dans le milieu tertiaire | (5 min) |
| 2. Notions élémentaires de diffusion d'air | (20 min) |
| 3. Diffusion par mélange | (10 min) |
| 4. Déplacement d'air | (5 min) |
| 5. Notions élémentaires de distribution aéraulique | (10 min) |
| 6. Questions / Réponses | (15 min) |

Types de diffusions dans le milieu tertiaire

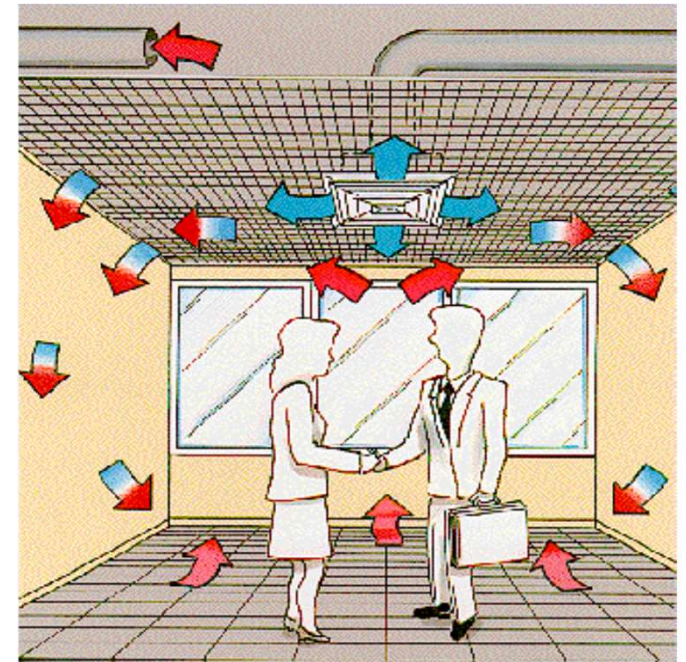
Types de diffusions – Diffusion par mélange

L'air est diffusé en partie haute du local, à une vitesse suffisante pour qu'il se mélange avec l'air du local (induction) et avec une différence de température significativement inférieure à la température ambiante (-6 à -14°C).

La température et la concentration en polluants sont homogènes dans le local (dilution).

La reprise peut indifféremment être positionnée en partie haute ou basse du local

Différentes manières de diffuser par mélange :
diffusion classique par jet, par flux tourbillonnaire, par induction,...

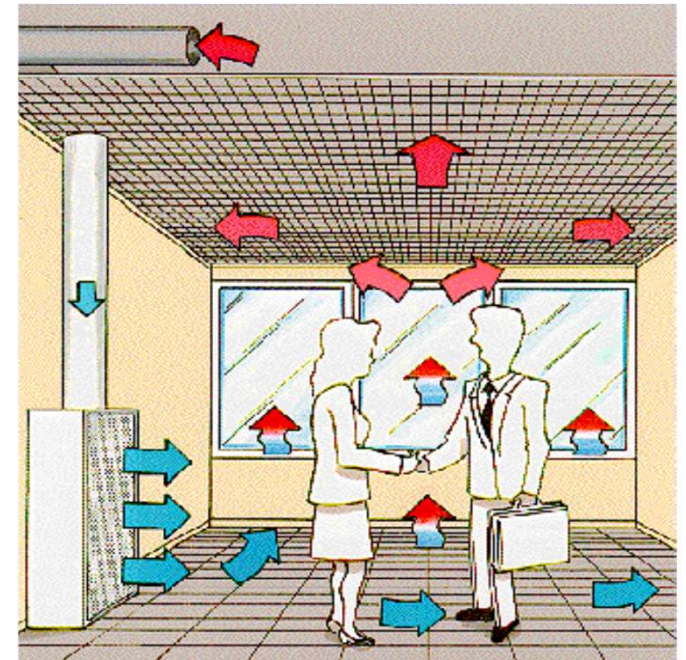


Types de diffusions – Diffusion par déplacement

L'air est diffusé depuis le sol à faible vitesse et à température légèrement inférieure à la température ambiante (-2 à -6°).

Il se répand au sol jusqu'aux sources de chaleur. Par convection naturelle les charges thermiques sont déplacées en partie haute du local.

La reprise doit être positionnée en partie haute du local.



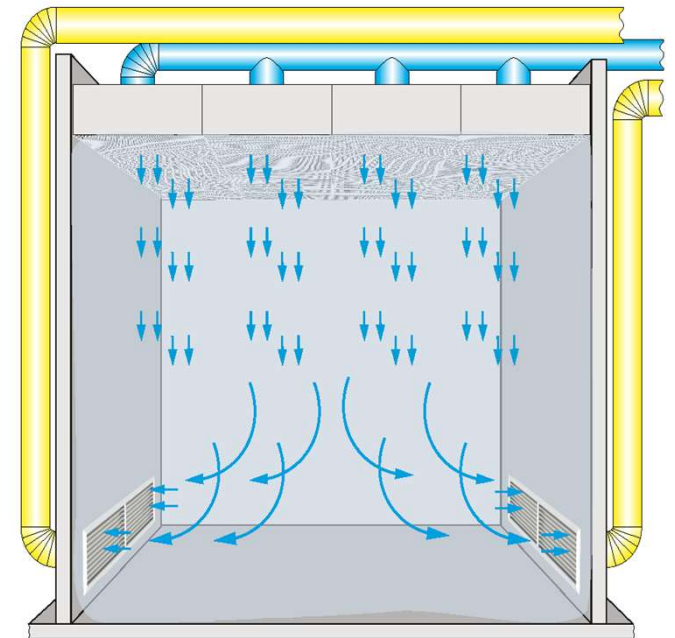
Types de diffusions – Diffusion par flux laminaire

L'air est soufflé de manière uniforme et unidirectionnelle, généralement du plafond vers le sol, à faible vitesse (0,2 à 0,45 m/s).



Il n'y a quasiment pas de mélange avec l'air ambiant : l'air neuf remplace progressivement l'air existant, créant un environnement à faible turbulence.

Ce type de diffusion est utilisé pour les environnements nécessitant une haute qualité d'air, comme les salles blanches, les blocs opératoires, certains laboratoires, stands de tir.

La reprise est généralement positionnée en partie basse du local pour assurer une évacuation efficace des contaminants.



Types de diffusions - Comparatif

Type de diffusion	Avantages 	Inconvénients 
Diffusion par mélange	<ul style="list-style-type: none"> - Homogénéité de la température. - Adapté aux espaces avec occupation variable. - Compatible avec différentes configurations de reprise. - Gradient de température faible grâce au mélange - Soufflage avec des écarts de t° importants possibles avec diffuseurs à forte induction. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de sensation d'inconfort en cas de vitesse d'air excessive et/ou d'écart de température importants. - Difficulté de brassage en grande hauteur (besoin de forts taux d'induction surtout en chauffage) - Moins efficace en termes d'économie d'énergie comparé à la diffusion par déplacement. - Brassage et dilution de la pollution.
Diffusion par déplacement	<ul style="list-style-type: none"> - Confort thermique optimisé (absence de courants d'air). - Évacuation plus efficace des polluants et chaleur en hauteur. - Moins de brassage des particules (meilleure qualité d'air). 	<ul style="list-style-type: none"> - A étudier avec précaution en chauffage. - Nécessite une reprise en partie haute, limitant la flexibilité architecturale. - Sensible aux obstacles au sol qui peuvent perturber la diffusion.
Diffusion par flux laminaire	<ul style="list-style-type: none"> - Très faible turbulence, idéal pour les environnements nécessitant une haute qualité d'air. - Empêche la contamination croisée dans les environnements sensibles. - Très efficace pour le confort thermique dans des applications spécifiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'installation et d'exploitation élevé. - Peu adapté aux espaces occupés de manière classique (bureaux, commerces). - Nécessite une reprise basse, ce qui peut être contraignant en termes de conception.

