Fédération Française de la Construction Passive
Partenaire des Compagnons du Tour de France
Fédération Compagnonnique

Formation Niveau 5: **Echangeur enthalpique**

Formateur : JP Guidez

Durée de la formation :45 minutes

Date :5 septembre 2018

Lieu: Saverne

zehnder
always the best climate

TABLE DES MATIERES

1. La technologie de l'échangeur enthalpique
   - 1.1. Enthalpie :Qu'est-ce que c'est ?
   - 1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

2. L'échangeur enthalpique: Réglementation
   - 2.1. Réglementation Française et enthalpie
   - 2.2. Passiv'haus et l'enthalpie

3. L'échangeur enthalpique Zehnder
   - 3.1. Technologie
   - 3.2. La gamme
   - 3.3. Retour d'expériences

Objectifs de la présentation

A l’issue de la formation le participant comprend les intérêts de l’échangeur enthalpique et sait argumenter en faveur d’une installation double flux dans le respect de la règlementation en vigueur.

La technologie de l'échangeur enthalpique

Objectifs :

Compendre le phénomène d'enthalpie

➔ Comprendre comment fonctionne l'enthalpie et ses bénéfices dans une installation de ventilation double flux.

La règlementation en vigueur

➔ Connaitre la réglementation en vigueur, les exigences des labels

L'échangeur enthalpique Zehnder

➔ Savoir argumenter sur la technologie Zehnder

➔ Savoir argumenter sur les produits Zehnder

TABLE DES MATIERES

1. La technologie de l'échangeur enthalpique
   1.1. Enthalpie: Qu'est-ce que c'est ?
   1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

2. L'échangeur enthalpique: Réglementation
   2.1. Réglementation française et enthalpie
   2.2. Passiv'haus et l'enthalpie

3. L'échangeur enthalpique Zehnder
   3.1. Technologie
   3.2. La gamme
   3.3. Retour d'expériences

1. L’enthalpie
1.1. Qu’est-ce que c’est ?

Définition :

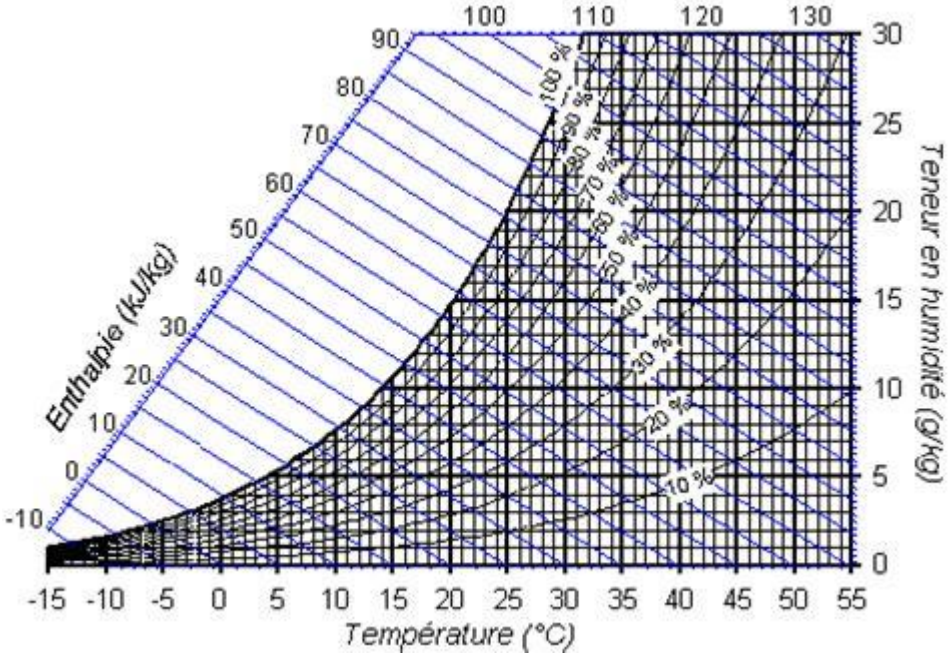
Le terme « enthalpie » désigne une grandeur thermodynamique correspondant à une fonction d'état extensive, c'est-à-dire une fonction d'état proportionnelle à la quantité de matière en présence. En revanche, l'enthalpie est indépendante de la façon dont un système a atteint son état. Elle s'appuie sur la situation initiale et sur la situation finale sans considérer les états intermédiaires.

C'est le scientifique néerlandais Heike Kamerlingh Onnes — prix Nobel de physique en 1913 — qui aurait, le premier, introduit le concept. L'enthalpie se note H et, dans le système international, elle se mesure en joule (J). Elle est définie par la relation suivante :

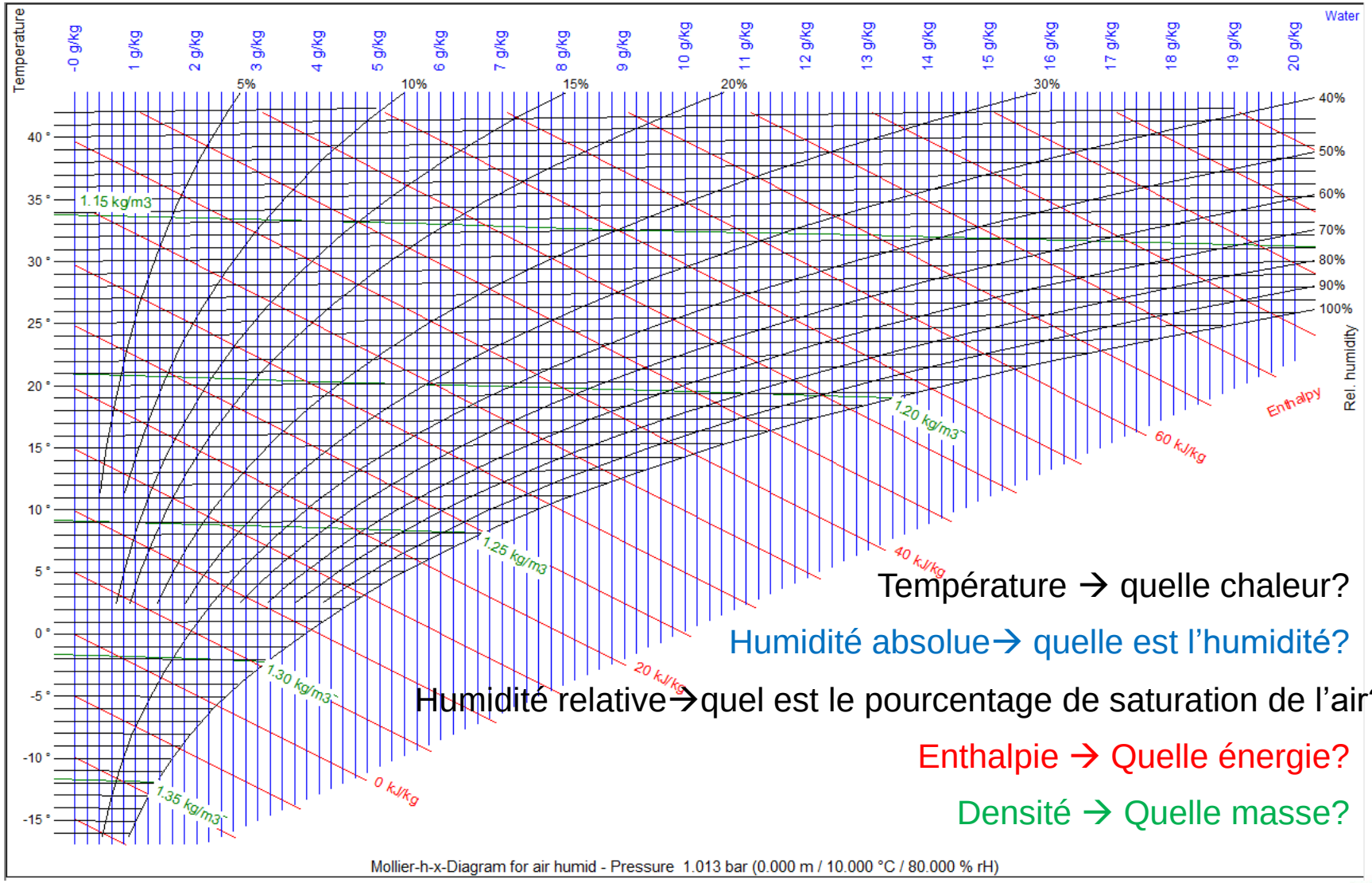
$H = U + PV$
où U représente l’énergie interne
P, la pression
et V, le volume.

1. L'enthalpie
1.1. Qu'est-ce que c'est ?

Le travail des thermiciens est facilité par les tables de Koch ou les diagrammes de Mollier qui indiquent l'Enthalpie pour une unité de masse de chaque fluide utilisé. Pour obtenir l'énergie mise en jeu, il faut donc multiplier ce chiffre par la masse de fluide transformé. Elle figure en kJ/kg dans les diagrammes et les tables usuelles.



1. L'enthalpie
1.1. Qu'est-ce que c'est ?



Température → quelle chaleur?

Humidité absolue→ quelle est l'humidité?

