

# Piscines Intérieures – Climat intérieur

Karel De Sloover – Ing. Arch.

Conseiller de la Division Avis Technique

Gembloux – 19/10/2023

### **Disclaimer**

Les copies des notes de cours d'une façon générale ne font pas partie d'une des séries des publications officielles de Buildwise et ne peuvent donc être utilisées comme référence.

Leur reproduction ou traduction, même partielle, n'est permise qu'avec l'autorisation de Buildwise.

### **Disclaimer**

De syllabi die uitgedeeld worden bij uiteenzettingen die gegeven worden door Buildwise maken geen onderdeel uit van de officiële publicatierreeksen van Buildwise en mogen dus niet als referentie gebruikt worden.

De, zelf gedeeltelijke, verdeling of vertaling van deze documenten is enkel toegestaan met toestemming van Buildwise.

# Programme



Introduction



Considérations physiques



Prévenir la condensation



Choix du pare-vapeur



Autres considérations



Cas pratiques



# Un secteur en augmentation permanente



Année	Nombre de nouvelles piscines privées via des entreprises de construction
2015	2050
2016	2150
2017	2150
2018	2400
2019	3050
2020	4050
2021	6150
2022 (extrapolation)	5225

# Un secteur en augmentation permanente



Chlore      Ossature bois

Ventilation      Condensation

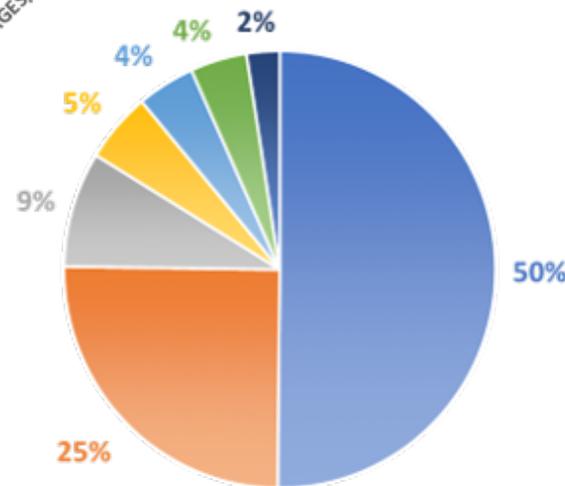
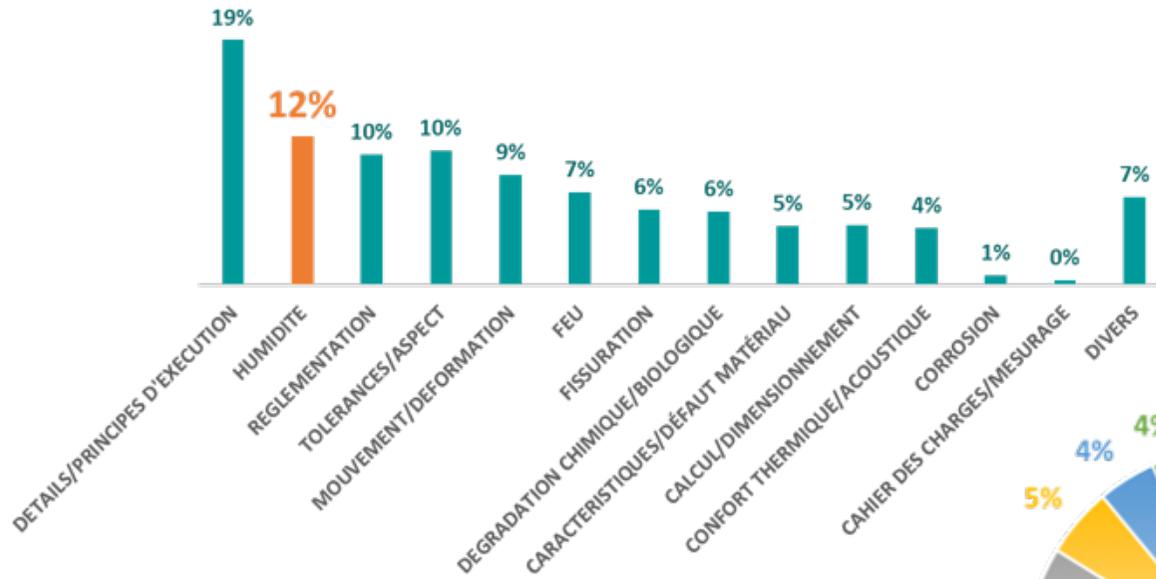
Humidité