Notions élémentaires de diffusion d'air

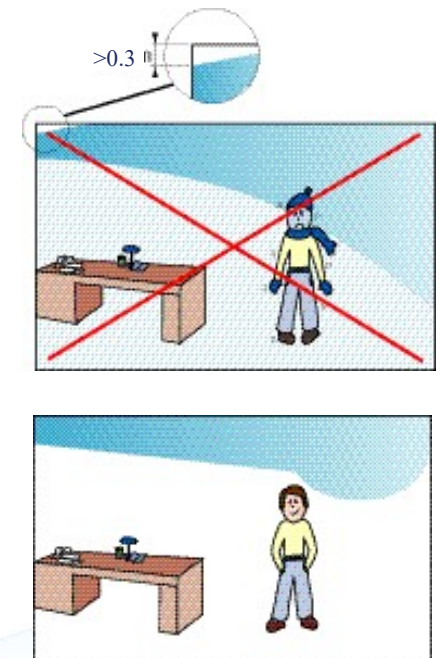
Notion élémentaire – Effet coanda

L'effet Coanda désigne la tendance d'un jet de fluide (ici, l'air) à s'attacher à une surface adjacente et à suivre sa courbure, même si cette surface n'est pas orientée perpendiculairement au jet.

Lorsque le jet d'air passe près d'une surface, il crée une zone de basse pression qui attire le flux vers cette surface. Cela permet au jet de "coller" à la surface et de se propager le long de celle-ci.

L'effet Coanda est exploité pour favoriser l'induction de l'air ambiant par le jet diffusé. Cela contribue à une homogénéisation de la température et des polluants dans le local, améliorant le confort thermique et la qualité de l'air.

Pour bénéficier de l'effet COANDA, on recommande une distance inférieure à 0,30 m.

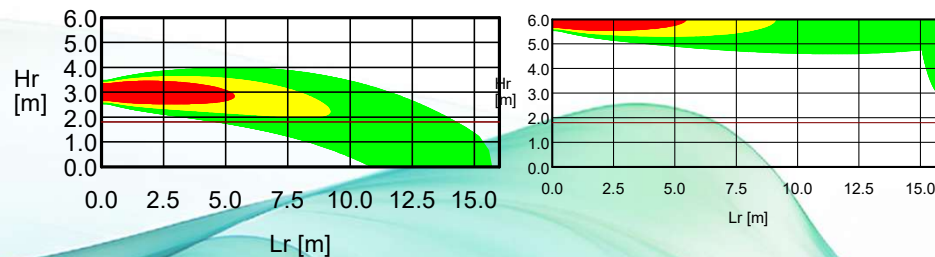


Notion élémentaire – Effet coanda

La portée est un peu plus longue que pour une veine d'air libre car sa vitesse décroît plus lentement, l'induction n'ayant lieu que sur un seul côté

La portée est la distance (en mètre) à l'extrémité de laquelle la vitesse terminale (V_t) du jet d'air atteint une valeur définie de 0,2 m/s ($L_{0.2}$) ou de 0,25 m/s (portée MAXI) selon les méthodes de mesure et selon les constructeurs.

Sans effet Coanda $L_{0.2} = L_{0.2} * 0.7$



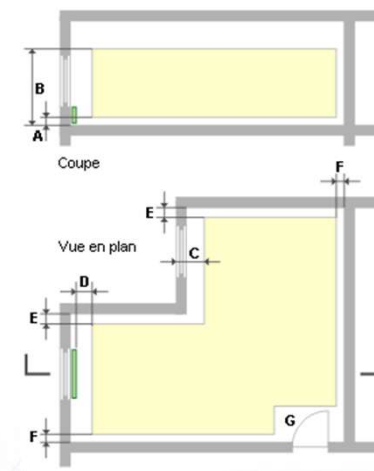
Notion élémentaire – Zone d'occupation

Les **limites de la zone d'occupation** selon la norme **EN 13779** sont définies pour garantir un confort optimal et une bonne qualité d'air dans les espaces occupés.

Les critères de confort doivent être respectés dans la zone d'occupation. Cette zone d'occupation définit le volume de base qui servira de base de dimensionnement.

Généralement elle est délimitée par un plan horizontal placé à 1,8 m du sol et par des plans verticaux parallèles aux parois et situés à une distance de 0,50 m.

Distance des parois par rapport à la zone d'occupation	Plage type (m)	Valeur par défaut (m)
A : sol	0 à 0,2	0,05
B : hauteur utile	1,3 à 2	1,8
C : devant les fenêtres et les portes extérieures	0,5 à 1,5	1
D : tient compte des techniques spéciales	0,5 à 1,5	1
E : mur extérieur	0,15 à 0,75	0,5
F : mur intérieur	0,15 à 0,75	0,5
G : devant les portes intérieures	–	–

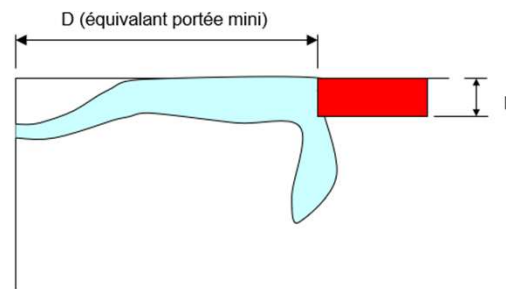
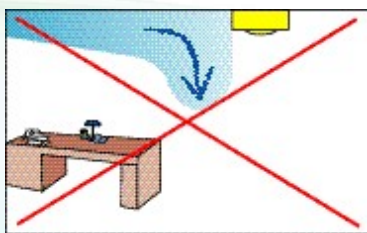
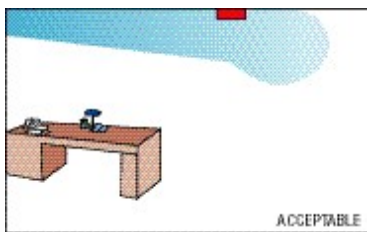


Notion élémentaire – Portée minimale

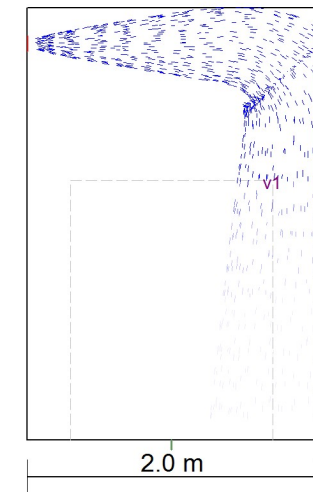
La portée mini sert à déterminer la zone à l'intérieur de laquelle il ne convient pas d'avoir d'obstacles. Longueur minimum (ou rayon) de la veine d'air ayant pour résultat une vitesse résiduelle dans la zone d'occupation de 0.25 à 0.10 m/s.

La distance minimum entre deux diffuseurs est égale à 2 fois la portée mini.

Si un obstacle atteint la hauteur critique, il vaut mieux penser à un autre positionnement des diffuseurs pour éviter tout décrochage et courant d'air.

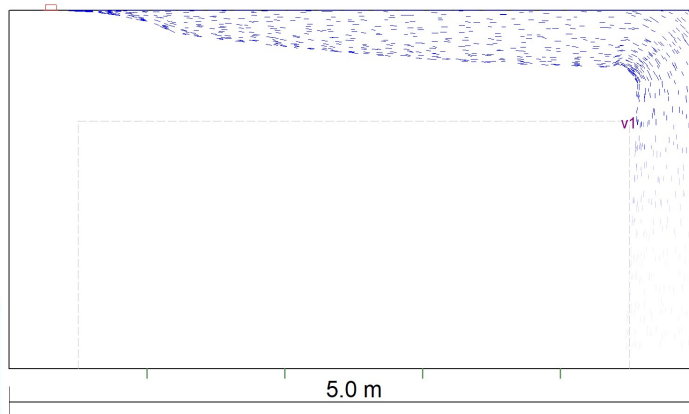


Hauteur Critique H_c :
 $H_c = d (0.08 - 0.005 \times DT)$
avec DT en $^{\circ}C$, h et d en m

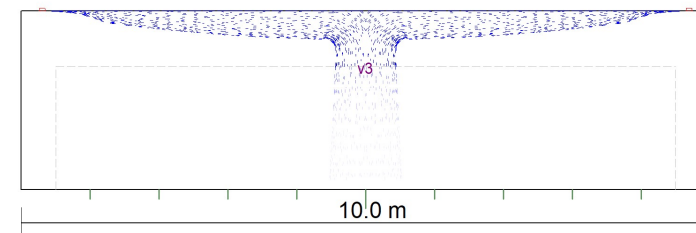


Notion élémentaire – Portée minimale

Froid		SLL/S-2-1072 Fente 0/2		2011.08	
Local		Débit total de soufflage	220 m ³ /h		
Dimension local	2.5 x 5.0 x 2.6 m		17.6 m ³ /(hm ²)		
Zone occupée :	h=1.8 m / dw=0.5 m	Température de soufflage	18.0 °C		
Air local	24.0 °C / 50 %	Perte de charge totale	10 Pa		
Apports :	-	Unité de mesure pression acoustique	25m ² sab		
Hauteur d'installation:	2.60 m	Pression acoustique totale:	23 dB(A)		
		Puissance froide totale	445 W		
			36 W/m ²		
		L _d :	-		
Point d'induction	v1				
v	-0.20 m/s				
ΔT	-0.2 °C				
v _{lim} = 0.20 m/s					



