

VENTILATION

RÉUSSIR SON INSTALLATION

MERCREDI DE LA FEDE JUIN 2019 Jean-Claude Tremsal - OZE Pascal Bresso – BET LOUVET





Pourquoi ventiler les bâtiments?

- La santé des occupants
- La pérennité des parois

Dans les bâtiments dits réglementaires

- Mieux vaut ne pas mesurer la qai
- Personne ne mesure la qai

La pérennité des parois

- Les bâtiments dits BBC RT 2012 condensent
- Parois en danger

La Ventilation est le cœur d'une construction passive

- Parce que le bâtiment est très étanche à l'air
- Parce que la qualité d'air est primordiale
- Parce que c'est le vecteur du chauffage

C'est le sang et le flux vital de la construction

Rater la ventilation et réussir l'enveloppe, revient à fabriquer la Créature de Frankenstein!

Sommaire

- Les acteurs de la ventilation
- L'air matériau vivant
- Notions de pertes de charge
- Conception
- Diffuseur
 - Réseau
 - Acoustique
 - Isolation
 - Centrale
- Réalisation
- Réglages, essais et mesures
- Musée des erreurs
- Un protocole pour réussir

Les acteurs de la ventilation

Architecte

- Conçoit les volumes
- Prend en compte les contraintes que lui donne le BET structure et Fluides
- A la responsabilité de fournir les plenums suffisants pour intégrer des réseaux les plus droits possibles

Bureau d'étude Fluide

- Dimensionne et dessine les réseaux
- S'assure que ses éléments de conception sont bien intégrés par les autres membres de l'équipe
- Définit la machine et dialogue avec le fabricant
- Contrôle en phase de conception, de réalisation et de mesure!

Bureau d'étude structure

- Crée les conditions nécessaires aux passages des gaines sans accidents

■ L'entreprise

- Réalise ce qui est dessiné, sans mettre en place de fausses astuces
- Met en œuvre du matériel qualitatif et conforme

Le fabricant

- Fourni la machine demandée en faisant exprimer aux concepteurs les éléments techniques nécessaires

Les acteurs de la ventilation NECESSITE D'UN PILOTE

VERIFIER CONSTAMMENT QUE LA CONCEPTION DES RESEAUX EST BIEN PRISE EN COMPTE (ROUE DE QUALITE)

CHAQUE ACTEUR DOIT ETRE A SA PLACE
A CHACUN SON METIER

L'air ce matériaux vivant

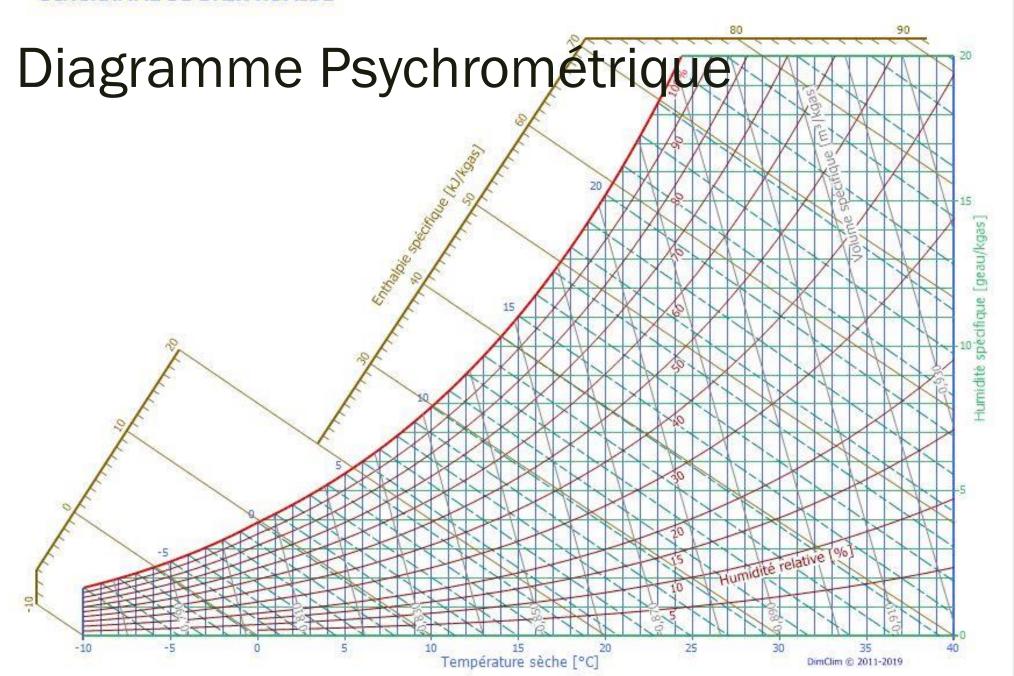
L'air est un mélange de gaz et d'eau

Ses caractéristiques varient en fonction de

- La température sèche (°C)
- La quantité d'eau contenue (g d'eau / kg d'air sec)
- La pression atmosphérique

Cela se caractérise par

- Une humidité relative (%)
- Une température humide (°C)
- Une volume spécifique (m3/kg d'air sec)
- Une enthalpie (kJ par kg d'air sec)
- Une température de rosée en fonction de la quantité d'eau (température de condensation)



Incidence de T et H sur la vitesse d'air

La vitesse d'air va varier suivant la température et l'hygrométrie

Exemple 60 m3/h attendu en sortie de CTA, gaine diamètre 125

	Entrée CTA	Sortie CTA	Sortie Batterie chaude	Soufflage
Température °C	-10/90%	17	52	45
Débit en m3/h	53	60	66	65
Vitesse en m/s	1.22	1.35	1.50	1.47
	Entrée CTA	Sortie CTA	Sortie BC	Soufflage
Température °C	5/80%	19.5	52	45
Débit en m3/h	57	60	67	65