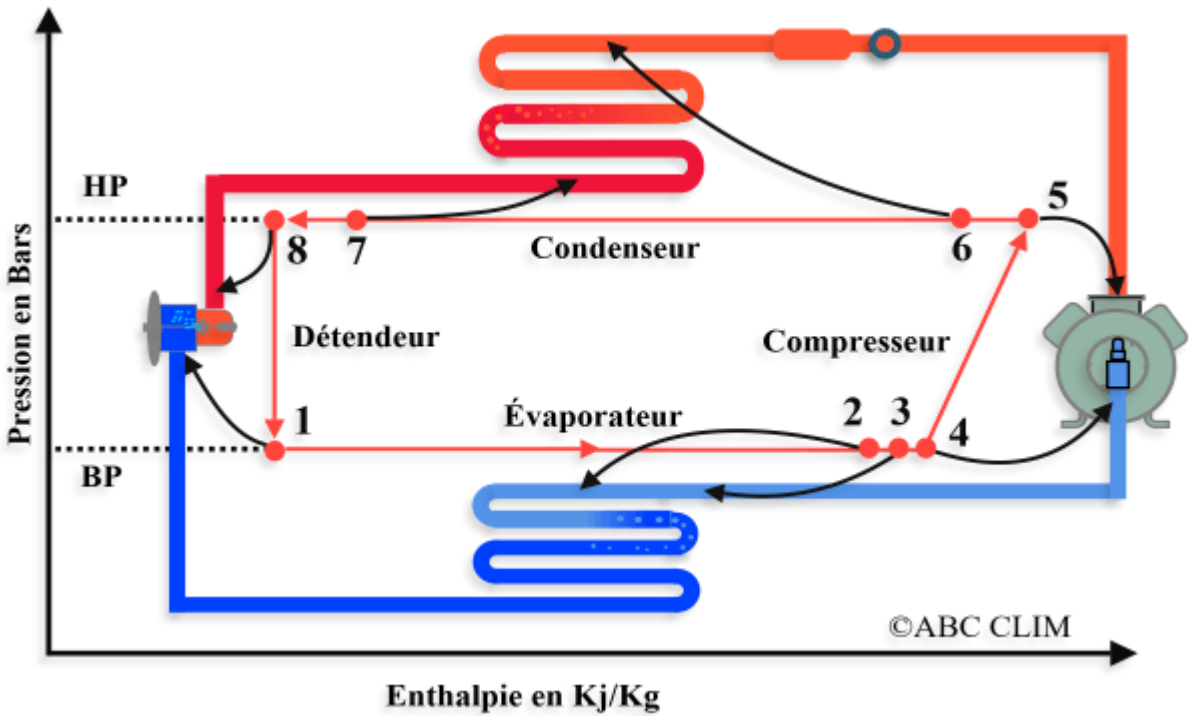
Humidité relative→quel est le pourcentage de saturation de l'air?

Enthalpie → Quelle énergie?

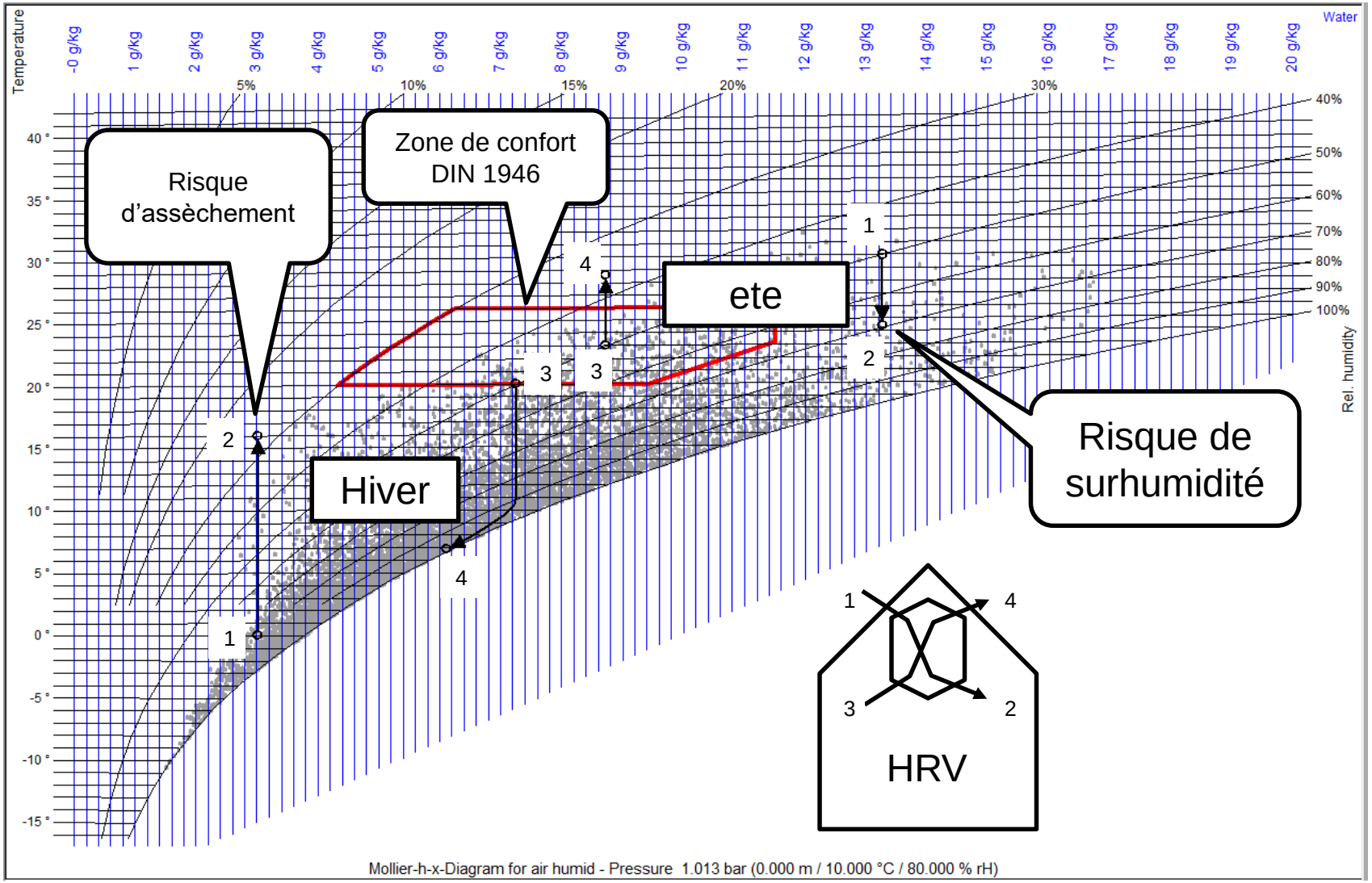
Densité → Quelle masse?

1. L'enthalpie
1.1. Qu'est-ce que c'est ?

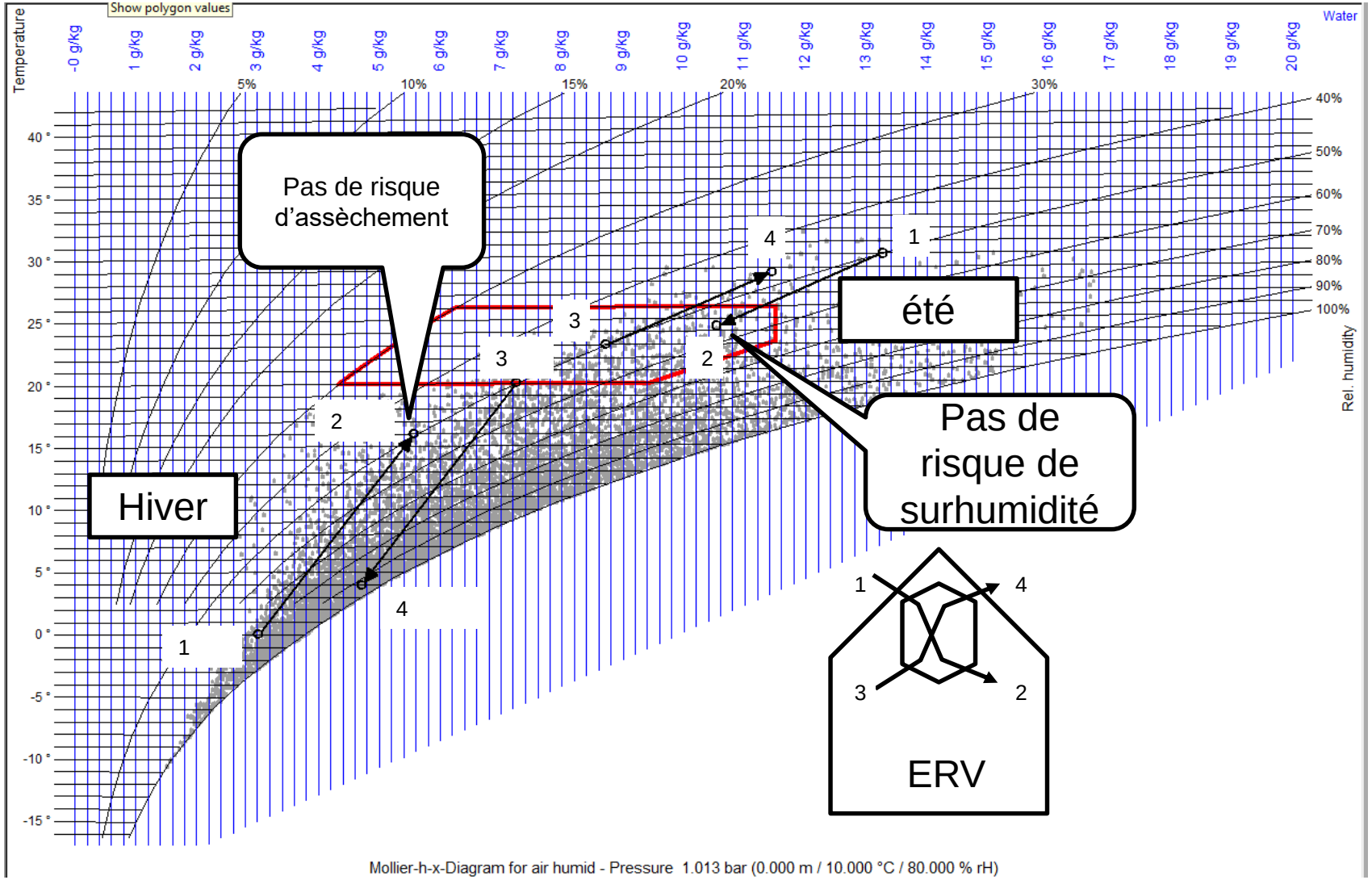
Exemple : Cycle d'une pompe à chaleur



1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?



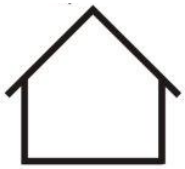
1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?