Froid		SLL/S-2-1072 Fente 0/2		2011.08	
Local		Débit total de soufflage	440 m ³ /h (2 x 220 m ³ /h)		
Dimension local	2.5 x 10.0 x 2.6 m		17.6 m ³ /(hm ²)		
Zone occupée :	h=1.8 m / dw=0.5 m	Température de soufflage	18.0 °C		
Air local	24.0 °C / 50 %	Perte de charge totale	10 Pa		
Apports :	-	Pression acoustique totale:	25 dB(A)		
Hauteur d'installation:	2.60 m	Puissance froide totale	890 W (2 x 445 W)		
			36 W/m ²		
		L _d :	-		
Point d'induction	v3				
v	-0.25 m/s				
ΔT	-0.3 °C				
v _{lim} = 0.20 m/s					



Notion élémentaire – Portée maximale

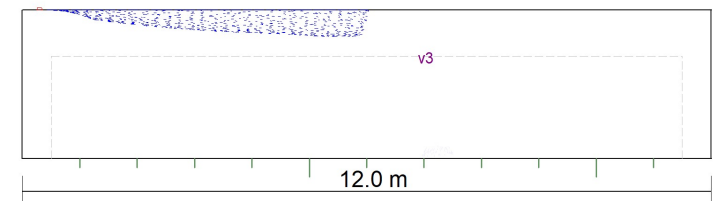
La portée maxi détermine la surface maximum couverte par un diffuseur.

Au delà de la portée maxi, il convient de rajouter un diffuseur.

La portée maxi correspond à une portée avec pour une vitesse terminale de l'ordre de 0,10 à 0.25 m/s.

Cette portée est variable en fonction de l'écart de température soufflage/ ambiance. Elle est souvent communiquée en isotherme

Froid		SLL/S-2-1072 Fente 0/2		2011.08
Local		Debit total de soufflage	220 m ³ /h	
Dimension local	2.5 x 12.0 x 2.6 m		7.3 m ³ /(hm ²)	
Zone occupée :	h=1.8 m / dw=0.5 m	Température de soufflage	18.0 °C	
Air local	24.0 °C / 50 %	Perte de charge totale	10 Pa	
Apports :	-	Unité de mesure pression accoustique (dB(A))	25m ² sab	
Hauteur d'installation:	2.60 m	Pression acoustique totale:	22 dB(A)	
		Puissance froide totale	445 W	
			15 W/m ²	
		L _d :	5.8 m	
Point d'induction	v3			
v	-0.15 m/s			
T	-0.2 °C			
vlim = 0.20 m/s				

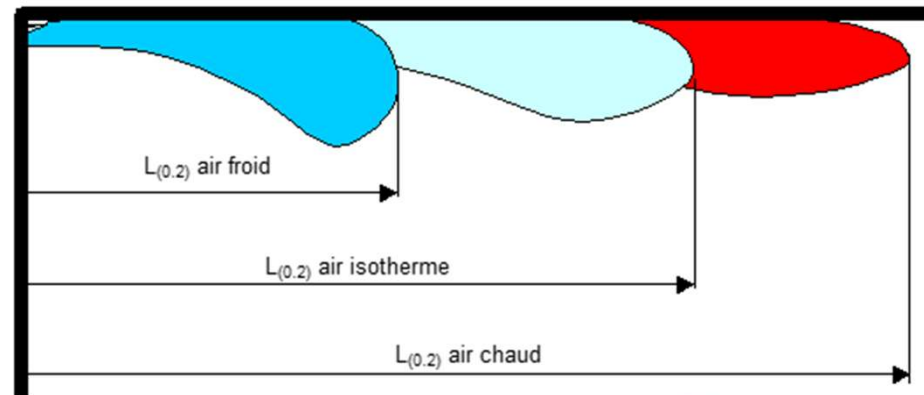
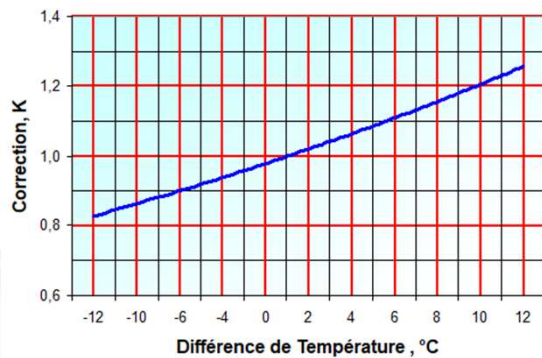


Notion élémentaire – Correction de portée maxi

AIR FROID : Lorsque de l'air froid est soufflé avec une grille ou un diffuseur bénéficiant de l'effet Coanda, la portée se réduit de l'ordre de 1.5% par degré, et la chute augmente.

AIR CHAUD: Lorsque de l'air chaud est soufflé avec une grille ou un diffuseur bénéficiant de l'effet Coanda, la portée augmente de l'ordre de 2% par degré.

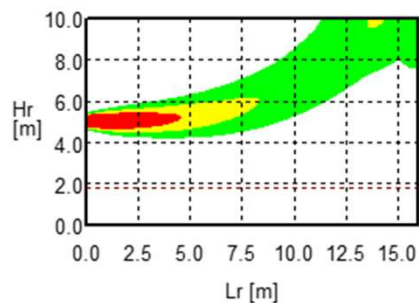
$$L_{0.2} \text{ réel} = L_{0.2} \text{ isotherme} \times K$$



Notion élémentaire – Jets d'air horizontaux

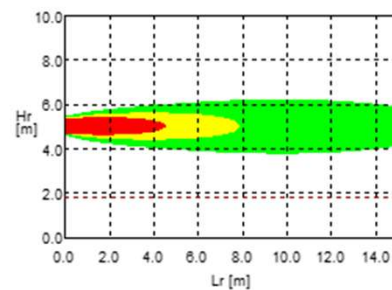
Jets d'air horizontaux anisothermes (sans effet coanda) :

- L'air froid, plus lourd que l'air ambiant a tendance à chuter dans la zone d'occupation et provoquer des courants d'air.
- L'air chaud, plus léger a tendance à monter au dessus de cette zone au risque de la négliger totalement (phénomène de stratification)



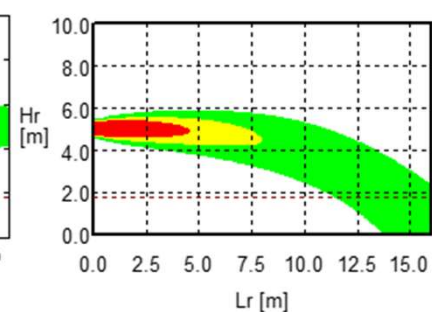
CHAUFFAGE

Ts > Tr



ISOTHERME

Ts = Tr



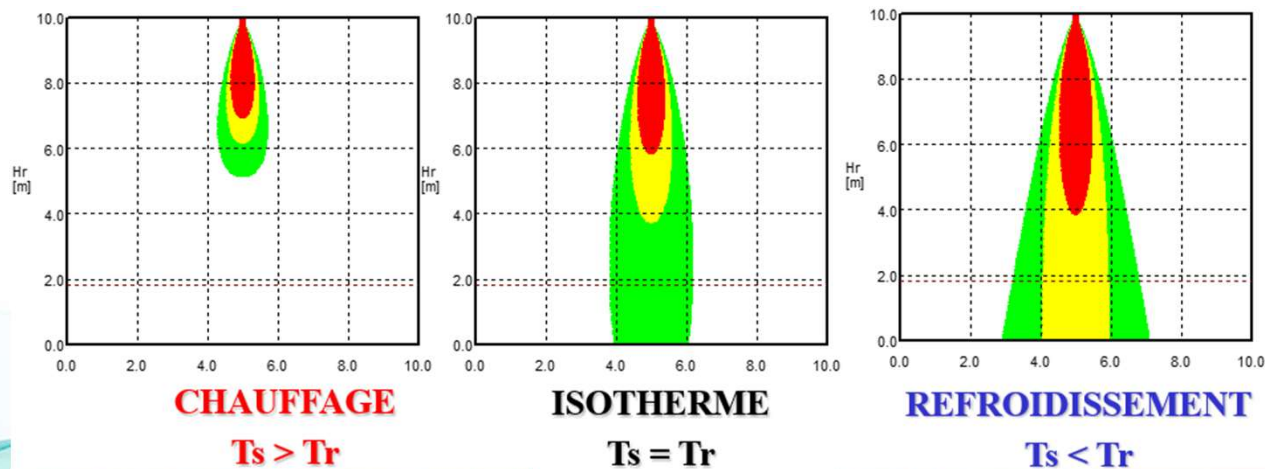
REFROIDISSEMENT

Ts < Tr

Notion élémentaire – Jets d'air verticaux

Jets d'air verticaux anisothermes (sans effet coanda) :

- Un jet d'air vertical ne subit aucune déflexion, seule sa distance de pénétration dans le local va être affectée.
- Pour des locaux assez haut (>4m), l'air froid risque d'arriver trop vite dans la ZO, et au contraire l'air chaud risque de ne jamais l'atteindre.