La notion de perte de charge

La pression disponible à la CTA est liée

- Aux pertes de charge dues
 - Aux frottements dans les gaines
 - Aux frottements dus aux pièces de forme
 - Aux frottements dans les batteries
 - Aux frottements liés aux pièges à sons
 - Aux frottements liés aux filtres et à leur encrassement
- A la pression nécessaire pour souffler l'air dans les bouches de diffusion
- A la pression nécessaire pour donner la vitesse
- Les pertes de charges sont fonction du carré de la vitesse PdC = K V²
- L'énergie motrice est fonction du débit x PdC

Conception

- Définir les débits par pièce au nominal
- Définir un débit maximum pour la fonction chauffage
- Choisir son matériau pour les gaines
- Définir la CTA, la production de chaleur et les batteries
- Définir la taille du local technique
- Choisir les diffuseurs

Débits pièce par pièce

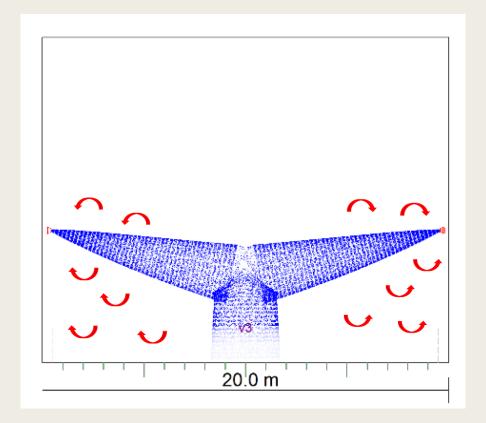
	le bâtiment							planification						mesures in situ				appoint chauffage				
	local	occupants permanents	occupants	longueur	largeur	surface	hauteur	volume	extraction	insufflation	renouvlt	gaine diamètre	isolant	bouche d'extractio		uche oufflage	extraction	insufflation	température air neuf	énergie apportée	température du local	puissance
		permanents	temporanes	m	m	m2	m	m3	m3/h	m3/h	vol/h	mmm	mm	position	type	position	m3/h	m3/h	degrés	W	degrés	w/m2
	rez de chaussée	¥ ¥	▼	*	*		*	*	▼	▼	•	▼	▼	▼	▼	*	▼	*	▼	▼	*	▼
Bureau o	chef	1	1			15.00	3	45		18	0.4						0	18	52	190	20	13
Bureau a	adjoint	1	1			11.00	3	33		18	0.5						0	18	52	190	20	17
Bureau o	livers	1	1			13.00	3	39		18	0.5						0	18	52	190	20	15
Salle de	musculation	0	2			23.00	3	69		50	0.7						0	50	52	528	20	23
Salle de	e détente	0	3			24.00	3	72	65	70	0.9						65	70	52	739	20	31
Salle de	e réunion	0	50			50.00	3	150		280	1.9						0	280	52	2957	20	59
Salle d	instruction	0	25			23.00	3	69		75	1.1						0	75	52	792	20	34
Sas		0	0			8.00	2.5	20									0	0	52	0	20	0
TGBT		0	0			7.00	2.5	18									0	0	52	0	20	0
Local C	ra .	0	0			11.00	2.5	28									0	0	52	0	20	0
Acceuil		1	1			13.00	2.5	33		18	0.6						0	18	52	190	20	15
Circulat	tion SE	0	0			23.00	4.3	99									0	0	52	0	20	0
Circulat	tion NE	0	0			42.00	2.5	105									0	0	52	0	20	0
Buanderi	ie	0	0			4.00	2.5	10	15		1.5						15	0	52	0	20	0
Vestiai	re JSP H	0	15			12.00	4	48	35		0.7						35	0	52	0	20	0
Vestiai	re JSP F	0	5			10.00	4	40	30		0.8						30	0	52	0	20	0
Vestiai	ce F	0	6			13.00	4.3	56	40		0.7						40	0	52	0	20	0
Vestiai	re H	0	20			35.00	4.3	151	100		0.7						100	0	52	0	20	0
Dgt tech	1	0	0			8.00	2.5	20									0	0	52	0	20	0
Sanit H	et F	0	0			11.00	2.5	28	150		5.5						150	0	52	0	20	0
Menage		0	0			3.00	2.5	8	15		2.0						15	0	52	0	20	0
Document	tation	0	0			10.00	2.5	25	10		0.4						10	0	52	0	20	0

Les diffuseurs

Raisonner portée en prenant en compte

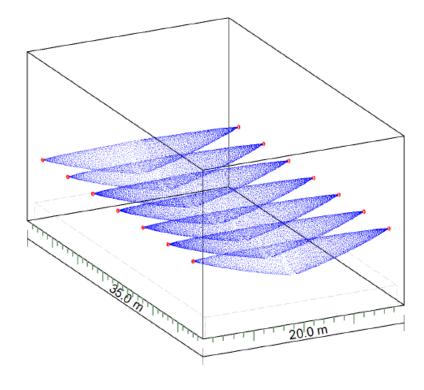
- Température de soufflage
- Température d'ambiance
- C'est un métier, et il faut se rapprocher d'un fabricant, et lui donner
 - Géométrie de la pièce
 - Débit
 - Pression à la bouche
 - Portée
 - Température de soufflage
 - Température de la pièce

Les diffuseurs



Voici la représentation du jet d'air dans l'espace étudié :

Chauffage		APL/	N-315			2015.01		
Local			Débit total d	le soufflage	15000 r	m³/h (14 x 1071 m³/h)		
Dimension local	20.0 x 35.0 x 16.0 m	1	1		21.4 m ³	/(hm²)		
Zone occupée :	h=1.8 m / dw=0.5 m		Température	e de soufflage	26.0 °C			
Air local	20.0 °C / 50 %		Perte de cha	arge totale	90 Pa			
Perte de chaleur :	-		Pression ac	oustique totale:	33 dB(A)			
Hauteur d'installation:	6.50 m		Puissance o	haud totale	29460 \	W (14 x 2104 W)		
			1		42 W/m	2		
			Angle :		-9.0°			
Point d'induction								
v								
▲T								
						vlim = 0.20 m/s		