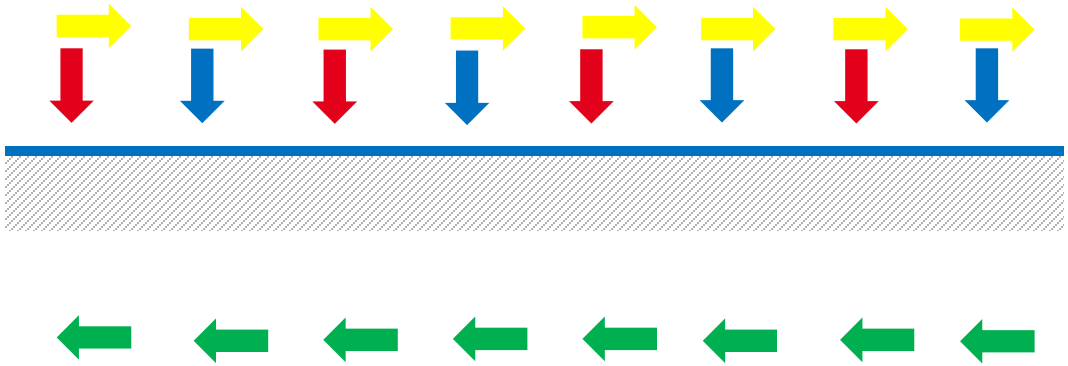
1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

En hiver = "récupération de chaleur" / "humidification"

Aspiration
25°C 50% RH



Insufflation
19,9°C 54% RH



Rejet
2°C 97% RH

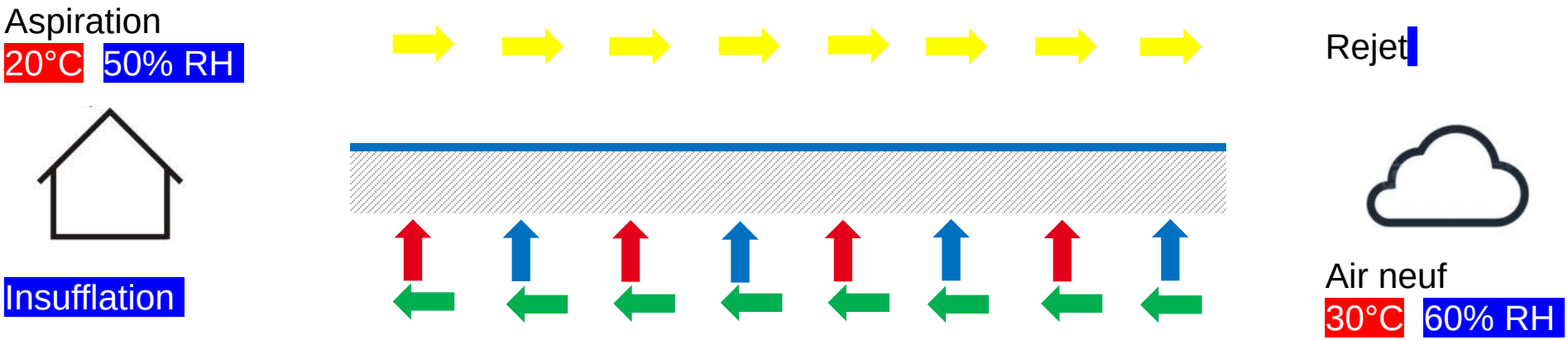
Air neuf
-3°C 70% RH

- Température
- Humidité
- Insufflation/ Air neuf
- Air rejeté/ Aspiration

According boundary conditions (see above) following DIN EN 308:1997-06 Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.

1. L’enthalpie
1.2. Qu’est-ce que cela apporte ?

En été= “récupération de frais” / “deshumidification”



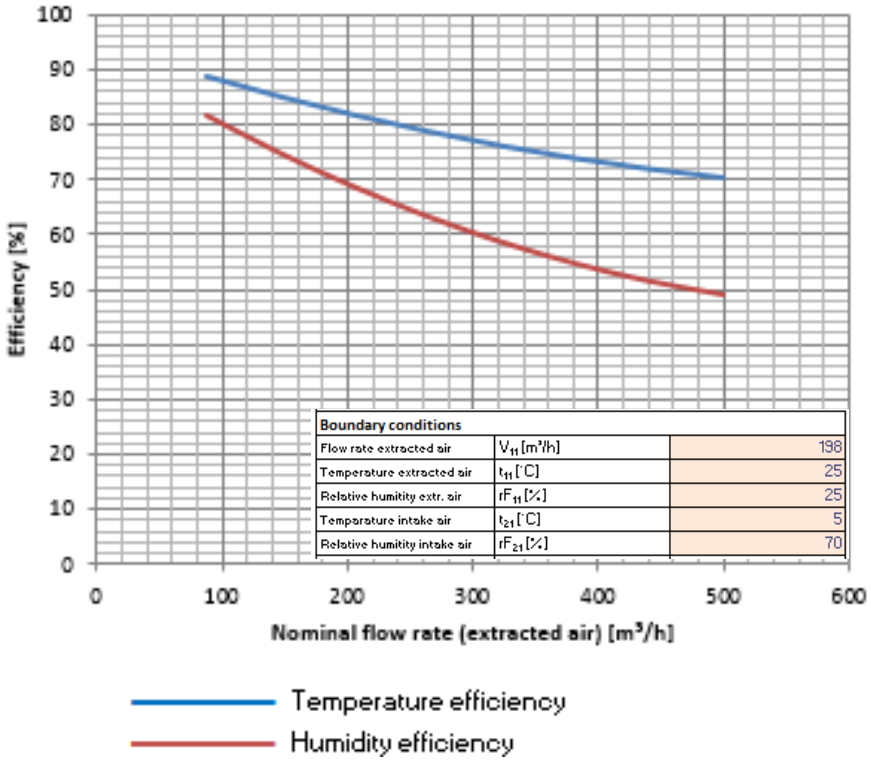
- Température
- Humidité
- Insufflation/ Air neuf
- Rejet/ Aspiration

According boundary conditions (see above) following DIN EN 308:1997-06 Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.

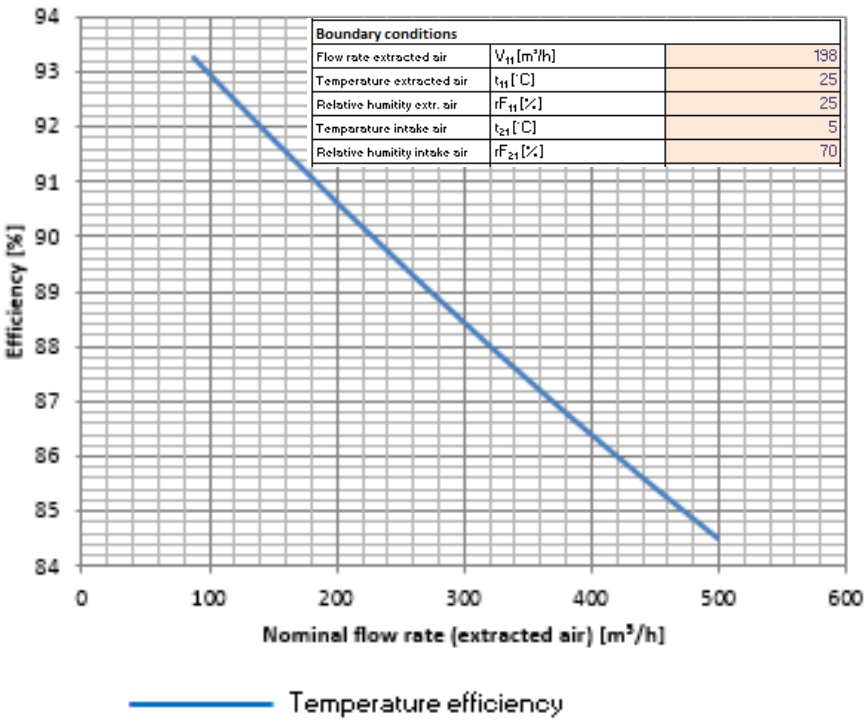
1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

Efficacité : échangeur 366 hauteur 500 mm (e.g. Novus (F) 300/450)

ERV



HRV



L'efficacité thermique brute d'un échangeur HRV est plus élevée que celle d'un échangeur ERV. Par contre l'ERV récupère l'humidité qui apporte de l'énergie supplémentaire (chaleur latente).

According boundary conditions (see above) following DIN EN 308:1997-06 Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.

1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

Condensation : échangeur 366 hauteur 500 mm (e.g. Novus (F) 300/450)

ERV

Boundary conditions		
Flow rate extracted air	V_{11} [m³/h]	198
Temperature extracted air	t_{11} [°C]	25
Relative humitity extr. air	rF_{11} [%]	50
Temperature intake air	t_{21} [°C]	-3
Relative humitity intake air	rF_{21} [%]	70
Temperature supply air	t_{22} [°C]	19,9
Relative humitity supply air	rF_{22} [%]	53,5
Temperature exhaust air	t_{12} [°C]	2,1
Relative humitity exhaust air	rF_{12} [%]	96,9
Barometric pressure	p_{atm} [Pa]	97500
Massflow ratio	M_1/M_2	1
Condensate and ice	m_C [ml/h]	no condensate
Temperature efficiency η_t		**81,7%**
Humidity efficiency η_x		**72,3%**

HRV

Boundary conditions		
Flow rate extracted air	V_{11} [m³/h]	198
Temperature extracted air	t_{11} [°C]	25
Relative humitity extr. air	rF_{11} [%]	25
Temperature intake air	t_{21} [°C]	1
Relative humitity intake air	rF_{21} [%]	70
Temperature supply air	t_{22} [°C]	22,7
Relative humitity supply air	rF_{22} [%]	16,7
Temperature exhaust air	t_{12} [°C]	2,3
Relative humitity exhaust air	rF_{12} [%]	100
Barometric pressure	p_{atm} [Pa]	97500
Massflow ratio	M_1/M_2	1
Condensate	m_C [ml/h]	101
Temperature efficiency η_t		**90,5%**
Humidity efficiency η_x		**0,0%**

Grâce à la récupération d'humidité, le siphon n'est plus utile.

According boundary conditions (see above) following DIN EN 308:1997-06 Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.