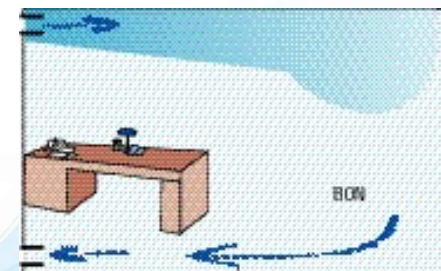
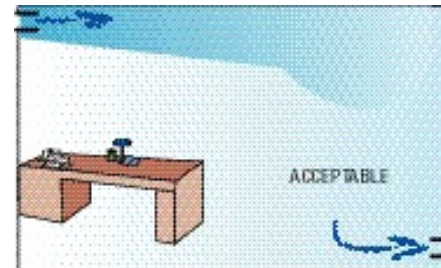
Notion élémentaire – Reprise de l'air vicié

Bien qu'il soit indispensable d'étudier soigneusement son implantation, il faut garder à l'esprit qu'elle ne participe pas au système de diffusion d'air.

A ce titre on ne peut pas espérer corriger un système de diffusion défectueux en agissant sur la reprise.

Toutefois il faut éviter des court-circuits qui conduisent à reprendre l'air soufflé avant qu'il soit convenablement mélangé à l'air ambiant. Si la reprise est en partie haute, il faut qu'elle soit placée au minimum en distance à la portée mini de diffusion

La bonne règle consiste à placer la reprise dans les zones où le risque de stagnation de l'air peut apparaître.



Diffusion par mélange

Diffusion par mélange : Diffuseurs linéaires

Montage à faible hauteur (<3,2m)

Montage avec effet de plafond

Diffusion horizontale avec orientation des ailettes

Possibilité de diffuser verticalement

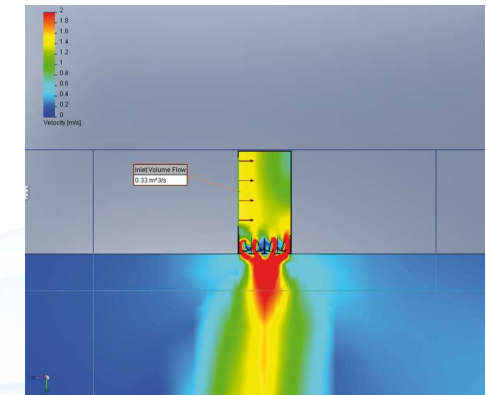
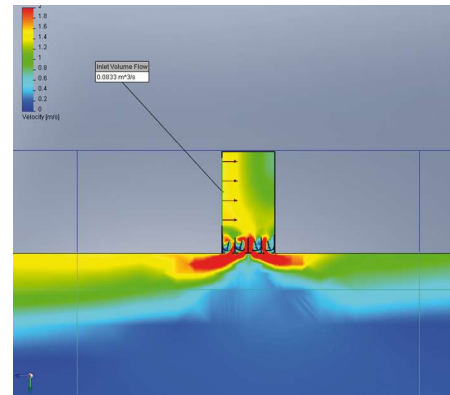
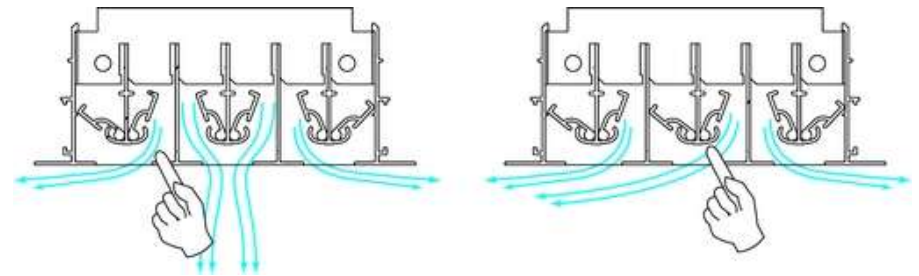
Ecart de température +/- 12 °C

Utilisation en soufflage/ reprise

Intégration du filtre dans le plénum à la reprise

Applications VAV

Montage en grande hauteur → passage avec motorisation thermostatique pour orientation de la veine d'air



Diffusion par mélange : Diffuseurs plafonniers

Dito linéaire à fentes

Montage à faible hauteur (<3,2m)

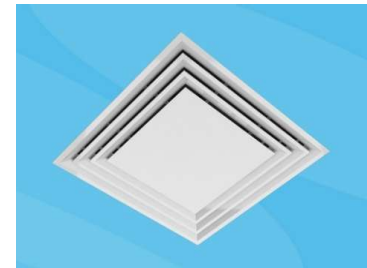
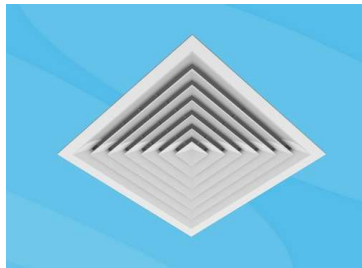
Jet à 4 directions

Jet radial

Tôle perforée

Applications VAV

Choix architectural



Diffusion par mélange : Grilles

Montage mural

Pas/peu d'effet Coanda (si vitesse de sortie $> 1,5$ m/s en sortie de fente)

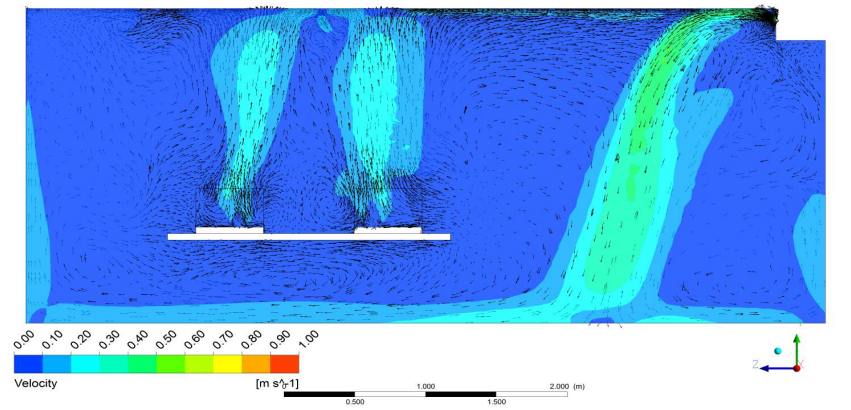
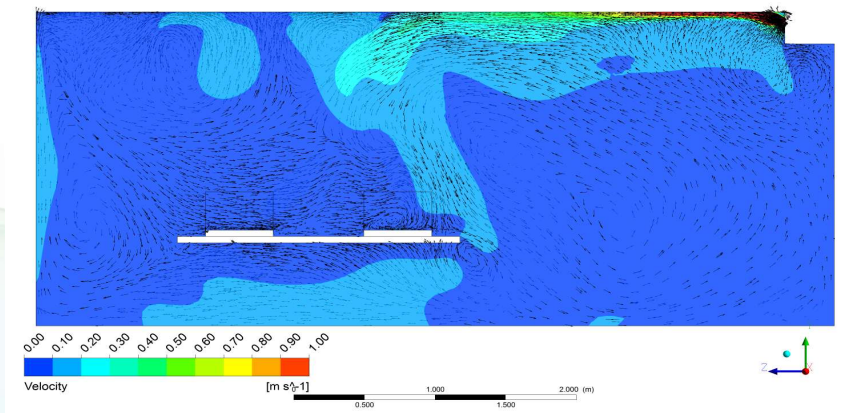
Utilisé en soufflage et/ou reprise