A une pression de 90 Pa les buses sont auto équilibrées et il n'y a pas besoin d'organe de réglage. Nous travaillons par induction et l'air (secondaire) se fait aspirer de tous les côtés

Le Réseau

- Dessiner le réseau (Sans empilement de cercueil)
- Dimensionner les réseaux
- Définir l'isolant
- Donner les encombrements Y COMPRIS SUPPORTAGE et ISOLANTS aux autres membres de l'équipe
- Circulation d'air entre les pièces Détalonnage

Choix du matériau pour le réseau

Tôle Rigide/PE/Flexible? Soyons clair

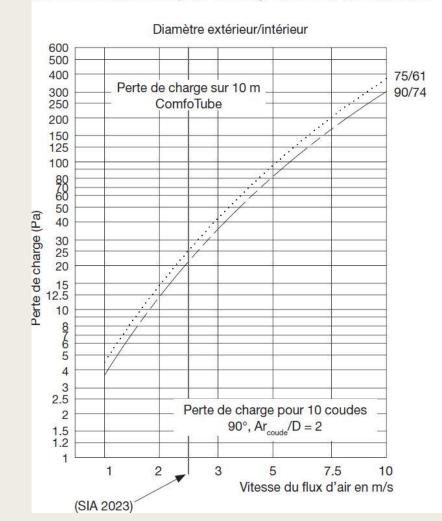
Le flexible n'est absolument pas adapté à un réseau Le PE va créer des pertes de charges bien plus importantes

Seule solution les gaines tôles rigides assemblées avec accessoires à lèvres

Gaines PE

Perte de charge

Valeurs indicatives de la perte de charge dans 10 m de ComfoTube



Perte calorifique et thermique : ComfoTube 75 à 90 dans le béton

Conductivité thermique de la gaine d'isolation : 0,05 W/mK

La perte thermique par mètre de gaine est deux fois plus élevée lorsque le débit d'air est réduit de 50 %.

La perte calorifique peut être réduite lorsque la gaine est revêtue d'une gaine calorifuge.

Pertes calorifiques estimées au m linéaire et en °C/m A ΔT 30°C

ComfoTube 90 annelé PEHD (=0.43) sans isolant :

- 35 W / m
- 3.4 °C/ m (à 30 m³/h)
- 2.3 °C/ m (à 45 m³/h)

Avec isolant 5 mm (=0.045):

- 17.5 W/m
- 1.71 °C/ m (à 30 m³/h)
- 1.14 °C/m (à 45 m³/h)

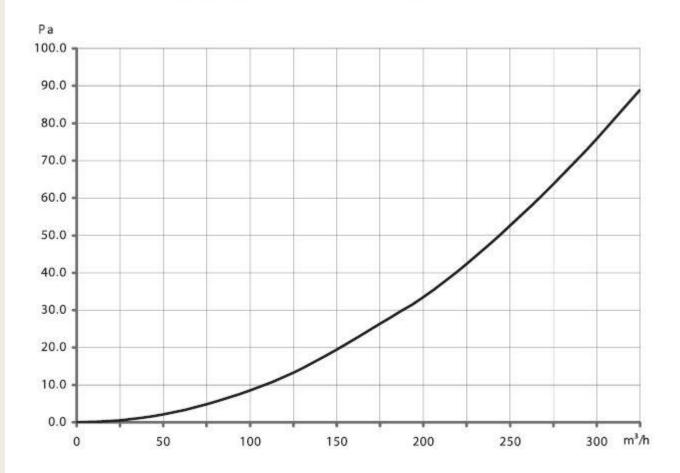
Avec isolant 50 mm:

- 4.2 W/m
- 0.4 °C / m (à 30 m³/h)
- 0.27 °C/ m (à 45 m³/h)

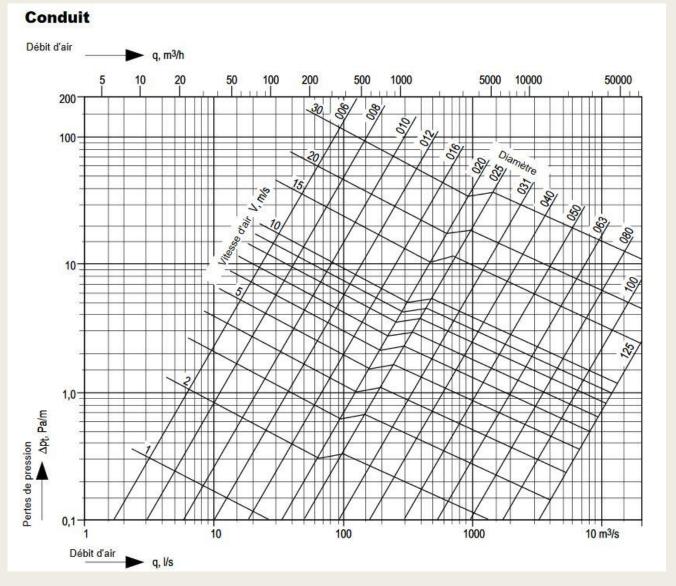
Gaines PE

Débit volumétrique en m³/h		
ComfoTube	75	90
Diamètre intérieur (mm)	61	74
Vitesse du flux d'air: 0.5 m/s	5.3	7.7
Vitesse du flux d'air: 1.0 m/s	10.5	15.5
Vitesse du flux d'air: 1.5 m/s	15.8	23.2
Vitesse du flux d'air: 2.0 m/s	21.0	31.0
Vitesse du flux d'air: 2.5 m/s (SIA 2023)	26.3	38.7
Vitesse du flux d'air: 3.0 m/s	31.5	46.4
Vitesse du flux d'air: 4.0 m/s	42.1	61.9
Vitesse du flux d'air: 5.0 m/s	52.6	77.4