1. L'enthalpie
1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

Préchauffage : échangeur 366 hauteur 500 mm (e.g. Novus (F) 300/450)

ERV

Boundary conditions		
Flow rate extracted air	V_{11} [m³/h]	198
Temperature extracted air	t_{11} [°C]	25
Relative humitity extr. air	rF_{11} [%]	50
Temperature intake air	t_{21} [°C]	-4
Relative humitity intake air	rF_{21} [%]	70
Temperature supply air	t_{22} [°C]	19,7
Relative humitity supply air	rF_{22} [%]	54,0
Temperature exhaust air	t_{12} [°C]	1,3
Relative humitity exhaust air	rF_{12} [%]	99,5
Barometric pressure	p_{atm} [Pa]	97500
Massflow ratio	M_1/M_2	1
Condensate and ice	m_C [ml/h]	no condensate
Temperature efficiency η_t		**81,7%**
Humidity efficiency η_x		**72,5%**

HRV

Boundary conditions		
Flow rate extracted air	V_{11} [m³/h]	198
Temperature extracted air	t_{11} [°C]	25
Relative humitity extr. air	rF_{11} [%]	25
Temperature intake air	t_{21} [°C]	0
Relative humitity intake air	rF_{21} [%]	70
Temperature supply air	t_{22} [°C]	22,6
Relative humitity supply air	rF_{22} [%]	15,6
Temperature exhaust air	t_{12} [°C]	2,3
Relative humitity exhaust air	rF_{12} [%]	100
Barometric pressure	p_{atm} [Pa]	97500
Massflow ratio	M_1/M_2	1
Condensate	m_C [ml/h]	101
Temperature efficiency η_t		**90,4%**
Humidity efficiency η_x		**0,0%**

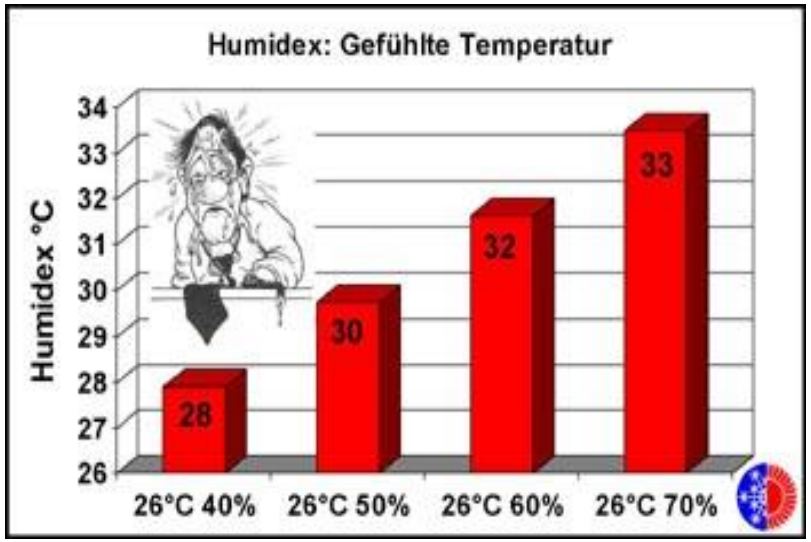
Un préchauffeur préserve l'échangeur du gel.

Avec un échangeur enthalpique, on peut se passer de préchauffeur.

According boundary conditions (see above) following DIN EN 308:1997-06 Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.

1.L'enthalpie
Conclusion

Humidité maitrisée = + de confort + de santé + économies



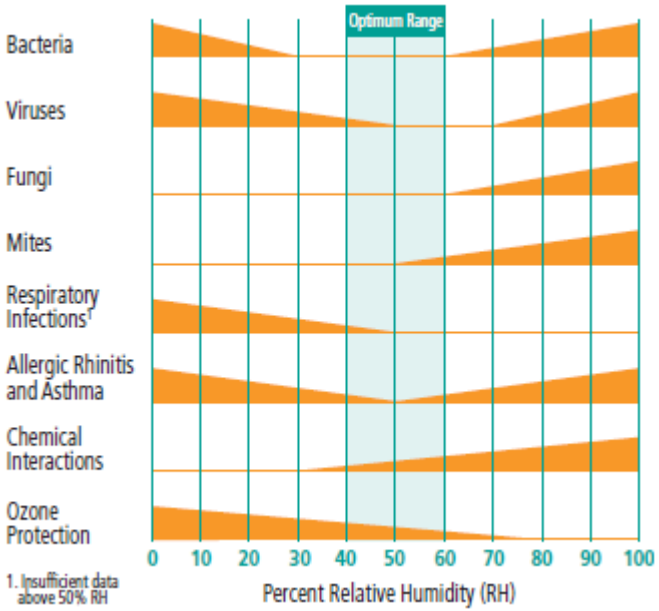


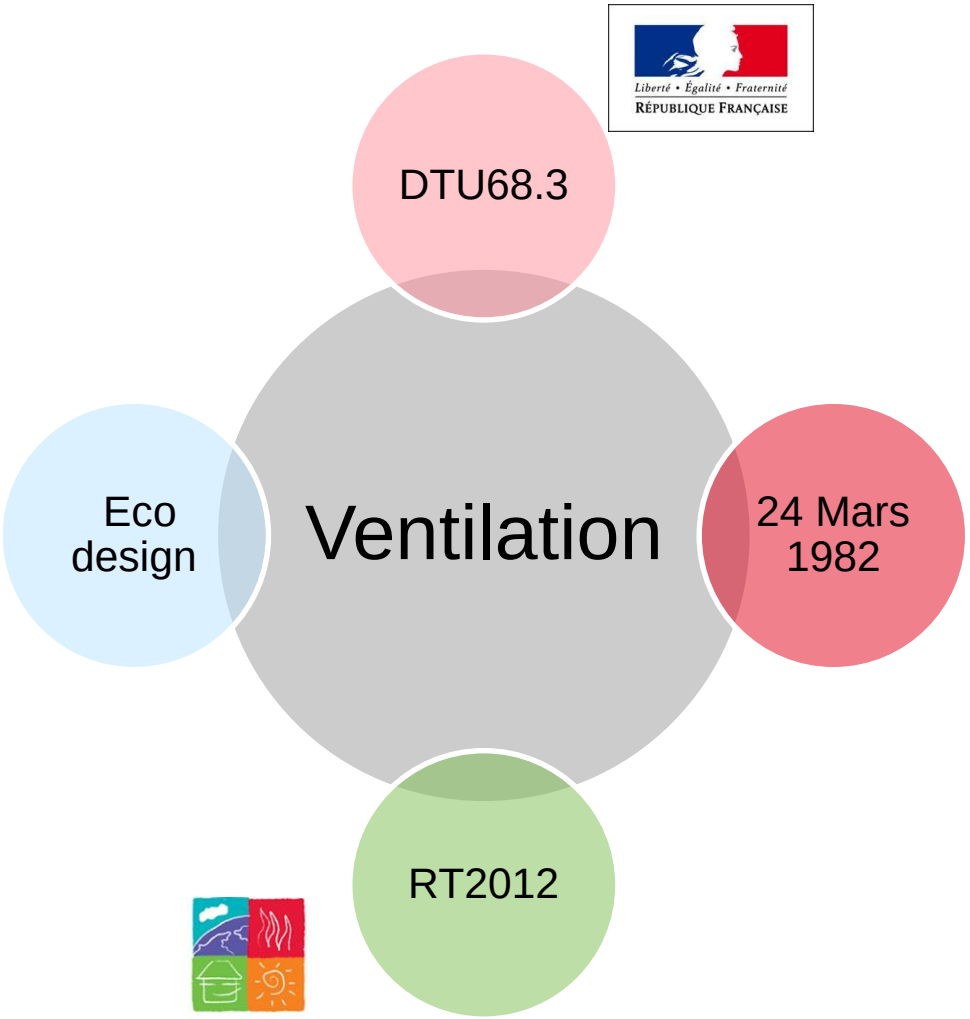
TABLE DES MATIERES

1. La technologie de l'échangeur enthalpique
   - 1.1. Enthalpie: Qu'est ce que c'est ?
   - 1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

2. L'échangeur enthalpique: Réglementation
   - 2.1. Réglementation Française et enthalpie
   - 2.2. Passiv'haus et l'enthalpie

3. L'échangeur enthalpique Zehnder
   - 3.1. Technologie
   - 3.2. La gamme
   - 3.3. Retour d'expériences

L'échangeur enthalpique: Réglementation
2.1. La réglementation



L'échangeur enthalpique :Réglementation
2.1. La réglementation

Arrêté du 24 mars 1982/ révision du 28 octobre 1983

1. La ventilation doit être permanente et continue.
2. Les entrées d'air se font dans les pièces de vie et les extractions dans les pièces de service.
3. L'air doit pouvoir circuler librement des pièces de vie vers les pièces de service.
4. Les débits minimum réglementaires des pièces de service (extraction) sont définis dans le tableau ci-dessous:

Type de logement	Bouches d'extraction auto-réglables				
	Cuisine	SdB	WC unique	WC multiples	SdE/buanderie*
T1(wc dans SdB)	20/75	15			
T1	20/75	15	15	15	
T2 (wc dans SdB)	30/90	30			
T2	30/90	15	15	15	
T3	45/105	30	15	15	15*
T4	45/120	30	30	15	15*
T5+	45/135	30	30	15	15

L'arrêté de 82 : Pas de prise en compte de l'humidité et du confort

zehnder

La réglementation en vigueur
2.1. La réglementation

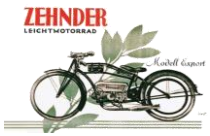
Aucune notion d'humidité relative n'est présente dans la DTU 68.3

L'échangeur enthalpique :Réglementation
2.1. La réglementation

RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

<u>Pour les VMC échangeur classique</u>
Test réalisé selon
-NF 205 V6
<u>Pour les VMC échangeur enthalpique</u>
Pas de cahier des charges
Prise en compte comme test en laboratoire certifié COFRAC
(TUV SUD)

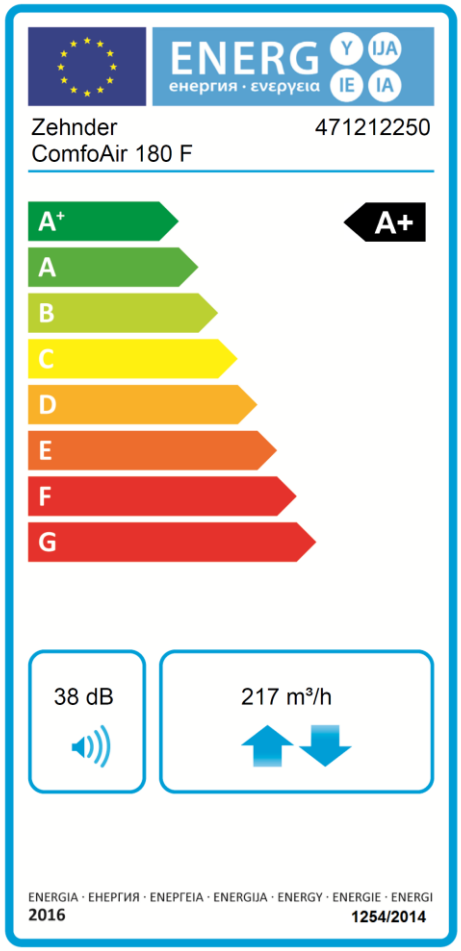
	Organisme Certificateur certifié COFRAC	Laboratoire certifié COFRAC	Test interne
Consommation électrique	100%	+10%	+20%
Pris en compte Efficacité	100%	90%	80%



zehnder

L'échangeur enthalpique :Réglementation
2.1. La réglementation

Eco design :Directive 1253/2014:Qu'est ce que c'est ?