Fonctionnement avec écart maximal soufflage/ambiance : 11 °C



ANSYS

Plane 1



Diffusion par mélange : Buse de soufflage

Diffuseur pour grande hauteur ou gros volume

Traitement en mélange par buses à longue portée

Montage mural : amphithéâtre, salle de spectacle, mail commercial

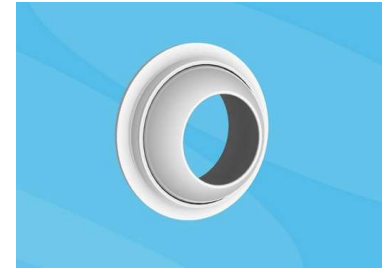
Soufflage uniquement

Ecart de température :

- $\leq 8^{\circ}\text{C}$ et portée moyenne ($\leq 10\text{m}$) : buses sans motorisation
- $\geq 9^{\circ}\text{C}$ ou portée longue : buses avec motorisation (thermostatique ou électrique)

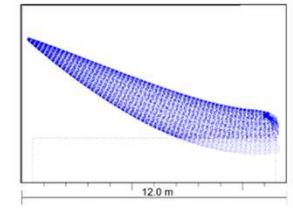
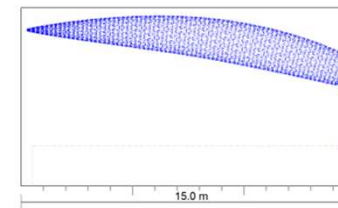
Eviter les réglages de débit : privilégier l'auto-équilibrage

Pas d'obstacle dans la veine d'air



Cooling		APL/N-315		2017 02	
Room	30.0 x 15.0 x 8.0 m	Supply air flow rate	10000 m ³ /h (10 x 1000 m ³ /h)		
Room size	450 m ²	Supply air temperature	22.2 °C (72°F)		
Occupied zone	h=1.8 m / d=0.5 m	Supply air temperature	18.0 °C (64°F)		
Room air	26.0 °C / 50 %	Total pressure drop	78 Pa		
Heat gain	-	Total sound pressure level	32 dB(A)		
Installation height	7.50 m	Total cooling capacity	28187 W (10 x 2819 W)		
			58 kW		
		L _y	-		
		Angle	0.0°		
Velocity point	v1				
v	+0.20 m/s				
ΔT	-0.0 °C				
					v _{lim} = 0.20 m/s

Heating		APL/N-315		2017 02	
Room	30.0 x 12.0 x 8.0 m	Supply air flow rate	10000 m ³ /h (10 x 1000 m ³ /h)		
Room size	360 m ²	Supply air temperature	27.8 °C (82°F)		
Occupied zone	h=2.0 m / d=0.5 m	Supply air temperature	30.0 °C (86°F)		
Room air	19.0 °C / 50 %	Total pressure drop	78 Pa		
Heat loss	-	Total sound pressure level	33 dB(A)		
Installation height	6.50 m	Total heating capacity	36900 W (10 x 3690 W)		
			103 kW		
		Angle	-30.0°		
Velocity point	v1				
v	-				
ΔT	-				
					v _{lim} = 0.10 m/s



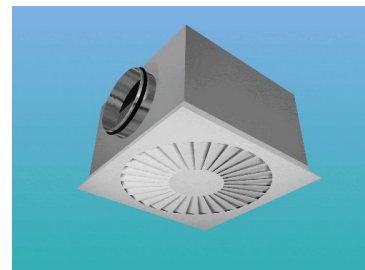
Diffusion par mélange : Jet hélicoïdal

Installation grande hauteur possible (< 5,5m)

Au delà de 4 mètres pour chauffer et refroidir avec un même appareil il est conseillé de choisir un diffuseur à géométrie variable équipé d'un moteur électrique ou thermostatique.

Utilisation de l'effet rotatif pour créer une induction externe plus importante sous le diffuseur

Débit variable possible



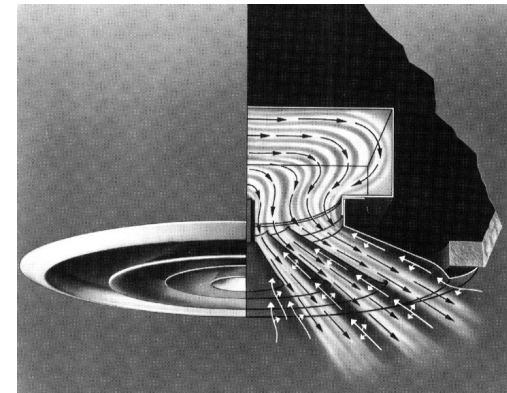
Diffusion par mélange : Induction interne

Installation grande hauteur possible (jusqu'à 5,5m)

Induction interne : les cônes formant entre eux des sections divergentes, créent des zones de dépressions d'où aspiration de l'air ambiant dans le diffuseur.

Induction externe : l'air ainsi mélangé à l'intérieur du diffuseur est ensuite soufflé hors de l'appareil. Il est alors divisé en plusieurs filets par les cônes ou les ailettes entraînant une quantité additionnelle d'air ambiant dans un mouvement d'air secondaire.

AVANTAGES : l'effet combiné de l'induction interne et externe réduit la vitesse et l'écart de température entre l'ambiance et l'air soufflé. Les risques de courants d'air froid ou de stratification d'air chaud sont ainsi minimisés.



Diffusion par mélange : Poutres climatiques

Effet Coanda

Application VAV

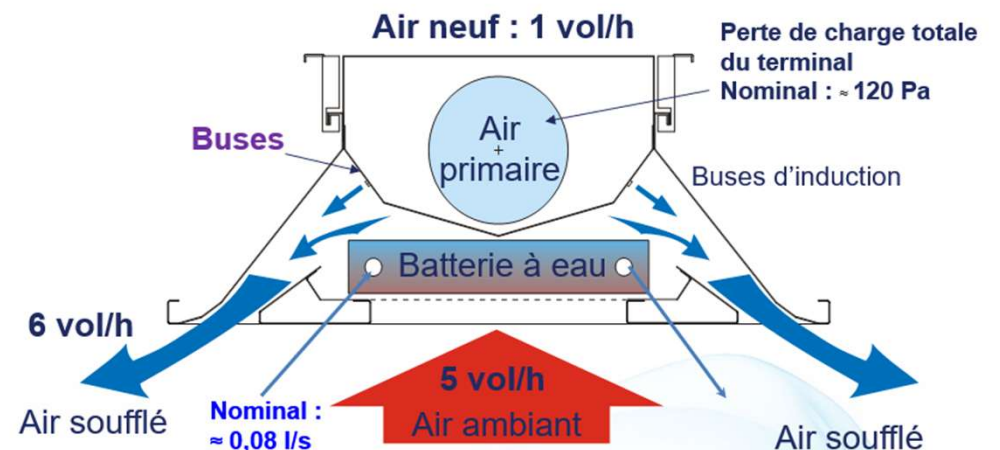
Procédé de climatisation à AIR et EAU - INDUCTIF

Apport de l'air neuf préparé en CTA (bien déshumidifié)