Pertes de charge pour caisson APV 6 raccordements



Gaines Tôle rigide



Gaines Tôle rigide

Pertes de charge dans les coudes galvanisées circulaires

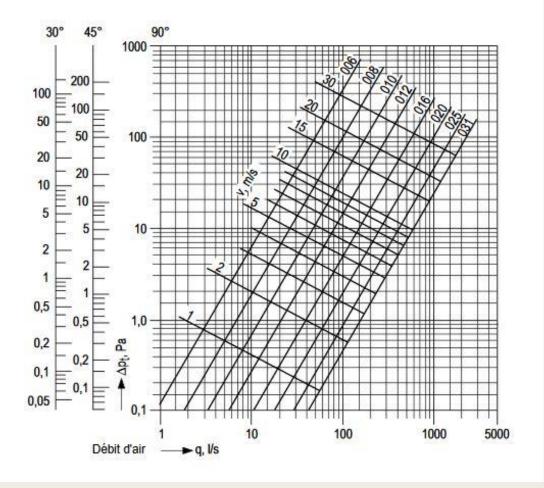
Coude BU 90°

Les pertes de charge sont valables pour les coudes 90°

Pour les coudes 30° et 45°, les formules suivantes sont valables:

$$\Delta p_{t45^{\circ}} = 0.5 \times \Delta p_t$$

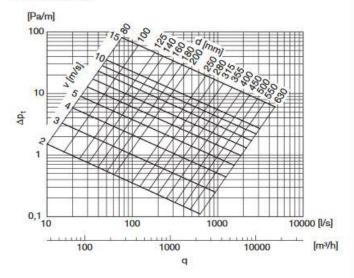
$$\Delta p_{t30^{\circ}} = 0.33 \times \Delta p_t$$