01/01/2016

-Directive1253/2014 LOT6

Etiquette énergétique obligatoire

Pas de valorisation de l'enthalpie dans les calculs du SEC.

Classe SEC	SEC en kWh/m²-a
A+ (efficacité maximum)	SEC < 42
A	-42 ≤ SEC < -34
B	-34 ≤ SEC < -26
C	-26 ≤ SEC < -23
D	-23 ≤ SEC < -20
E	-20 ≤ SEC < -10
F	-10 ≤ SEC < 0
G (efficacité minimum)	0 ≤ SEC

Release data: 01/06/2016

Exigences en matière d'informations pour les unités de ventilation résidentielles (UVR) selon le règlement UE no 1253/2014
Installation de récupération de chaleur Zehnder ComfoAir Q350

Nom du fournisseur ou marque commerciale	Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group		
Référence du modèle établie par le fournisseur	ComfoAir Q350			ComfoAir Q350			ComfoAir Q350			ComfoAir Q350		
SEC en [kWh/(m²a)] pour chaque type de climat (froid, moyen, chaud)	-81,0	-41,3	-16,0	-81,6	-41,8	-16,4	-83,0	-43,1	-17,6	-85,4	-45,1	-19,3
Classe de SEC	A+	A	E	A+	A	E	A+	A+	E	A+	A+	E
Typologie de l'unité de ventilation	UVR Double flux			UVR Double flux			UVR Double flux			UVR Double flux		
Type de motorisation installée	A plusieurs vitesses			A plusieurs vitesses			Variateur de vitesse			Variateur de vitesse		
Type de système de récupération de chaleur[1]	Récupération			Récupération			Récupération			Récupération		
Rendement thermique[2]	94%			94%			94%			94%		
Débit maximal en [m³/h][3]	350			350			350			350		
Puissance électrique absorbée en [W][4]	175			175			175			175		
Niveau de puissance acoustique (LWA) en [dB(A)][5]	40			40			40			40		
Débit de référence en [m³/s][6]	0,068			0,068			0,068			0,068		
Différence de pression de référence en [Pa]	50			50			50			50		
SPI en [W/(m³/h)][7]	0,17			0,17			0,17			0,17		
Facteur de régulation et type de régulation	1 Régulation manuelle			0,95 Régulation par horloge			0,85 Régulation modulée centrale			0,65 Régulation modulée locale		
Taux de fuites internes et externes maximaux déclarés en [%][8]	Internes : 0,8%			Internes : 0,8%			Internes : 0,8%			Internes : 0,8%		
	Externes : 1,2%			Externes : 1,2%			Externes : 1,2%			Externes : 1,2%		
Taux de mélange[9]	-			-			-			-		
Position et description de l'alarme visuelle des filtres	Alerte sur l'écran graphique multifonction de l'installation ou le régulateur d'ambiance			Alerte sur l'écran graphique multifonction de l'installation ou le régulateur d'ambiance			Alerte sur l'écran graphique multifonction de l'installation ou le régulateur d'ambiance			Alerte sur l'écran graphique multifonction de l'installation ou le régulateur d'ambiance		
Adresse Internet concernant les instructions de montage et démontage	www.zehnder.fr			www.zehnder.fr			www.zehnder.fr			www.zehnder.fr		
Sensibilité du flux d'air aux variations de pression en [%][10]	-			-			-			-		
Etanchéité à l'air intérieur/extérieur en [m³/h][11]	-			-			-			-		
CEA (en kWh électricité/an) pour chaque type de climat (froid, moyen, chaud)	11,1	5,8	5,3	10,7	5,4	4,9	9,7	4,3	3,8	8,1	2,7	2,2
EAC (en kWh énergie primaire/an) pour chaque type de climat (froid, moyen, chaud)	92,1	47,1	21,3	92,3	47,2	21,3	92,7	47,4	21,4	93,4	47,8	21,6

1 : Type de récupération de chaleur : Récupérateur de chaleur statique (récupérateur à plaque)
2 : Rendement thermique : selon l'EN 13141-7:2010 au débit d'air de référence et à 50 Pa ; selon l'EN 13141-8:2014 pour les installations décentralisées
3 : Débit d'air maximal à une différence de pression statique externe de 100 Pa
4 : Puissance électrique absorbée au débit d'air maximal
5 : Emission sonore du boîtier au débit d'air de référence
6 : Débit d'air de référence (70 % du débit d'air maximal à une différence de pression statique externe de 50 Pa selon l'EN 13141-7:2010)
7 : Selon l'EN 13141-7:2010, au débit d'air de référence
8 : Selon l'EN 13141-7:2010 ; selon l'EN 13141-8:2014 pour les installations décentralisées
9 : Selon l'EN 13141-8: 2014 pour les installations décentralisées
10 : Selon l'EN 13141-8: 2014 pour les installations décentralisées : sensibilité du flux d'air aux variations de pression à +20 Pa et -20 Pa
11 : Selon l'EN 13141-8: 2014 pour les installations décentralisées
SEC : consommation d'énergie spécifique
SPI : puissance absorbée spécifique
CEA : consommation d'électricité annuelle
EAC : économie annuelle de chauffage

160303Q2501FR

L’échangeur enthalpique :Réglementation
2.2. La réglementation Passiv’haus

Prise en compte de l’humidité relative

Valorisation dans les certifications machines.

L'échangeur enthalpique :Réglementation Conclusion

Sur la règlementation Française

- Pas de prise en compte du confort
- Pas de valorisation de l'échangeur enthalpique
- La règlementation pause des contraintes uniquement sur les débits aspirés
- Pas de prise en compte à l'heure actuelle de la QAI
- Entièrement et uniquement focalisée sur la consommation d'énergie

Sur la labellisation Passiv'haus

- Seul label à prendre en compte les échangeurs enthalpiques
- Prise en compte du confort

Pas d'aide financière sur la ventilation équipée d'échangeur enthalpique (délivrés aux particuliers par des entreprises RGE pour du matériel certifié)

zehnder

TABLE DES MATIERES

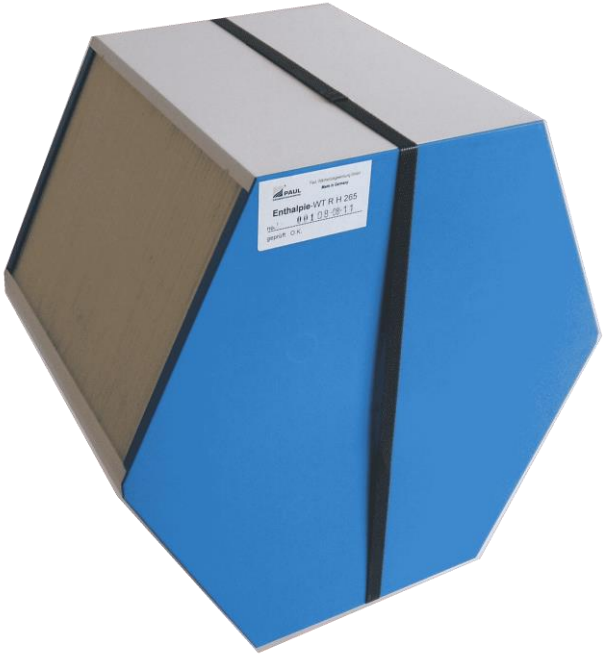
1. La technologie de l'échangeur enthalpique
   - 1.1. Enthalpie: Qu'est ce que c'est ?
   - 1.2. Qu'est-ce que cela apporte ?

2. L'échangeur enthalpique: Réglementation
   - 2.1. Réglementation Française et enthalpie
   - 2.2. Passiv'haus et l'enthalpie

3. L'échangeur enthalpique Zehnder
   - 3.1. Technologie
   - 3.2. La gamme
   - 3.3. Retour d'expériences

3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.1. Technologie

Entalphy **R**ecovery **V**entilation (ERV) = Récupération d‘humidité et de chaleur

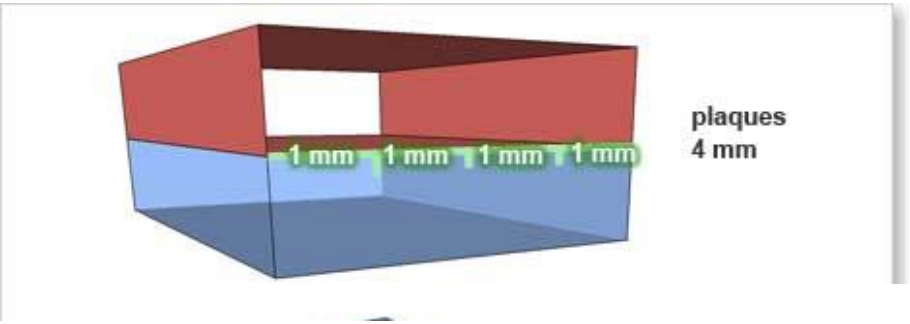


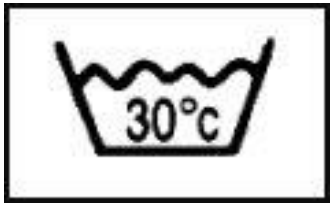
3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.1. Technologie