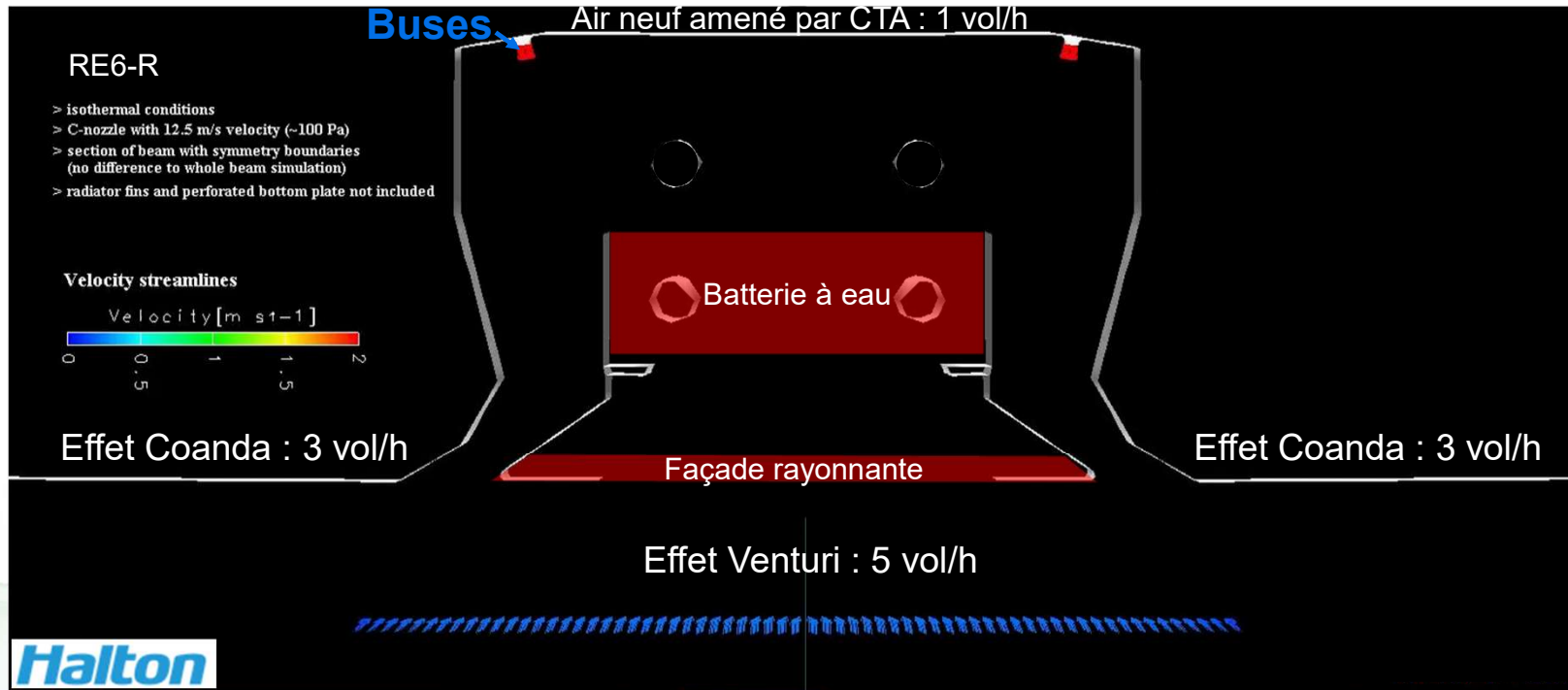
Alimentation en Eau fraîche (15/18°C) / Chaude (35°/25°C voir 30/20 selon déperditions)

Batteries terminales sèches - absence de condensation

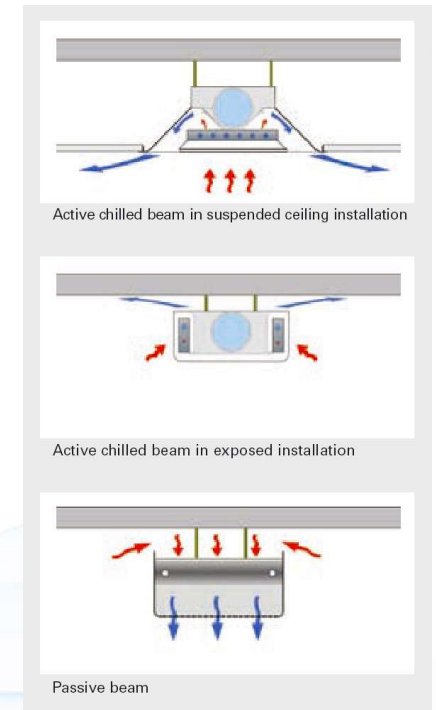
Température d'eau froide élevées (15°C/18°C) pour être au dessus du point de rosée



Diffusion par mélange : Poutres climatiques

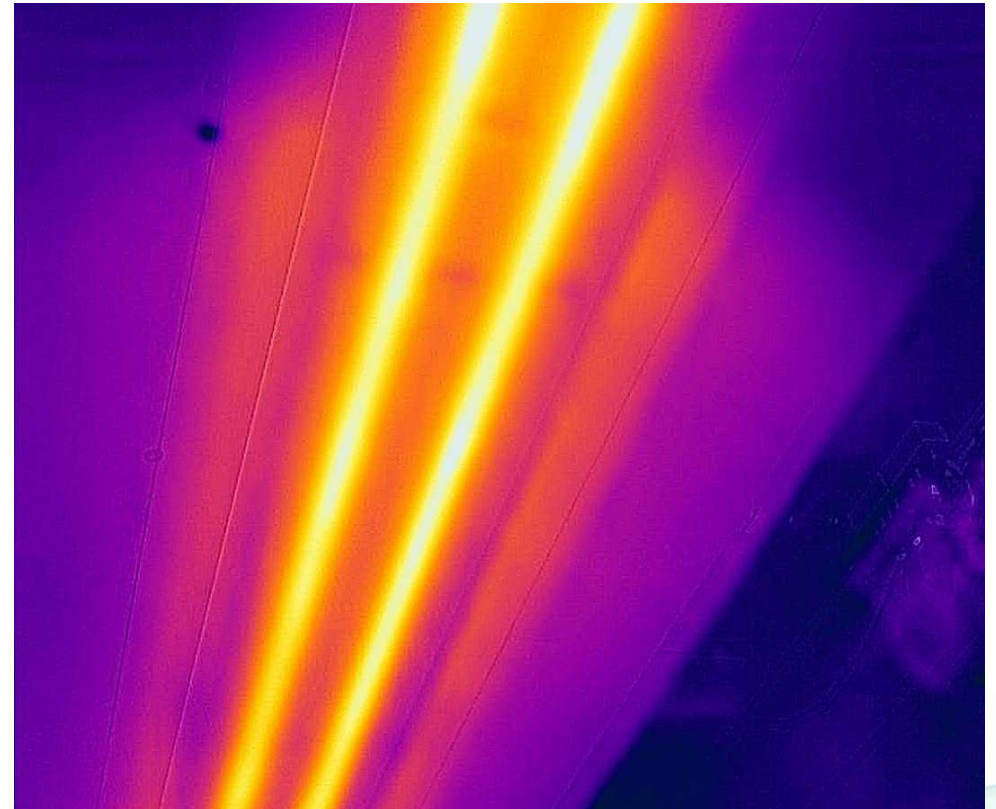


Effet venturi : Air ambiant induit : 5 vol/h



Diffusion par mélange : Poutres climatiques

- Augmentation du confort des personnes dans la pièce grâce aux puissances apportées par le rayonnement des façades radiantes (critères confort NF EN ISO 7730)
- Critères de confort de confort respectés dans la zone d'occupation (critères EN 16798-3)
- Possibilité de coupures de CTA en période d'inoccupation (22h-6h ; week-end) -> Calcul réglementaire RT 2020 amélioré
- Suppression des phénomènes de stratification en HIVER
- Puissance complémentaire
- Combinaison des convections naturelles et forcées
- Essais en laboratoire certifiés EUROVENT
- Particulièrement adapté pour les installations en haute hauteur > 2,7m (convection naturelle)



Diffusion par mélange : Poutres climatiques

- À la suite d'essais effectués dans notre laboratoire, construit selon la norme EN-15116 pour permettre une mesure précise de la puissance frigorifique, nous avons démontré que la puissance de chauffage et refroidissement des surfaces radiantes sont augmentées (de l'ordre de 8 à 17 % selon le débit d'air soufflé à travers la surface radiante) avec des méthodes de distribution d'air étudiées.
- Ce coefficient est apporté par la combinaison de convection naturelle et forcée.
- Ces essais ont été présentés lors de la conférence internationale sur la distribution d'air dans les locaux ROOMVENT 2011.
- Hauteur d'installation : 3.1m régime EC 35/30 amb : 21°C

Essais en chaud d'un ilot de plafond ventilé :



Suppression de la stratification thermique de l'air

Déplacement d'air

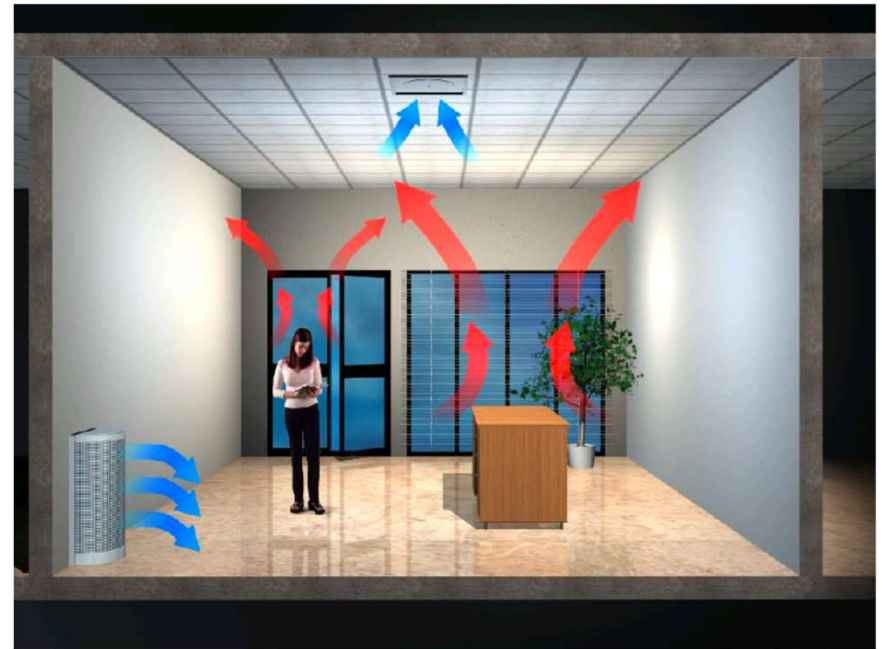
Diffusion par déplacement d'air

L'air est diffusé à basse vitesse et avec un faible écart de température au sol.