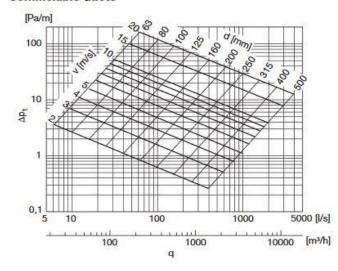
Gaines flexibles

Technical data

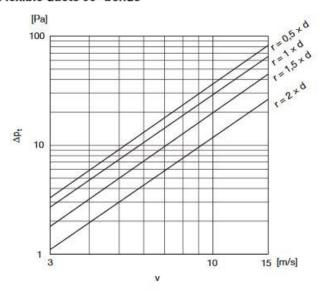
Flexible ducts

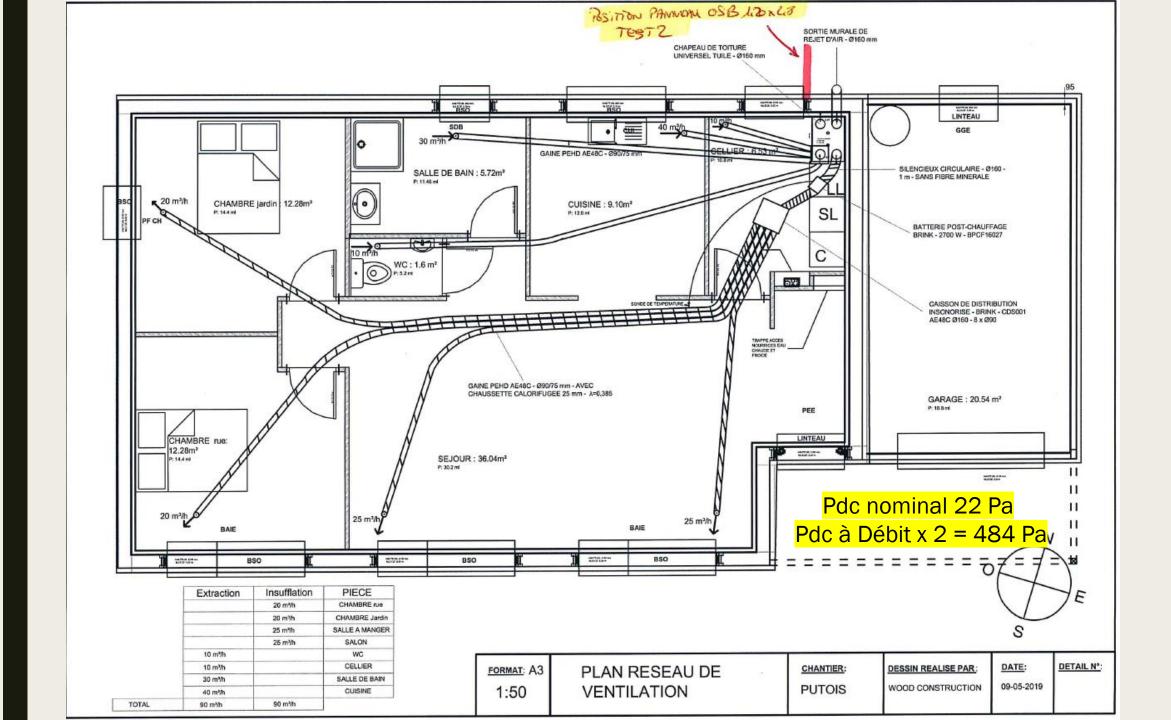


Semiflexible ducts

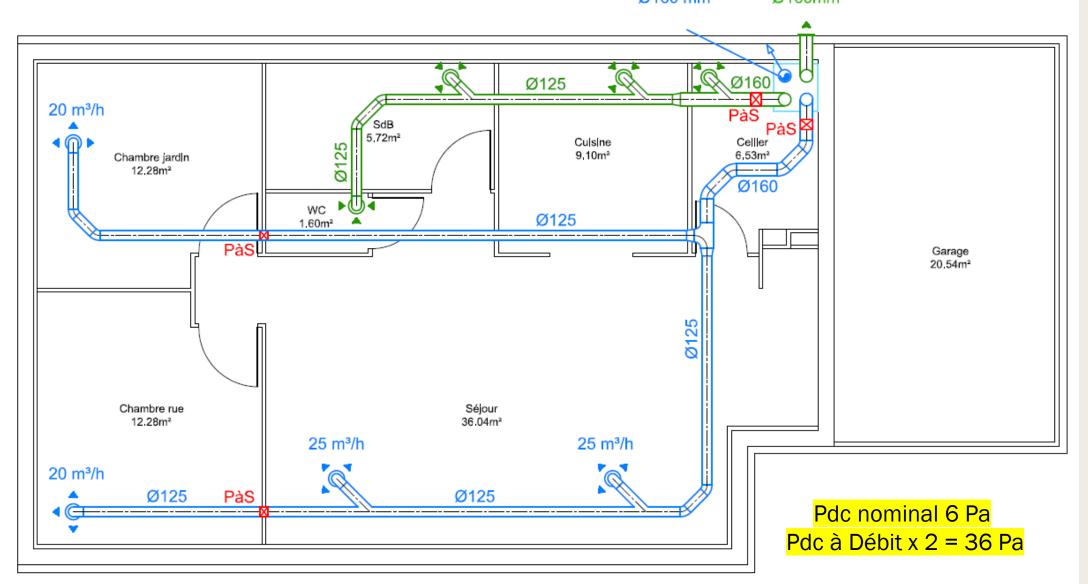


Flexible ducts 90° bends





Chapeau de toiture Sortie murale Universel Tuile Rejet d'air Ø160 mm Ø160mm



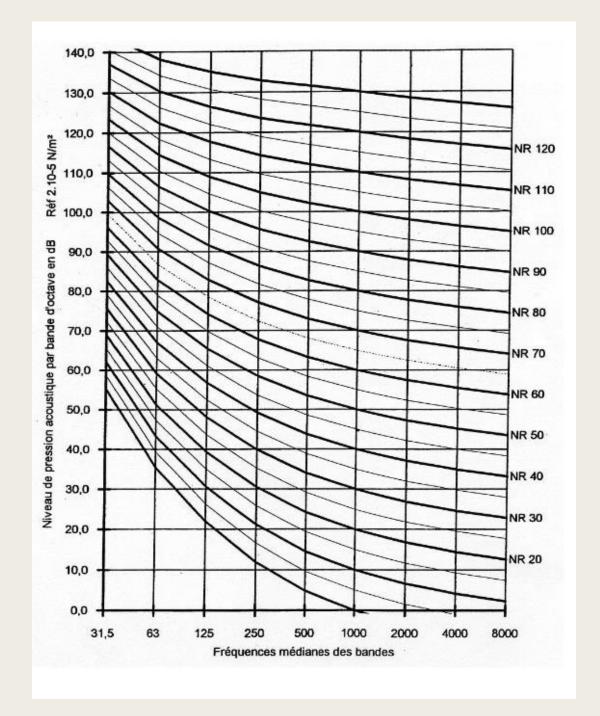
L'acoustique

- Transmission du bruit de la machine vers
 - L'ambiance
 - Le soufflage
 - La reprise (Extraction)
 - Le rejet d'air
 - L'arrivée d'air neuf
- Transmission par téléphonie entre pièces
- Atteindre NR 25 dans les salles de vie et dans les chambres.
 - Le niveau sonore dépend de la volumétrie, forme de la pièce et de l'aménagement
 - Il varie suivant la distance entre bouche et point de mesure
 - Attention au carrelage et autres matériaux durs
 - Viser NR 35 à la bouche
- Vers l'extérieur prise en compte du voisinage qui a ses fenêtres ouvertes....

L'acoustique

Courbes NR

Relevé par gamme de fréquence



L'isolation

- Isolation air neuf : (T négative)
 - Pertes de température
 - Condensation SUR la gaine
- Isolation rejet (T proche de 0°C)
 - Pertes de température
 - Condensation DANS la gaine
- Isolation soufflage
 - Pertes de chaleur
- Isolation extraction
 - Inutile si la gaine reste dans l'espace chauffé

Qualité de l'isolation

- Prendre en compte les risques de condensation
- Lambda = 0.04 W/mK
- Eviter (et pour passif certifié par la Fédé) les laines minérales
- Coller sur la gaine et non enfilé...

(Je me souviens encore des 1900 flexibles changés au Palais des Droits de l'Homme en 1997...)

Les pertes de chaleurs

Un cas de figure – Base du plan Maison Putois

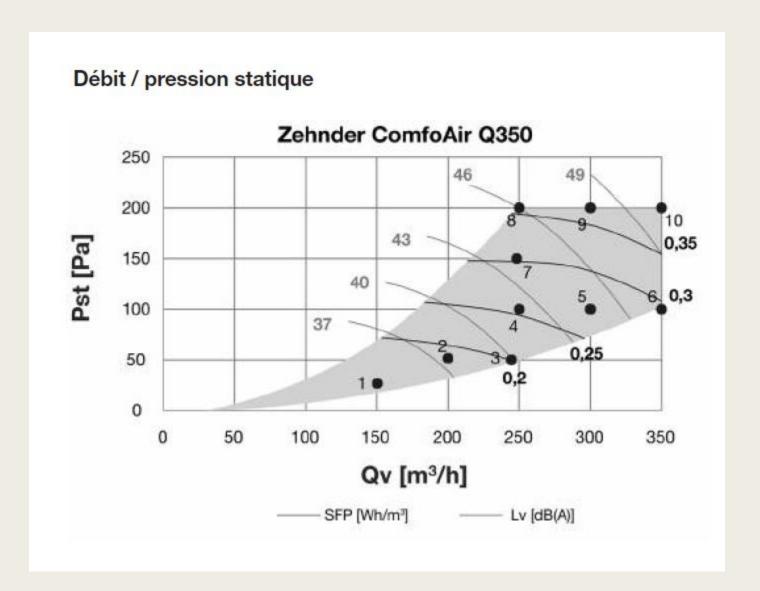
Température de soufflage de 50°C Longueur 15 mètres Débit 20 m3/h Diamètre gaine 90/75 PE