Principe physique de transfert de la vapeur d’eau à travers la membrane

- **Vapeur d‘eau**
- **Chaleur**
- **Odeurs**
- **Gaz et contaminants**

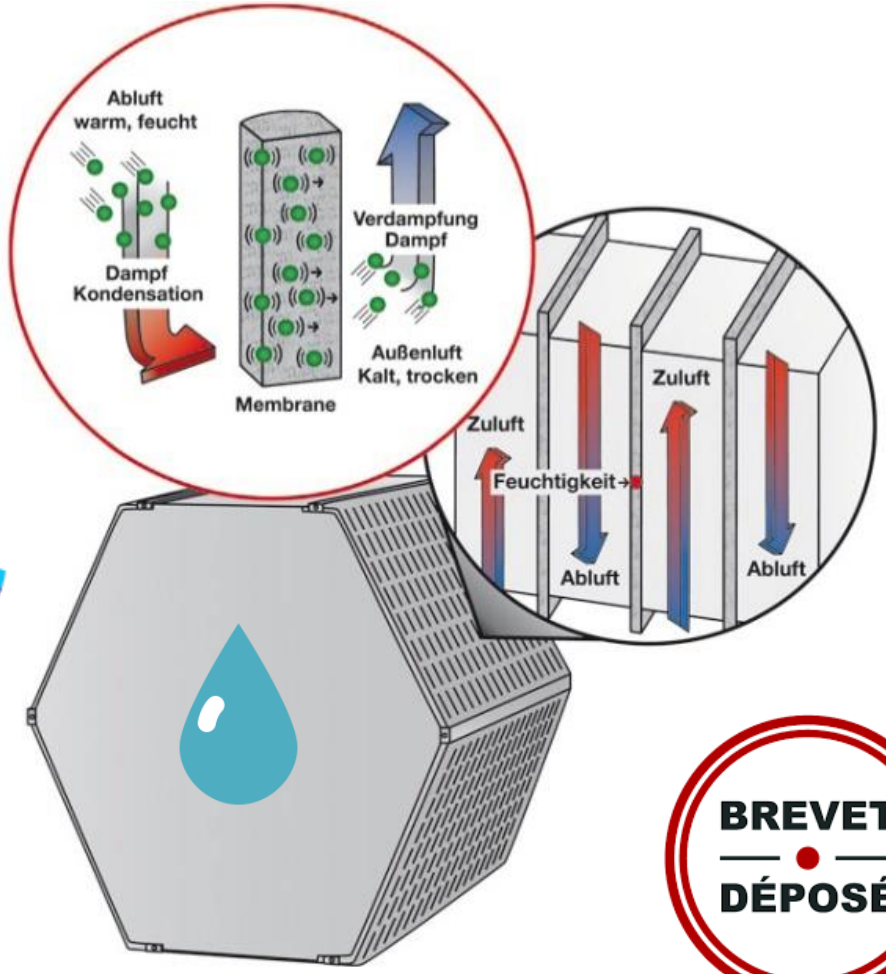
3.L'échangeur enthalpique Zehnder
3.1. Technologie





PROTECTION THAT LIVES ON MICROBAN

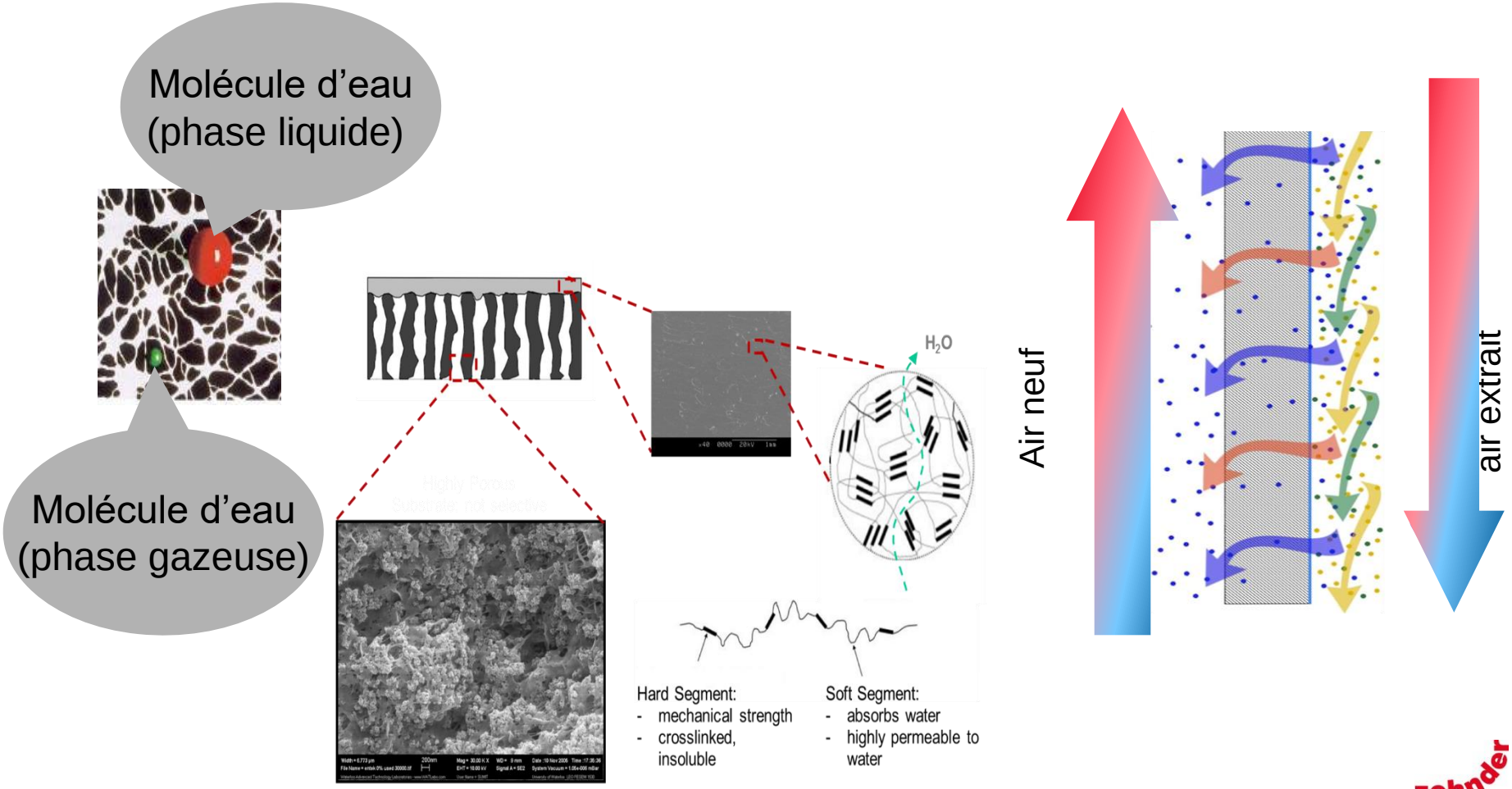
ɲ:>80%
>70% de récupération humidité



BREVET DÉPOSÉ

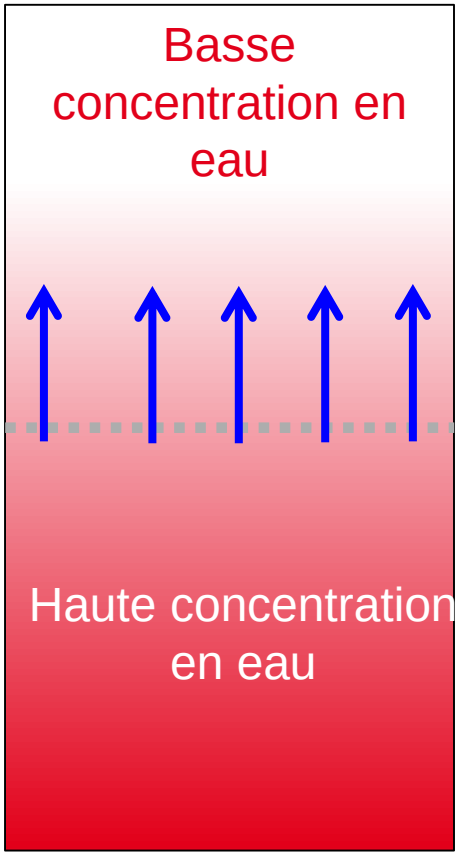
3.L'échangeur enthalpique Zehnder
3.1. Technologie

Membrane sélective en polymer produite par Zehnder



3.L'échangeur enthalpique Zehnder
3.1. Technologie

Membrane selective en polymer :Video



3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.2. La gamme

ComfoAir	Q350	Q450	Q600
Certif NF/PHIHRV/ERV	97/90/86	97/89/83	97/89/80
Dom d’emploi NF en m3/h	**T3-T5+**	**T3-T5+**	**T3-T5+**
Taux d’humidité certifié PHI	**73**	**71**	**68**
Dom d’emploi PHI en m3/h	**70-270**	**70-345**	**70-460**
Compatible ComfoFond-L	**OUI**	**OUI**	**OUI**
Compatible ComfoCool	**Non**	**Non**	**Oui**

3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.2. La gamme

Zehnder Paul	Climos F 200	Focus (F) 200	Novus (F) 300	Novus (F) 450
Certification PHI	84	91	93/84	89
Dom d’emploi PHI (en m3/h)	**100-115**	**116-155**	**121-231**	**140-348**
Taux d’humidité certifié PHI	**-**	**-**	**73**	**-**

Tous les modèles peuvent recevoir un échangeur enthalpique en série ou en option.
Climos F 200 en série
Focus-Novus en option, sur gamme F en série.

3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.2. La gamme

Zehnder	ComfoSpot 50	ComfoAir 70
Certification PHI erv	80%	86%
Dom d’emploi PHI (en m3/h)	**15-25**	**20-40**
Montage	**Horizontal**	**Horizontal**

3.L’échangeur enthalpique Zehnder
3.3. Retour d’expérience

Cas N°1

- Ca550 (HRV/ERV)
- Débits: 210-270-470 m^3/h (position 1-2-3)
- Température confort 19°C
- Capteur CO^2 dans la cuisine
- Durée : 8 jours
- Lieu : Weststeijn, Rotterdam