Étanchéité

Pare-vapeur



# Humidité - pathologies



- INFILTRATION
- CONDENSATION
- CAPILLARITÉ/HUMIDITÉ ASCENSIONNELLE
- MOISSISSURES (DUES À L'HUMIDITÉ)
- HUMIDITÉ RÉSIDUELLE DE CONSTRUCTION
- HYGROSCOPICITÉ
- CAUSE ACCIDENTELLE (FUITE, ...)

Considérations physiques

# Programme



Introduction



Considérations physiques



Prévenir la condensation



Choix du pare-vapeur



Autres considérations



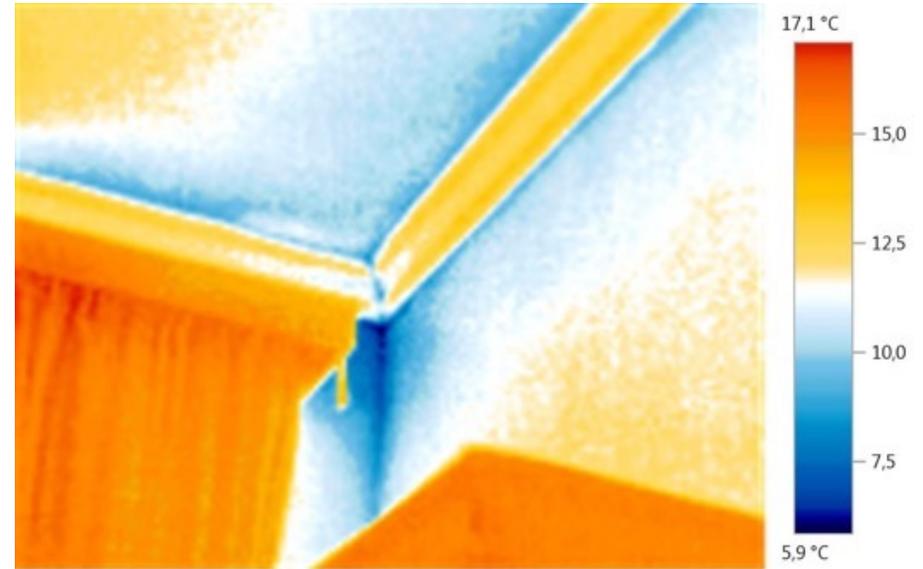
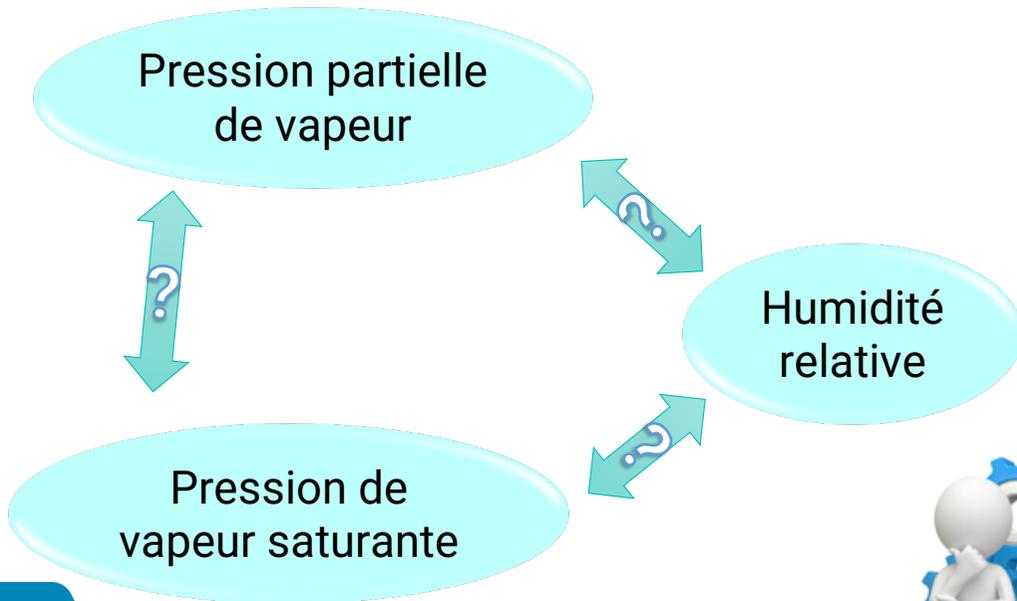
Cas pratiques