Au contact des charges, par convection la veine d'air s'élève.

La chaleur est évacuée au-dessus de la zone d'occupation.

Seules les charges dans la zone d'occupation sont prises en compte.



Diffusion par déplacement d'air

Seule la zone d'occupation est climatisée, le débit d'air et la puissance froide nécessaires sont ainsi réduits.

Limite
d'occupation

Zone
inoccupée

Zone
occupée



Diffusion par déplacement d'air

Méthode de dimensionnement

Choisir une température de soufflage adaptée au type de local

Lister les éléments techniques du local à traiter : dimensions, charges thermiques, position des charges, conditions de confort à obtenir (acoustique, ...), apports externes (conduction, infiltrations et rayonnement apportés par les parois et le vitrage), apports internes (nombre de personnes et leurs activité, éclairages, pc, écrans,..)

Calcul du débit d'air en utilisant le logiciel HDD ou matrice de charges

Implantation des diffuseurs -> Simulation de diffusion avec le logiciel

Validation des conditions de confort : analyse des profils de vitesse d'air, étude acoustique, sélection définitive des diffuseurs et dimensionnement des réseaux de gaines et centrales

Diffusion par déplacement d'air

Température de soufflage et gradient :

Type d'espace et hauteur sous plafond	Température de soufflage préconisée (°C)	ΔT soufflage (°C)*	Gradient maximum de t° (°C/m)
Bureaux H<3m	>20	-0,5 à 3	1,5
Hall, foyer, auditorium H=3 à 6m	>16	-1 à -5	3
Industrie H>6m	>15	-3 à -6	3

* ΔT soufflage = différence de température entre soufflage et ambiance

Type de charge	Charge totale (W)	Charge effective (W)	Charge de convection (W)	T) surface (°C)	Hauteur (m)
Occupants :					
assis	100	100	100	35	1,3
marche lente	130	130	130	35	1,7
debout actifs	150 à 220	150 à 220	150 à 220	35	1,7
éclairage					
incandescent<3m	P	100%	20%	70	He
incandescent>3m	P	80%	20%	70	He
fluorescent<3m	P	100%	50%	70	He
fluorescent>3m	P	50%	50%	70	He
apports solaires					
vitrage vertical	P	40%	40%	40	Hm
vitrage horizontal	P	40%	40%	40	Hm
murs					
	P	(2xP)/Hsp	40%	30	1
toiture					
<3m	P	100%	100%	30	Hsp
>3m	P	40%	40%	30	Hsp
planchers					
	P	P	P	30	0
infiltrations					
	P	(2xP)/Hsp	50%	30	1

Diffusion par déplacement d'air

Exemple de gain :

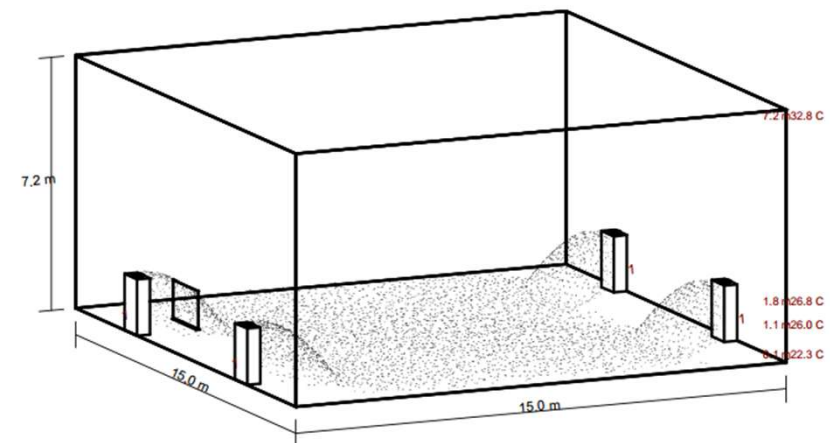
Charges : 24 kW

Traitement par mélange :

$0,34 * (26-20) * 12\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$

Traitement par déplacement : 6000 m³/h

DESIGN CONDITIONS		TEMPERATURE GRADIENT	
Room size:	15.0 x 15.0 x 7.2 m	T(7.2 m) =	32.8 C
Occupied zone:	1.8 m	T(1.8 m) =	26.8 C
Room air:	26.0 C / 50 %	T(1.1 m) =	26.0 C
Heat gain:	24410 W	T(0.1 m) =	22.3 C
Calculated airflow:	5903 m ³ /h / 20.0 C		



Type	Quantity	Unit flow rate	Unit pressure loss	Unit LpA 10m2 sab	Near zone length	Isovel 0.30 m/s length	Isovel 0.20 m/s length
1. ZRE/B-315	4	1476 m ³ /h	25 Pa	25	2.8 m (dt = 2.5 C)	7.8 m (dt = 0.9 C)	13.4 m (dt = 0.5 C)

Notions élémentaires de distribution aéraulique

Notions élémentaires de distribution aéraulique

Le réseau de distribution aéraulique est un élément essentiel du système CVC.

Il a pour rôle de distribuer l'air traité (chauffé, refroidi, humidifié ou déshumidifié) dans les différents espaces à condition de maintenir un débit d'air suffisant et une répartition homogène.

Une conception adéquate du réseau permet d'optimiser l'efficacité énergétique, de réduire les pertes de charge et de garantir le confort des occupants.



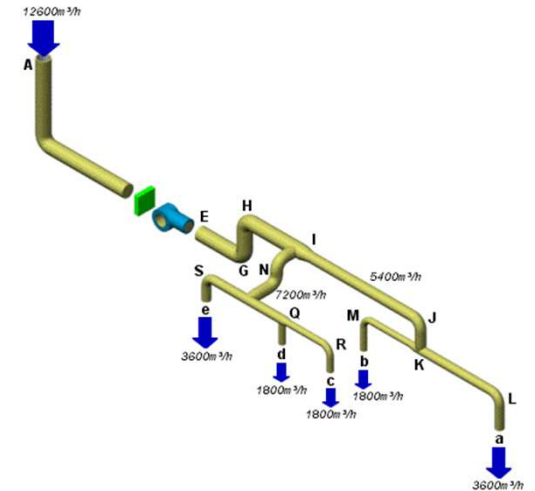
Dimensionnement de réseau

Le dimensionnement d'un réseau de ventilation consiste à calculer le diamètre de chaque conduit et d'en déduire la hauteur manométrique à fournir par le ventilateur.

La hauteur manométrique représente l'énergie totale (sous forme de hauteur) nécessaire pour déplacer un fluide (air, eau, etc.) dans un système de canalisations, un réseau de ventilation, ou une pompe.

$$H_m = H_{\text{statique}} + H_{\text{dynamique}} + H_{\text{Pertes de charge}}$$

Cette hauteur manométrique totale sera ensuite utilisée pour déterminer la puissance du ventilateur nécessaire pour surmonter ces résistances et maintenir un débit d'air constant dans le réseau.



Hauteur statique

La hauteur statique correspond à la différence de pression entre deux points d'un réseau, mesurée en fonction de la densité du fluide. Pour un système aéraulique (ventilation), cela représente l'énergie nécessaire pour surmonter la gravité. Cette hauteur est liée à la pression statique.

$$H_{statique} = \frac{P}{\rho * g}$$

Où :

- P = pression statique (en Pa),
- ρ = densité de l'air (en kg/m³),
- g = accélération due à la gravité (en m/s², environ 9,81 m/s²)

Interprétation : La hauteur statique représente l'énergie associée à la pression statique du fluide dans le système. Elle est importante dans les réseaux où il y a des différences de hauteur de niveau, par exemple dans les bâtiments avec plusieurs étages ou dans un système avec des conduits verticaux.