- Si $\lambda = 0 \Rightarrow T$ soufflage bouche = 23°C
- Si λ = 0.385 e = 25 mm \Rightarrow T soufflage bouche = 23.3 °C
- Si λ = 0.04 e = 25 mm \Rightarrow T soufflage bouche = 33 °C
- Si λ = 0.04 e = 50 mm \Rightarrow T soufflage bouche = 37 °C
- Si λ = 0.04 e = 50 mm et Débit = 40 m3/h \Rightarrow T soufflage bouche = 42 °C

Choisir une centrale

- Une machine ne se définit pas simplement par un débit
- Une machine certifiée
- Les paramètres nécessaires pour le fabriquant sont
 - Débit et pression disponible, avec une constitution, filtres mi-sale
 - Qualité des filtres attendus
 - Mode de dégivrage
- Pour l'analyse
 - Niveau sonore au point de fonctionnement
 - Capacité d'évolution du point de fonctionnement
 - Position des moteurs
 - Rendement échangeur et rendement réel
 - Mode de dégivrage
 - Pertes de charge filtre sale

Choisir une centrale



Choisir un filtre

Un filtre c'est une qualité de filtration et une surface Plus il s'encrasse plus il a de pertes de charge

- Génère des surconsommations
- Génère une baisse de débit
- Génère une perte de rendement
- Filtre G4 sur l'extraction, air peu sale
- Filtre F7 ou F9 à poche sur le soufflage
- S'il y a un pressostat d'alerte c'est mieux

Les modes de dégivrage

- Dans une centrale utilisée en bâtiment passif, sans batterie eau avant l'échangeur,
 le risque de gel est du coté humide, et donc coté extraction
- Arrêt du débit d'air de soufflage ou baisse de débit! NON Impossible dans un bâtiment étanche à l'air
- Batterie électrique ou eau glycolée qui va s'enclencher si la température à l'extraction est proche de 1°C
- Attention certains fabricants contrôlent le soufflage en réglant le thermostat à +5°C
- Commande par thermostat antigel en contrôlant l'air extrait
- Si batterie eau non glycolée en amont de l'échangeur, il est impératif de la protéger

Choisir une batterie

- Une batterie c'est une puissance et un usage dans des conditions de fluides
- Batterie chaude ou froide
- Puissance sensible froide en W ou puissance chaude en W
- Fluide entrant
 - Eau
 - Eau glycolée
 - Electricité
- Température de fluide entrant et chute de température souhaitée
- Température et hygrométrie de l'air entrant, en fonction de la sortie de l'échangeur
- Température et hygrométrie souhaitée en sortie

Le by-pass

Indispensable pour permettre le free-cooling II est motorisé MAIS

- Eviter les régulations complexes
- Se contenter autant que faire se peut d'un simple bouton ÉTÉ - HIVER

Régulation

- Le fabricant de machine ne sais pas ce que vous voulez faire.
- Il prévoit une régulation embarquée qu'il a paramétré pour 80% des applications courantes qu'il rencontre.
- Ce n'est pas votre attente!
- Dites lui ce que vous voulez faire et faites vous confirmer qu'il est capable de le faire avec le matériel proposé sans carte ou matériel en plus!
- Faire votre analyse fonctionnelle

■ FAIRE SIMPLE

- Si possible, préférer des systèmes dont vous êtes maitre.
- Utiliser un protocole de communication universel
- Privilégier l'enregistrement de données pour pouvoir analyser les données
- A l'heure du connecté, pensez à l'interface web

Réalisation

- Ce qui n'est pas dessiné n'existe pas
- Sensibiliser dès le départ l'entreprise sur le fait qu'il faudra démonter ce qui n'est pas conforme ET S'Y TENIR
- Pour les entreprises, la facilité de réalisation ne va pas forcément dans le sens de la conception: Un tirant en plus, ou un passage pris par l'électricien va générer ces accidents NON COMPATIBLES avec la conception du réseau
- Processus de VISA pour TOUS LES LOTS intégrant BETs et ARCHITECTE systématiquement
- Vérifier l'étanchéité des réseaux



CONTRÔLER CONTRÔLER CONTRÔLER La confiance n'exclut pas le contrôle

Réglage, contrôle et mesures

- Reprendre le tableau de conception
- Phase 1: Faire mettre en route son matériel par le fabricant et juste son matériel
- Phase 2: Régulation neutralisée, mise au régime nominal de la CTA, réglage des débits à chaque bouche par processus itératif, y compris air neuf et air rejeté
- Phase 3: Mettre en route la batterie chaude en fonctionnement forcé et mesurer les températures au soufflage
- Phase 4: Reporter sur le tableau de conception les mesures et calculer le rendement de l'échangeur
- Phase 5: Analyse des résultats
- Phase 6: Mettre en route la régulation et vérifier les bonnes réactions de la régulation

Le temps de réglage et l'inertie de l'installation peut aller au-delà du constat, de la réaction, et de la vérification dans les cas de température extrême.

Après livraison, revenir en saison chaude et saison froide pour vérifier le bon fonctionnement, et que l'entretien est bien réalisé, idéalement sur 2 ans

- Antigel se déclenchant à partir de +5°C
- Communication impossible entre 2 CTA de même marque...
- Réglage de bouches trop fermée : Niveau sonore trop important
- Régulateur paramétré par constructeur et déclenchant des séquences non prévues et non demandées parce que « c'est mieux comme ça non? »
- Sortie batterie chaude à 50°C Soufflage à la bouche à 35°C
- Gaines écrasées à la mise en œuvre
- Sur chantier, réalisation de réduction et jeu de coudes pour éviter une traverse bois non dessinée en conception mais ajoutée par l'entreprise
- Sur chantier déviation de réseau de gaine parce que pour l'électricien c'était plus facile de passer où était prévu les gaines
- Gel dans gaines extraction passant en comble VMC bouchée par présence d'eau dans les gaines
- Isolation des gaines trempées
- Un CCTP avec des pièges à sons en laine de verre