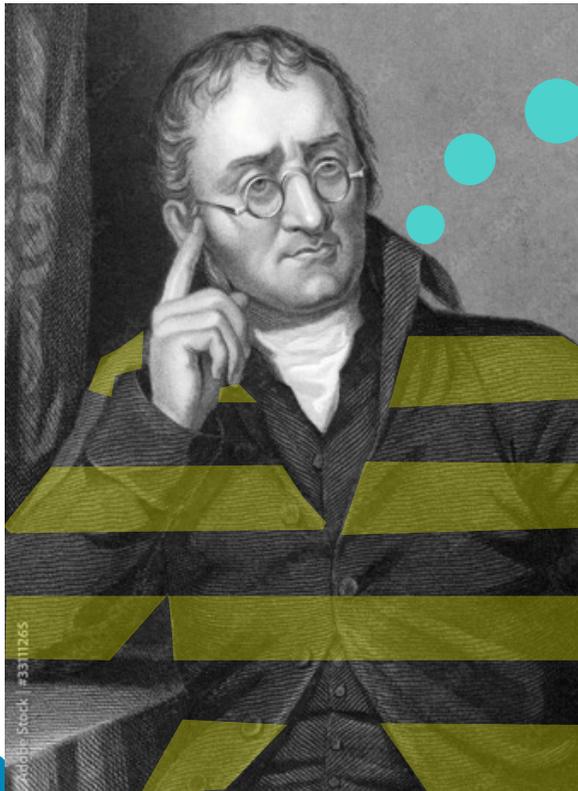
Considérations physiques

# Pathologies - origine

Condensation : Humidité de l'air se liquéfie au contact de parois froides

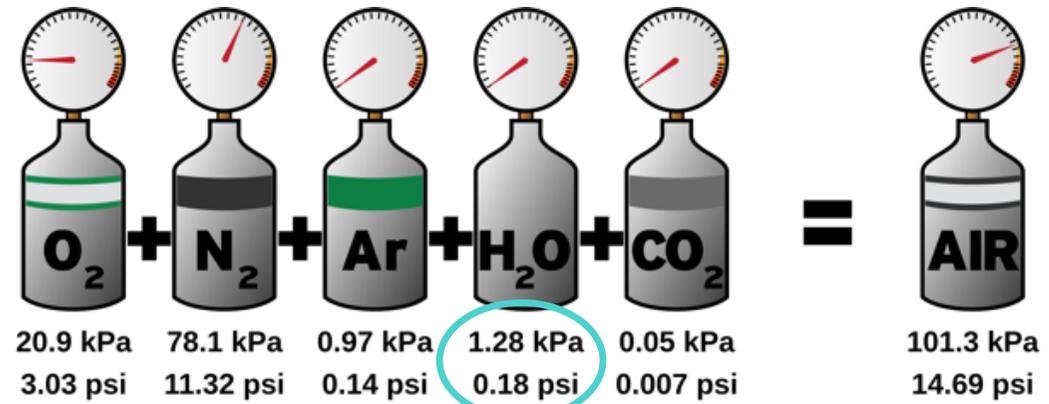


# Humidité dans l'air – pression (partielle) de vapeur



La pression totale d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles exercées par chacun des gaz composant le mélange.