3.L'échangeur enthalpique Zehnder

3.3. Retour d'expériences

Agenda

2012	wk4	wk5	wk6	wk7	wk8	wk9	wk10
HRV	x	x	x				
ERV				x	x	x	

Conditions

Temps froid

2012	wk4	wk5	wk6	wk7	wk8	wk9	wk10
HRV			x	x			
ERV					x	x	x

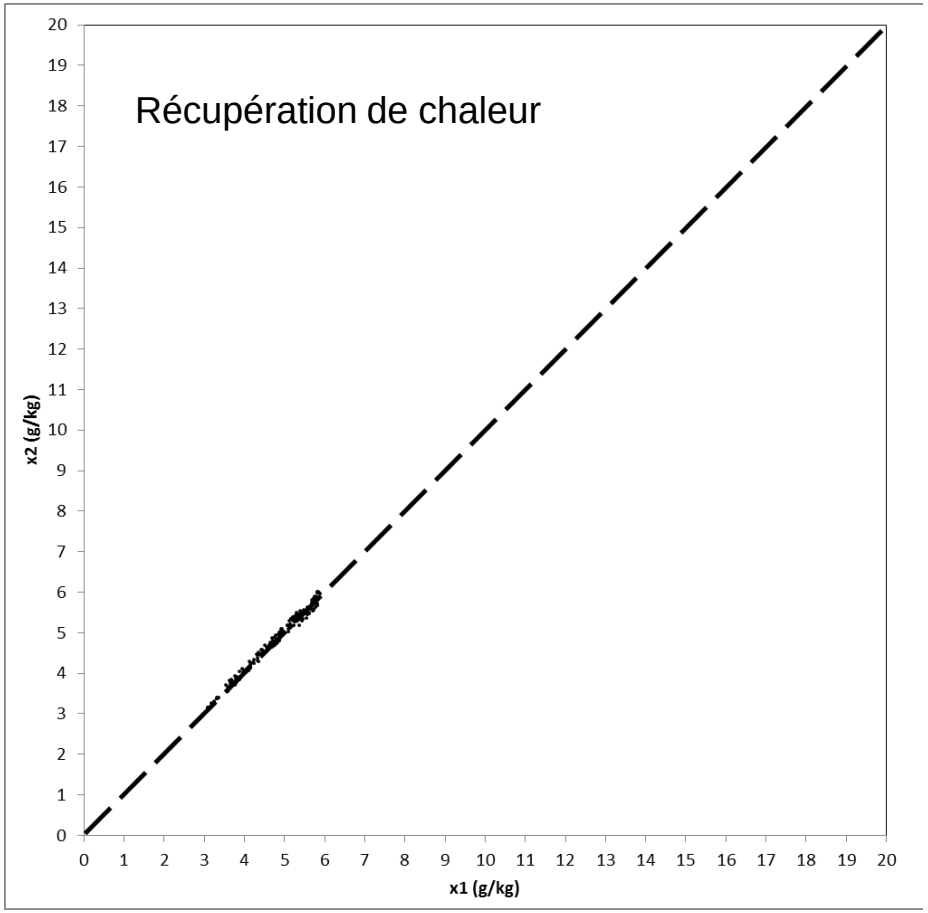
Constat

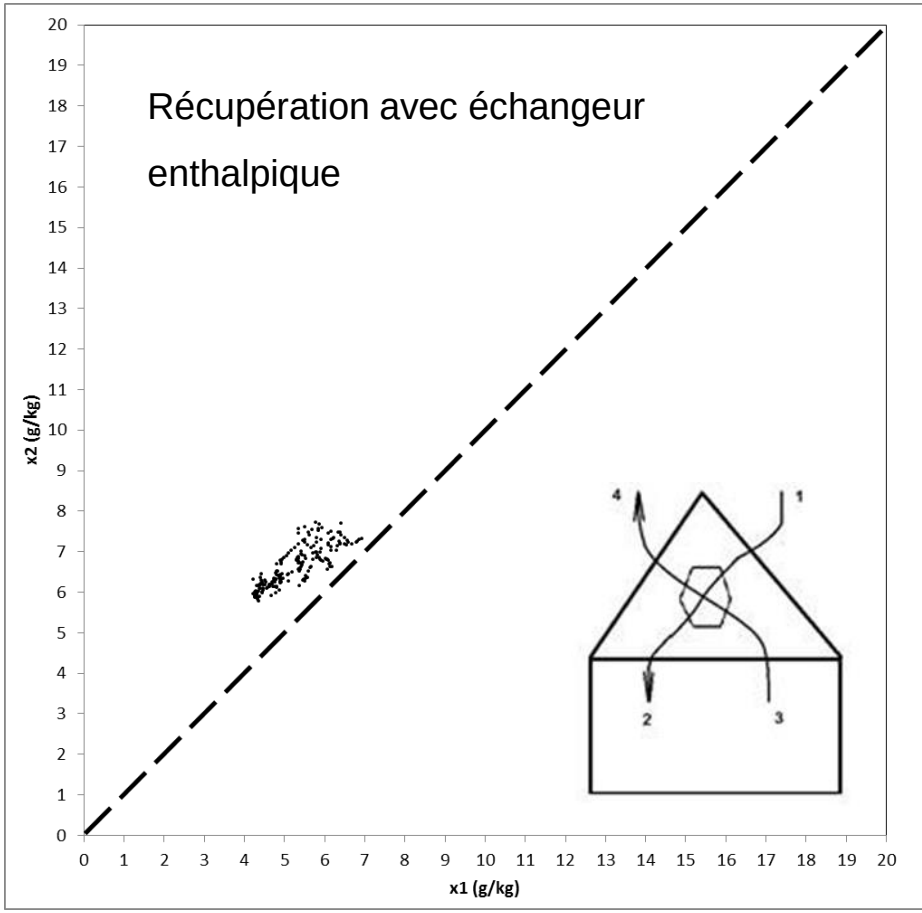
Condensation dans l'échangeur

Habitants en congés

Période de 8 jours

Comparaison sur une période de 8 jours (T_{amb}= 5 – 10 C, x_{amb}=4 – 6 g/kg)

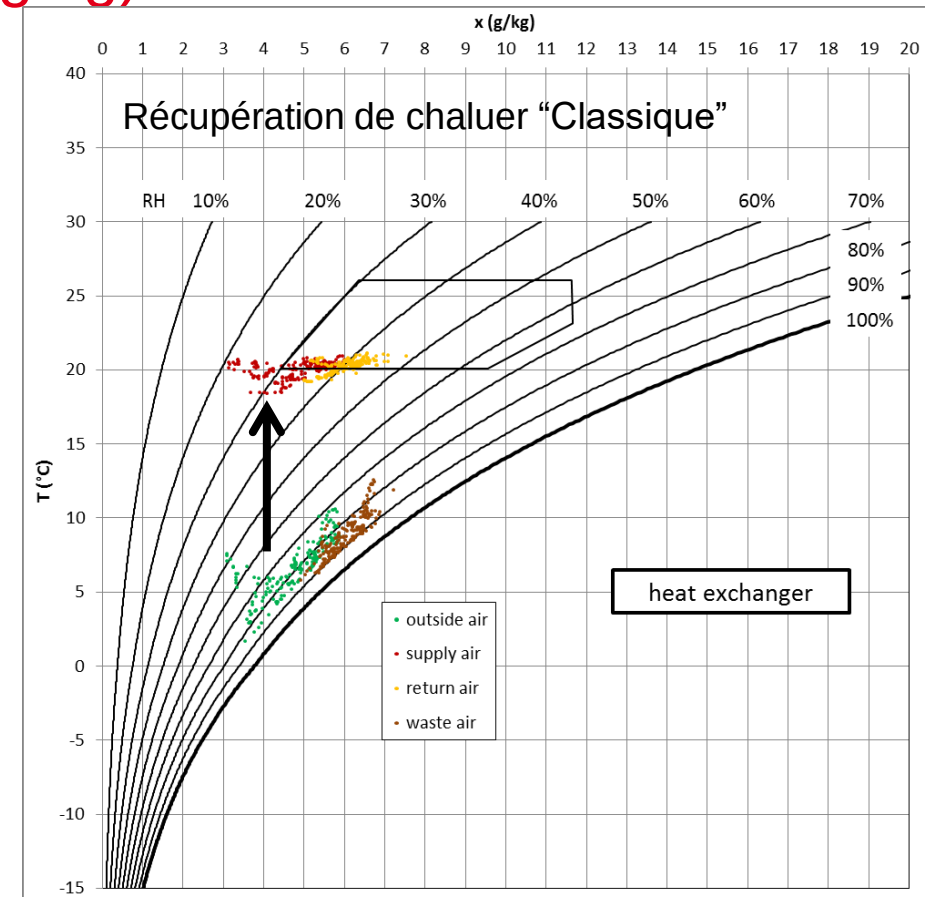


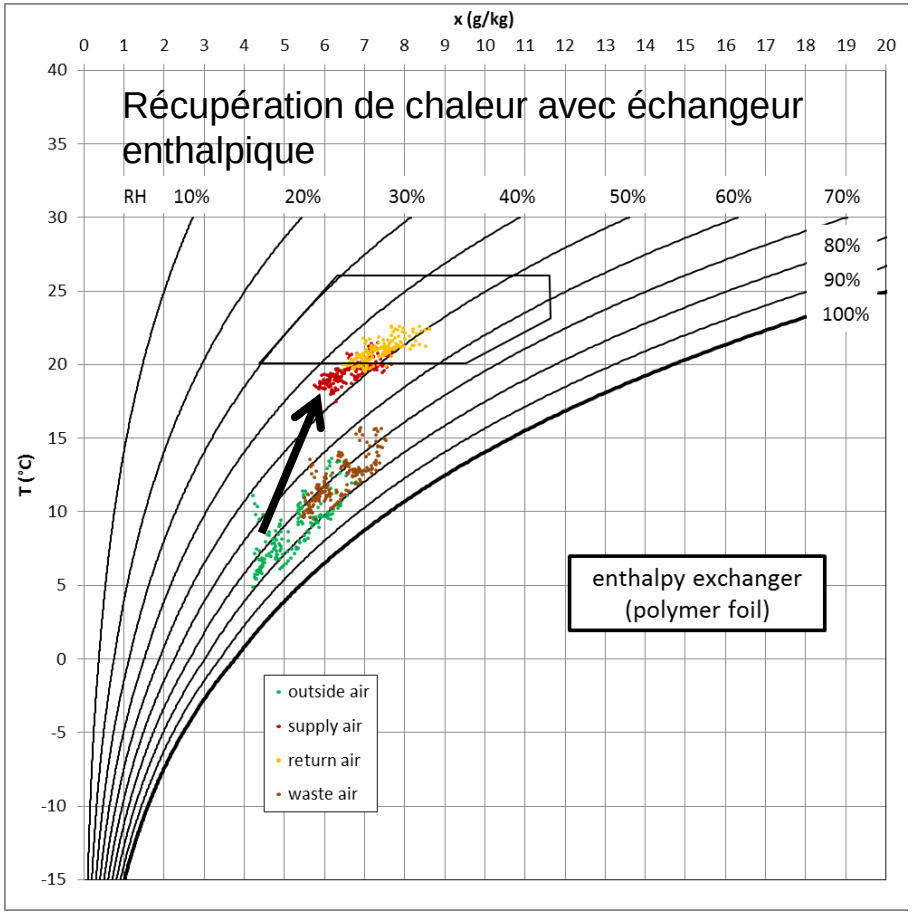


- Récupération de chaleur (échangeur non enthalpique): pas d'augmentation d'apport en humidité
- Récupération avec échangeur enthalpique: augmentation de 1-2g/kg d'apport en humidité

(@150 m^3/h cela signifie une récuperation d'humidité de 4,3-8,6 litres/jour)