La pression statique est proportionnelle à la hauteur statique (m) du bâtiment.

Perte de charge linéaire

Les pertes de pression statique sont directement liées à la résistance que chaque composant oppose au passage de l'air.

La perte de charge est donc calculée à partir de la branche du réseau la plus résistante (la plus défavorisée).

La perte de charge linéaire ΔP_L (Pa/m) dans un conduit circulaire est donnée par la formule de Darcy-

Weisbach (pour 1m de conduit) : $\Delta P_L = \frac{f \cdot \rho \cdot V^2}{2D}$, avec :

- f : Facteur de frottement de Darcy-Weisbach (calculé avec la formule de Colebrook ou par approximation)
- ρ : Masse volumique de l'air (environ 1,2 kg/m³)
- V : Vitesse de l'air dans le conduit (m/s)
- D : Diamètre intérieur du conduit (m)

Pour un dimensionnement rapide, on peut retenir :

$f \approx 0,025$ pour des petits diamètres (< 200mm) à faible vitesse

$f \approx 0,022$ pour des diamètres (200-500mm) intermédiaires

$f \approx 0,020$ pour des grands diamètres (>500mm) à vitesse élevées

Perte de charge linéaire

Conduit circulaire :

Moyenne : 1,7 Pa/m

Diamètre	ΔPL à	ΔPL à	ΔPL à	ΔPL à
mm	2 m/s	4 m/s	6 m/s	8 m/s
125	0,5 Pa/m	1,9 Pa/m	4,3 Pa/m	7,7 Pa/m
160	0,4 Pa/m	1,5 Pa/m	3,4 Pa/m	6 Pa/m
200	0,3 Pa/m	1,2 Pa/m	2,7 Pa/m	4,8 Pa/m
250	0,2 Pa/m	0,8 Pa/m	1,9 Pa/m	3,4 Pa/m
315	0,2 Pa/m	0,7 Pa/m	1,5 Pa/m	2,7 Pa/m
400	0,1 Pa/m	0,5 Pa/m	1,2 Pa/m	2,1 Pa/m
500	0,1 Pa/m	0,4 Pa/m	0,9 Pa/m	1,5 Pa/m
630	0,1 Pa/m	0,3 Pa/m	0,7 Pa/m	1,2 Pa/m

Conduit rectangulaire :

Moyenne : 1,1 Pa/m

Taille	Dh ø	ΔPL à	ΔPL à	ΔPL à	ΔPL à
mm	mm	2 m/s	4 m/s	6 m/s	8 m/s
250x100	145	0,4 Pa/m	1,7 Pa/m	3,7 Pa/m	6,6 Pa/m
400x200	265	0,2 Pa/m	0,8 Pa/m	1,8 Pa/m	3,2 Pa/m
500x300	375	0,1 Pa/m	0,6 Pa/m	1,3 Pa/m	2,3 Pa/m
650x350	455	0,1 Pa/m	0,5 Pa/m	1 Pa/m	1,9 Pa/m
700x450	550	0,1 Pa/m	0,3 Pa/m	0,8 Pa/m	1,4 Pa/m
800x500	615	0,1 Pa/m	0,3 Pa/m	0,7 Pa/m	1,2 Pa/m
850x550	670	0,1 Pa/m	0,3 Pa/m	0,6 Pa/m	1,1 Pa/m
1000x600	750	0,1 Pa/m	0,3 Pa/m	0,6 Pa/m	1 Pa/m

$$\text{Rapport hydraulique } Dh = \frac{4 \cdot \text{Section}}{\text{Perimètre}}$$

En général, on essaie de respecter un rapport largeur/hauteur ≤ 4 pour limiter les pertes de charge et favoriser un bon équilibrage du réseau.

Perte de charge singulières

Valeurs usuelles :

Élément	ΔPs à 2 m/s (Pa)	ΔPs à 4 m/s (Pa)	ΔPs à 6 m/s (Pa)	ΔPs à 8 m/s (Pa)
Coude à 90° même plan	3	10	22,5	40
Coude à 90° plan vertical	5	20	45	80
Double coude à 90° (180°)	5	20	45	80
Coude à 45°	1,5	5	11,25	20
Réduction de gaine	0,5	2	4,5	8
Clapet coupe feu ø250 ouvert	1,25	5	11	20
Clapet coupe feu ø315 ouvert	1	4	9	16
Clapet coupe feu ø400 ouvert	0,75	3	7	12
ΔP	débit mini	débit nom	débit maxi	
Diffuseurs linéaires à fente	10	15	20	
Diffuseurs plafonniers	10	15	20	
Grilles	5	10	15	
Buses de soufflage	50	70	100	
Jet hélicoïdal	20	35	60	
Induction interne	15	25	40	
Poutres climatiques	90	120	150	

Attention, valeurs à titre indicatif, à vérifier en fonction de la fiche technique constructeur, suivant les informations de base (taille, débit)

$$DP = \frac{K * \rho * V^2}{2}$$

ΔP = perte de charge (Pa)

K = coefficient de perte de charge (dépend de l'élément concerné)

ρ = masse volum. de l'air (1.2 kg/m³)

V = vitesse de l'air (m/s)

Si je double ma vitesse, j'élève 4 fois ma pdc

Pourquoi faire des réductions de gaines ?

Pour maintenir un débit d'air constant dans l'ensemble du réseau tout en minimisant les pertes de charge, il est nécessaire de réduire la taille des gaines lorsque le débit diminue.

Cela permet de ne pas surdimensionner les conduits dans les zones de faible débit, tout en évitant des réductions trop brusques qui pourraient causer des turbulences ou des pertes de charge trop importantes.

Les dimensions des gaines ont un impact sur la vitesse de l'air et, par conséquent, sur le confort acoustique et thermique dans les locaux.

Il est recommandé d'avoir des vitesses dans les sections à exigences acoustiques de 1,5 à 4 m/s (voir 3,5 m/s dans les bureaux et zones sensibles), pour les gaines principales nous pouvons monter à 7 voir 8 m/s.

Un dimensionnement optimal des gaines permet de réduire le coût des matériaux et de la main-d'œuvre.

Hauteur dynamique

La hauteur dynamique correspond à l'énergie nécessaire pour surmonter les résistances dues aux pertes de charge dans le réseau de distribution. Elle est liée à la vitesse du fluide (air) dans les conduits et aux résistances présentes (coudes, grilles, filtres, etc.).

$$H_{dynamique} = \frac{v^2}{2 * g}$$

- v = vitesse du fluide dans les gaines (en m/s),
- g = accélération due à la gravité (en m/s^2 , environ $9,81 m/s^2$)

Interprétation : La hauteur dynamique est un indicateur de la pression nécessaire pour surmonter la résistance du réseau liée à la vitesse de l'air et à la configuration du conduit (coudes, changements de direction, filtres, etc.). Plus la vitesse de l'air est élevée et plus le réseau présente des obstacles, plus la hauteur dynamique sera importante.

Puissance du ventilateur

Pour convertir la hauteur d'eau en termes de puissance, il faut utiliser la relation entre l'énergie potentielle du fluide (qui est liée à la hauteur d'eau) et la puissance nécessaire pour déplacer ce fluide dans un système (par exemple, dans une pompe ou un ventilateur).

$$P = \frac{\rho * g * Q * H}{\eta}$$

- P = Puissance (en Watt, W),
- ρ = Densité du fluide (en kg/m³, pour l'air, cela sera environ 1,2 kg/m³),
- g = Accélération due à la gravité (en m/s², environ 9,81 m/s²),
- Q = Débit du fluide (en m³/s),
- H = Hauteur d'eau (en mètres),
- η = Rendement du système (sans unité, souvent, une valeur entre 0,7 à 0,85 pour les ventilateurs et les pompes).

Contacts

- **Vincent TARDY – Business Developer – Spécialiste Poutres climatiques**
 - 06 37 05 46 32 – vincent.tardy@halton.com
- **Sylvie LEAU-CLOUARD – Responsable Paris & IDF – Prescription Paris & IDF**
 - 06 14 71 00 89 – sylvie.leau@halton.com
- **Benoit TERRIER – Responsable Province – Prescription Province**
 - 06 03 40 59 15 – benoit.terrier@halton.com



Merci !