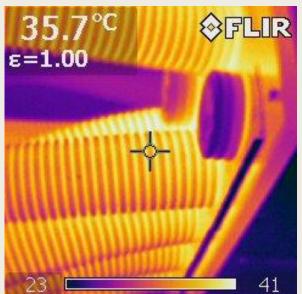




















Des outils







La réalité des chantiers- retours d'expériences

- BBC (bâtiment Bourg confort)
- Maison Y Acquistapace
- Crèche de Pont Ste Marie
 - Page 38 du CCTP silencieux laine minérale
- Maison C Bedeau
- Vogelis
- Maison S Schmitt présent dans la salle
- Martelberg
 - 3 installateurs successifs
- Crèche à Saverne
- Maison Y Lefrançois à Rouen
- Logements mmh Nancy
- Wiesmann refus de vente

La réalité des chantiers- retours d'expériences

Martelberg

- Gaine galva 160 puis 125 mm longueur 19 m
- Isolant Armaflex 50 mm
- Batterie chaude 62 degrés
- Bureau Oze
 47 degrés à la bouche

Une VMC passive c'est quoi?

- Rendement énergétique supérieur à 75 %
- Moins de 3 % de fuites au niveau de l'échangeur
- Moins de 0,4 w/m3 pour les 2 ventilateurs
- 35 dB pour un local de 4 m2
- 25 dB aux bouches de soufflage
- 30 dB aux bouches d'extraction
- Air insufflé minimum 16,5 degrés par moins 10 extérieur

Une VMC passive c'est quoi?

Katerorie: Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung

Hersteller: Brink Climate Systems B.V.

Niederlande

Produktname: Brink Flair 300 Enthalpie

Spezifikation: Luftleistung < 600 m³/h

Wärmeübertrager: Rekuperativ

Das Zertifikat wurde nach Erfüllung der nachfolgenden Hauptkriterien zuerkannt

Wärmebereitstellungsgrad η_{WRG} ≥ 75%

Spez. el. Leistungsaufnahme Pel,spez ≤ 0,45 Wh/m³

Leckage < 3%

Behaglichkeit Zulufttemperatur ≥ 16,5 °C bei

Außenlufttemperatur von -10°C

Einsatzbereich

70-230 m³/h

Wärmebereitstellungsgrad

 $\eta_{WRG} = 87\%$

Spezifische elektrische Leistungsaufnahme

 $P_{\text{el,spez}} = 0.21 \,\text{Wh/m}^3$

Feuchterückgewinnung

 $\eta_x = 78\%$

Une VMC passive c'est quoi?

Katerorie: Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung

Hersteller: Zehnder Group Zwolle B.V.

Niederlande

Produktname: ComfoAir350, ComfoD350, WHR930

Spezifikation: Luftleistung < 600 m³/h

Wärmeübertrager: Rekuperativ

Das Zertifikat wurde nach Erfüllung der nachfolgenden Hauptkriterien zuerkannt

Wärmebereitstellungsgrad $\eta_{WRG} \geq 75\%$

Spez. el. Leistungsaufnahme $P_{\text{el,spez}} \leq 0,45 \, \text{Wh/m}^3$

Leckage < 3%

Behaglichkeit Zulufttemperatur ≥ 16,5 °C bei

Außenlufttemperatur von -10 °C

Einsatzbereich

71-293 m³/h

Wārmebereitstellungsgrad

 $\eta_{WRG} = 84\%$

Spezifische elektrische Leistungsaufnahme

 $P_{\text{el,spez}} = 0.29 \,\text{Wh/m}^3$

Rendement et Rendement

- Norme NF
- Rejet d'air vicié 20 degrés
- Rendement:

Rendement et Rendement

- Norme nWRG
- Rejet d'air vicié 20 degrés
- Rendement:

Rendement et Rendement





www.passivhaus.fr

jct@passivhaus.fr

Rendement VMC

rejet

rendement réel VMC soufflage air neuf (pulsion) reprise air vicié (extraction) 20

air extérieur (prise air neuf)

air vicié uf) (sortie vmc)

Débit nominal 120

conso elec Wh/m3 Rendement bidon RT

87%

conso

moteurs

0,34

Rendement air vicié (nWRG)

5%

41

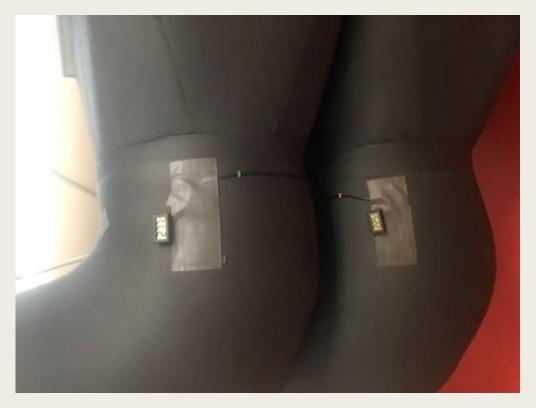
attention!

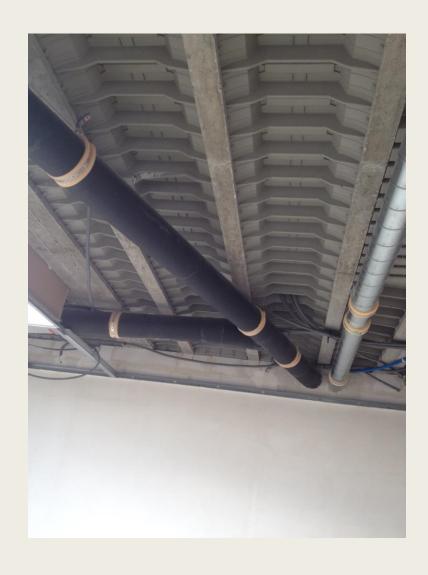
filtre encrassé = débit de reprise moindre = température de pulsion plus basse