## Loi de Dalton



Pression partielle de vapeur  $P_v$

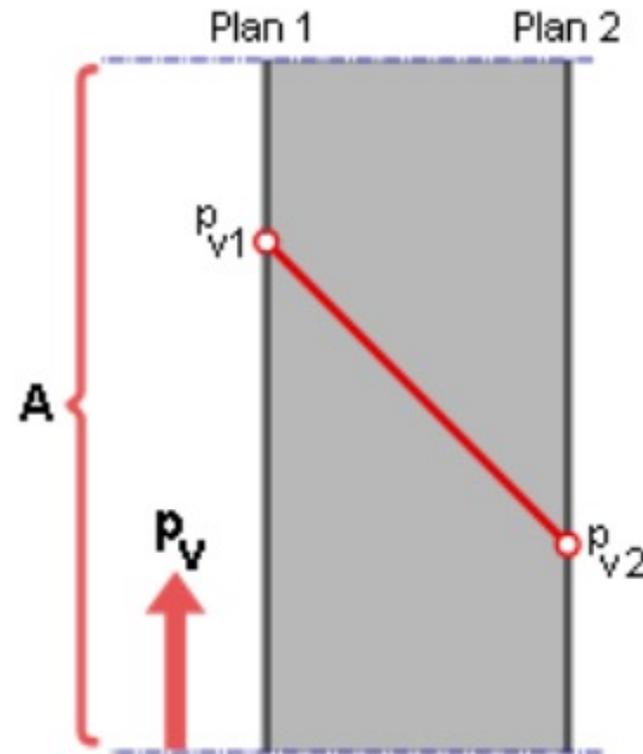
# Humidité dans l'air – pression (partielle) de vapeur