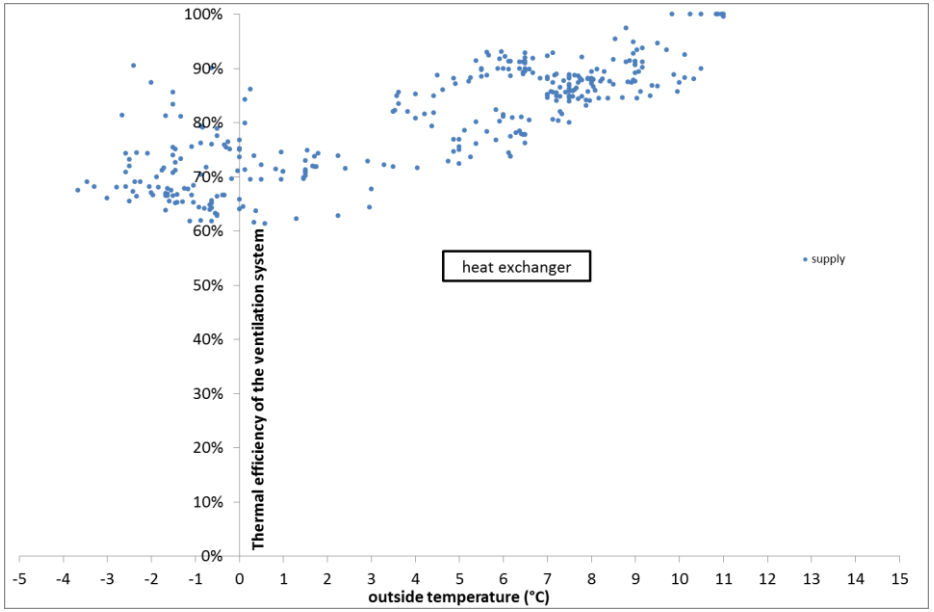
Comparaison sur une période de 8j - (T_{amb}= 5 – 10 C, X_{amb}=4 – 6 g/kg)

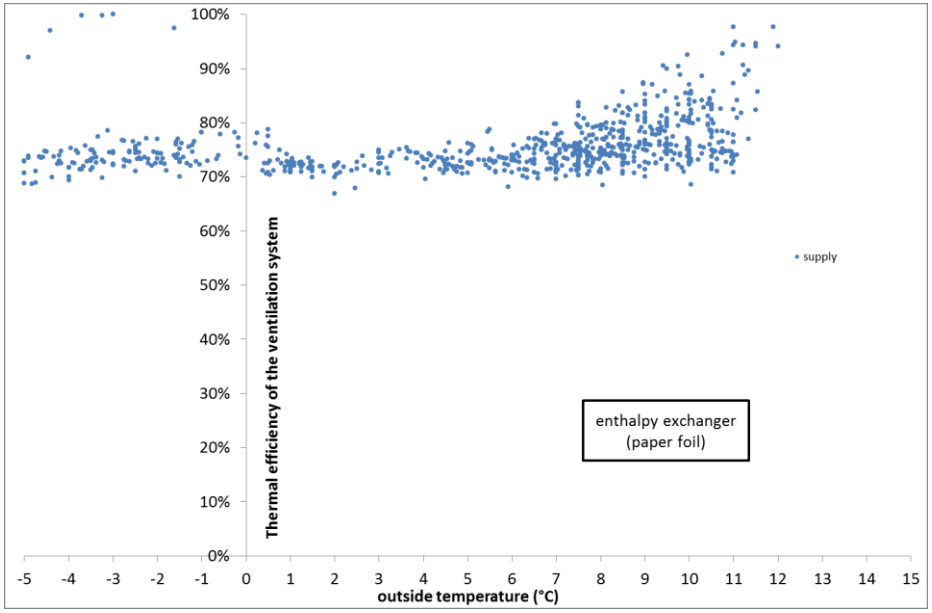




- Récupération avec échangeur “Classique”: humidité relative intérieure 35% - 45%
- Récupération avec échangeur enthalpique: humidité relative intérieure 45% - 50%
- Enthalpie permet une augmentation de 10 points de l’humidité relative

Effet de la condensation sur l'efficacité de l'échangeur





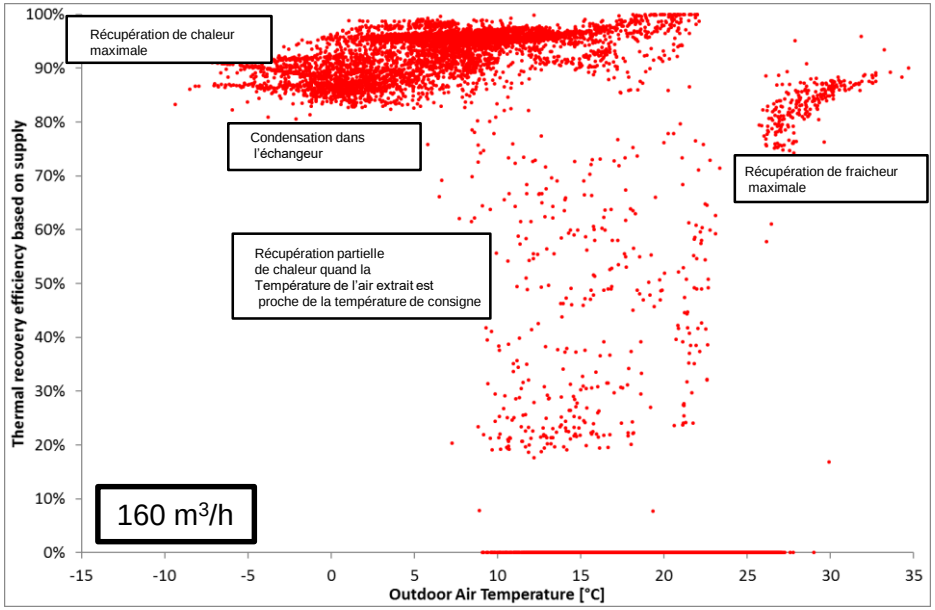
L'échangeur enthalpique évite la formation de condensation et permet ainsi de garantir l'efficacité de l'échange thermique même avec les basses températures hivernales.

Efficacité moyenne pendant la période de test

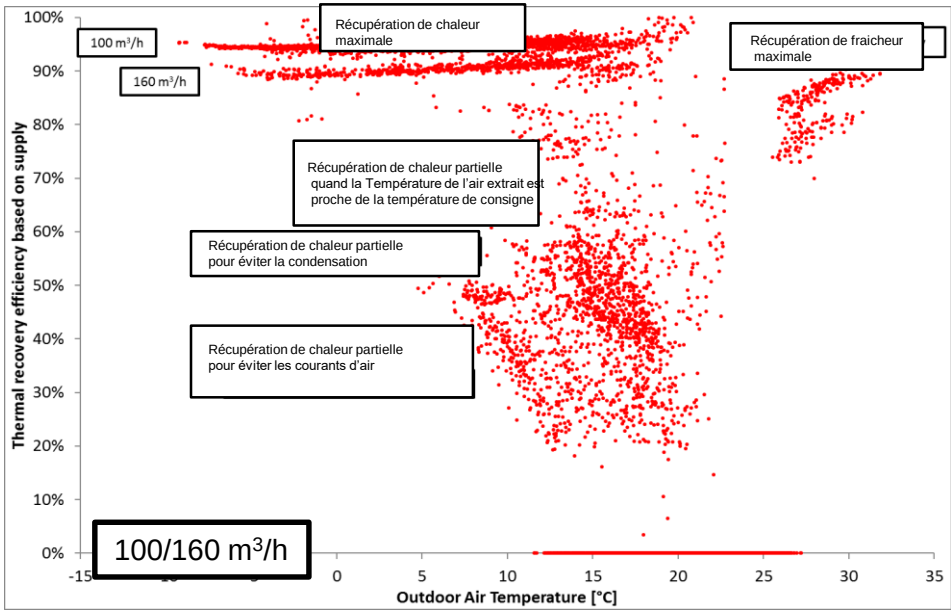
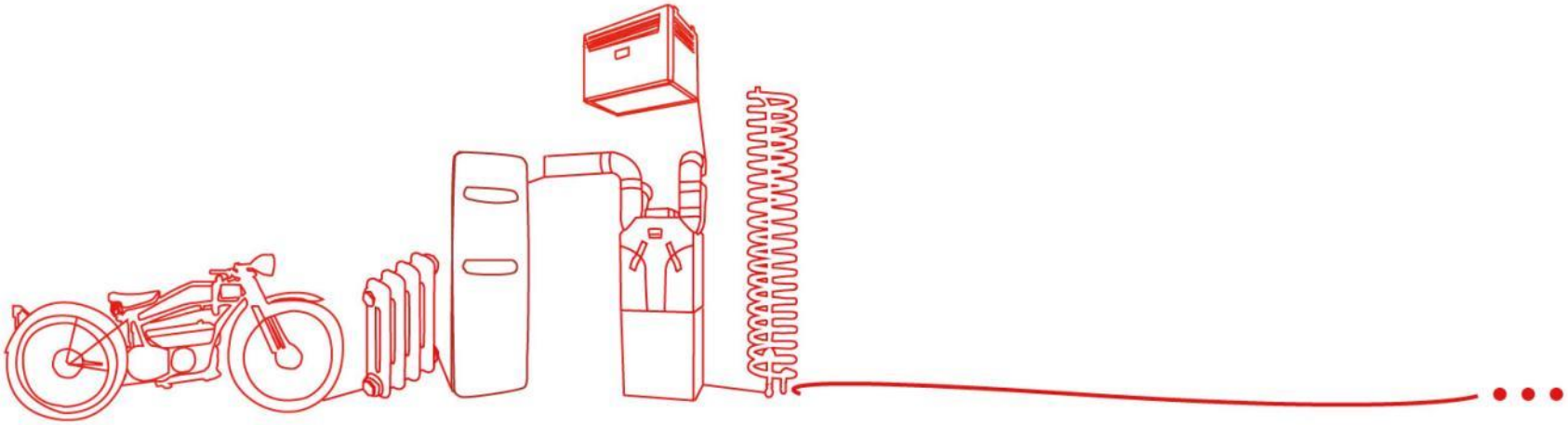
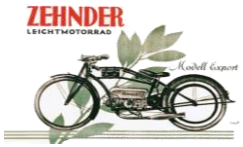
Type d'échangeur	Efficacité thermique	Efficacité d'apport d'humidité
	Sondes ComfoAir	Sondes Sensirion
Echangeur thermique	89% (sans condensation) 70% (avec condensation)	0%
Echangeur enthalpique (polymer)	88%	65%

La recuperation de chaleur

ComfoAir Q HRV



ComfoAir Q ERV



Merci de votre attention