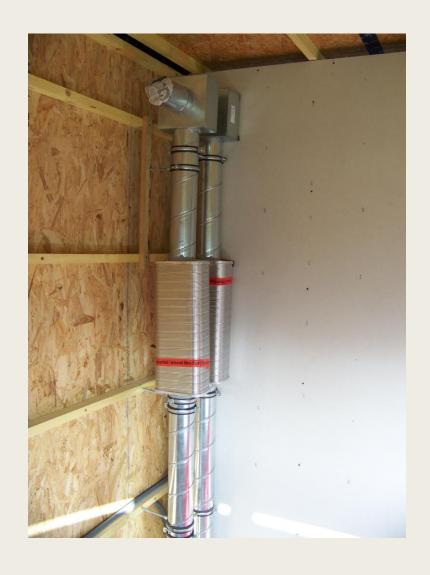
gaines froides mal isolée = condensations = rendement fortement diminué voir négatif

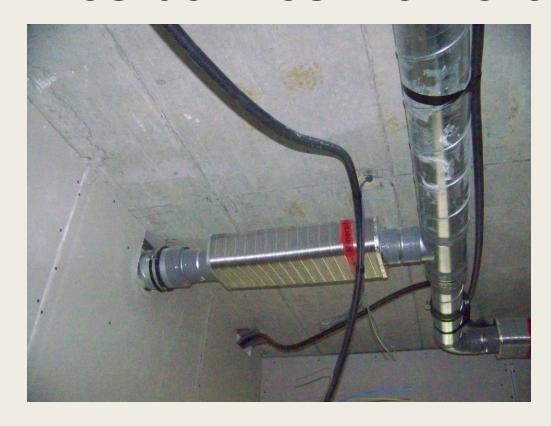
gaines air pulsé mal isol = déperditions en route = impossible de chauffer via l'air neuf

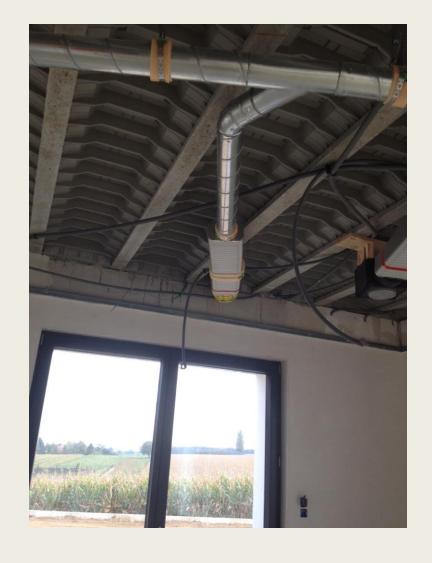






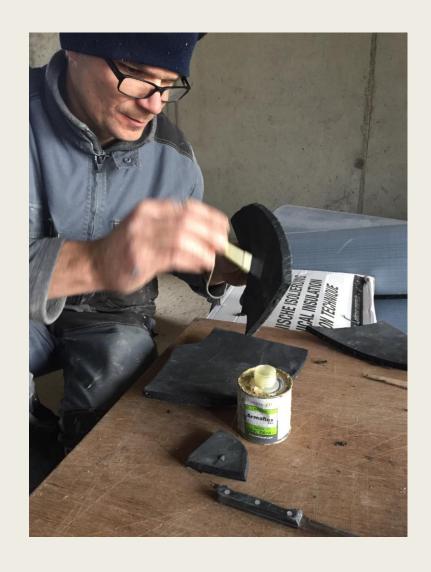


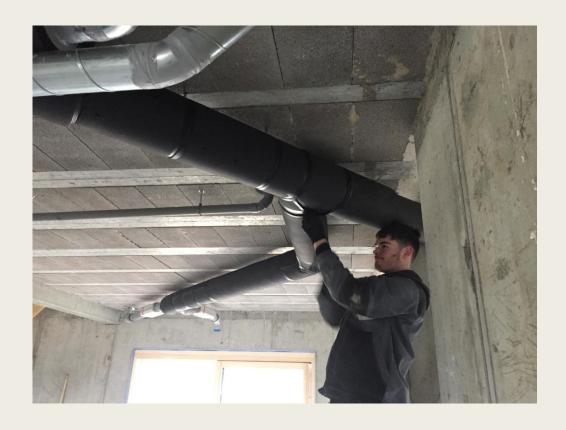




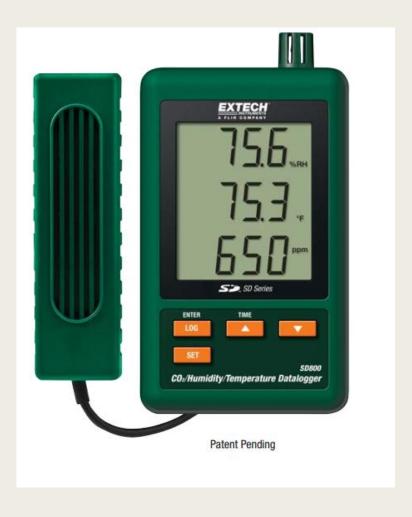












Un protocole pour réussir

- Réaliser le calcul des besoins
- Définir les débits par pièce au nominal
- Définir un débit maximum pour la fonction chauffage
- Donner les contraintes de passage de gaines aux autres membres de l'équipe de conception
- Choisir son matériau pour les gaines
- Définir la CTA, la production de chaleur et les batteries
- Définir la taille du local technique
- Choisir les diffuseurs
- Vérifier la réalisation sur site
- Réaliser les mesurages
- Accompagner l'installation durant plusieurs saisons de chauffe

Nos actions en cours



- Formation ventiliste en partenariat avec les compagnons du tour de France
- Etudes par le bureau d'études Fédépassif
- Fin des réglages VMC Martelberg (4 ans après)
- Mise en fabrication de VMC simples, adaptées au passif
 - Prototype
 - Fabrication sous licence

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