La nature cherche toujours à s'équilibrer

$$P_{v1} > P_{v2}$$



Migration d'humidité du milieu 1 vers le milieu 2



# Humidité dans l'air – pression de vapeur saturante

Pression partielle de vapeur

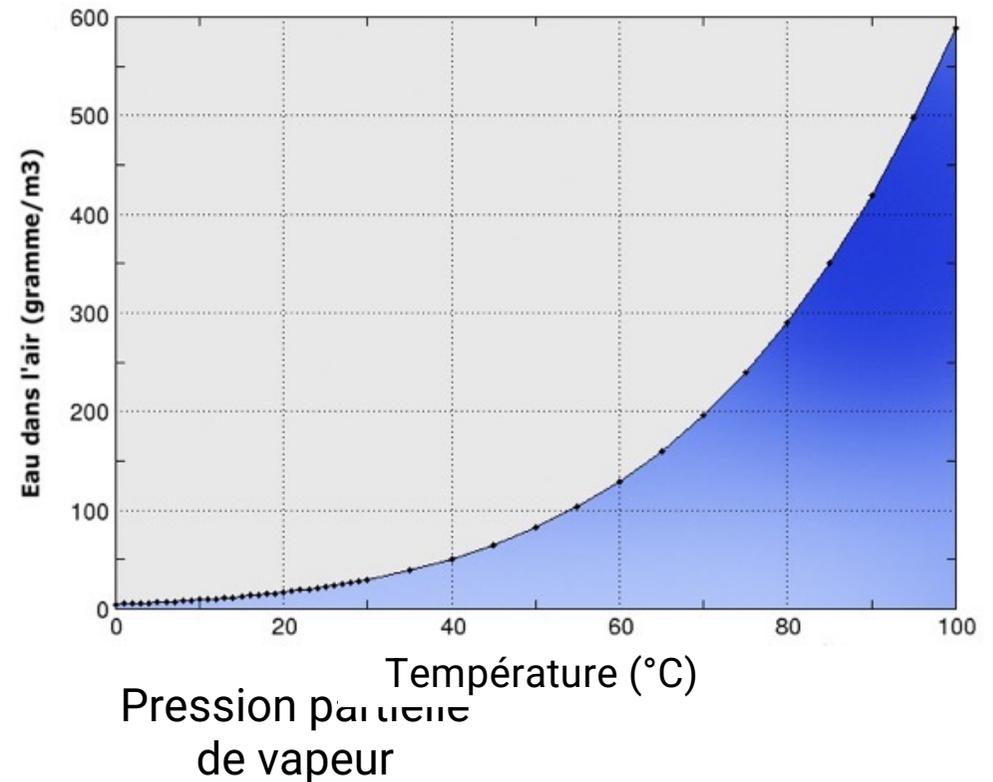
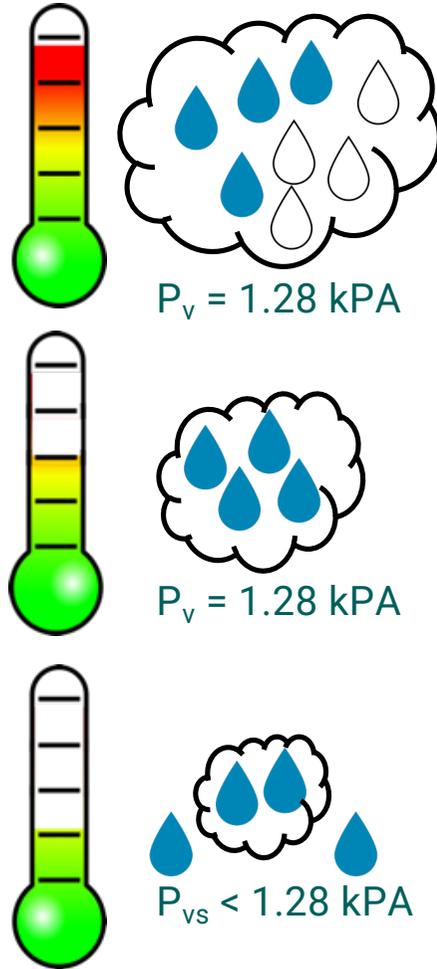


Influence de la température



Pression de vapeur saturante ( $P_{vs}$ )

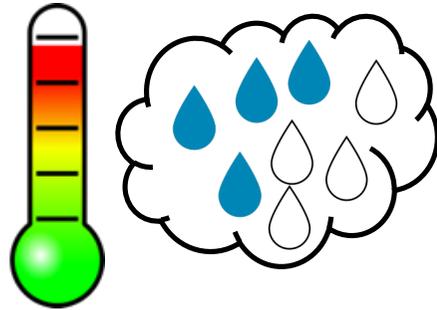
Pression dans l'air saturée



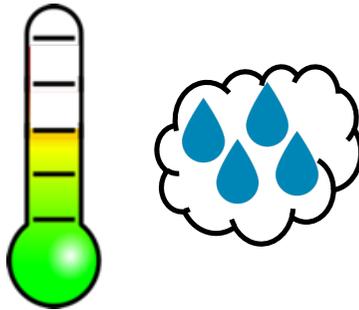
Considérations physiques

# Humidité dans l'air – humidité relative

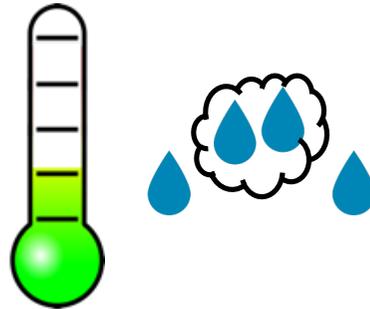
HR = 50%



HR = 100%



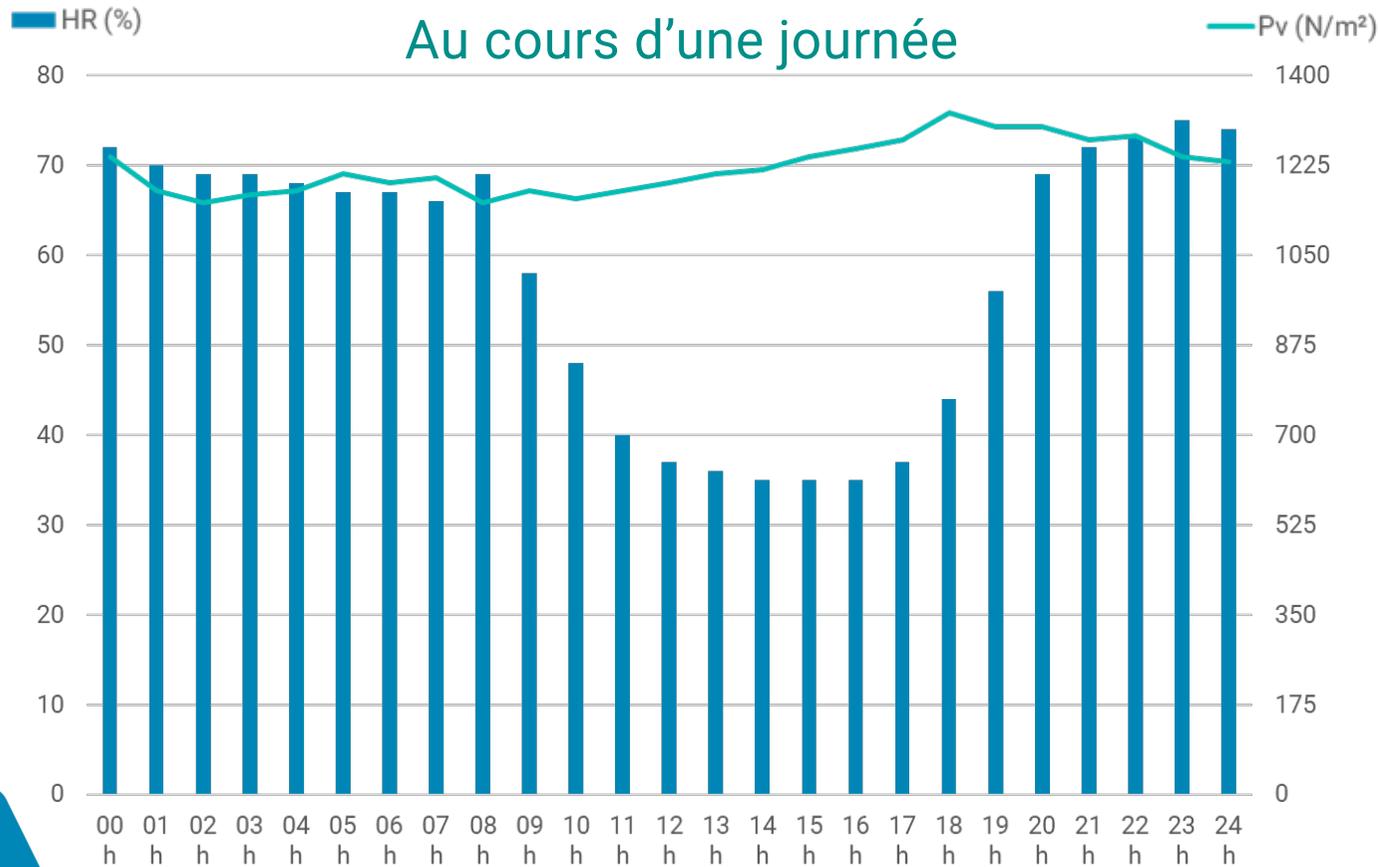
HR = 100%



Humidité relative

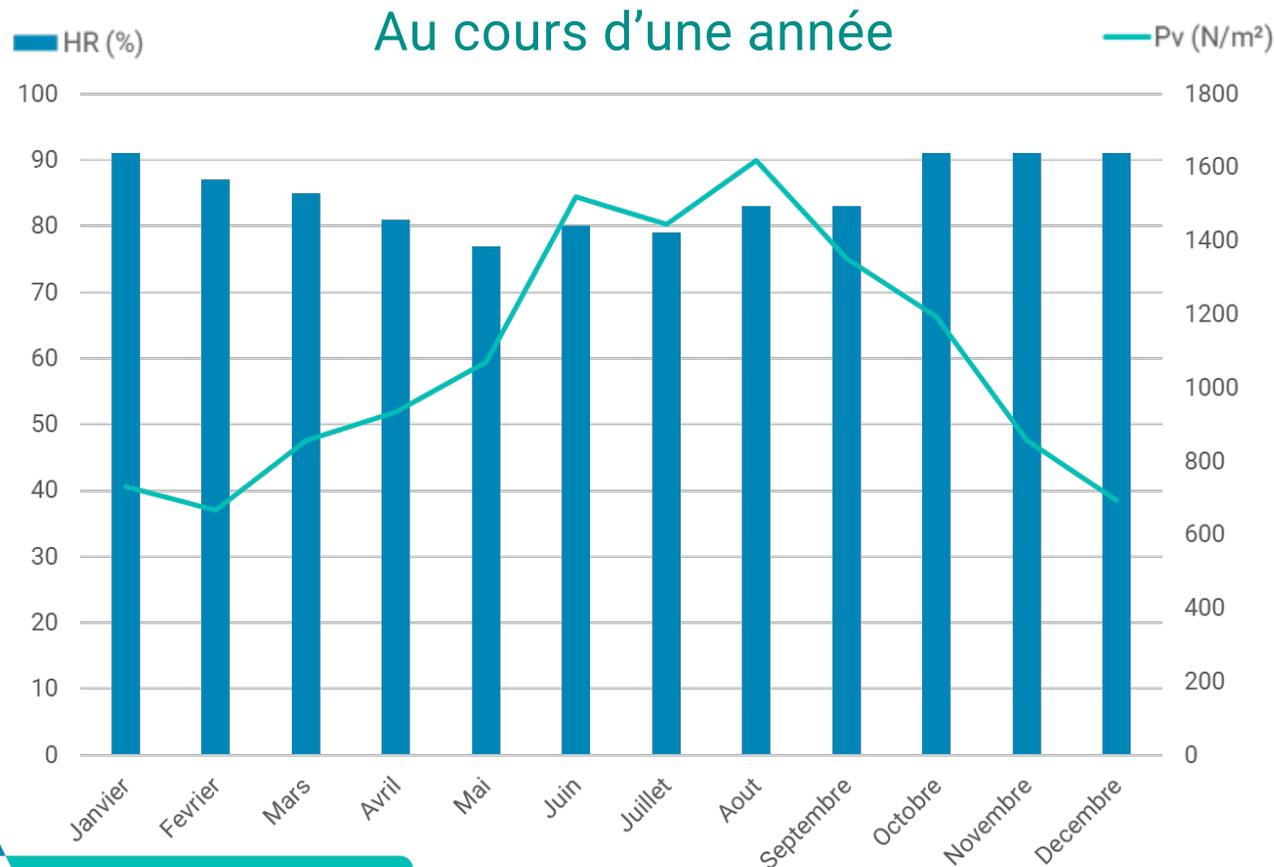
$$\varphi = 100 \cdot \frac{P_v}{P_{vs}}$$

# Humidité dans l'air – Différence HR et $P_v$



- L'eau a peu de temps pour s'évaporer
  - $P_{v\text{ moy}}$  reste constant
- Température plus élevée
  - $P_{vs\text{ moy}}$  augmente
  - $HR_{\text{ moy}}$  diminue

# Humidité dans l'air – Différence HR et $P_v$



- L'eau s'évapore
  - $P_{v, moy}$  varie
- Lors de précipitations, HR augmentent indépendamment de la température
  - $HR_{moy}$  reste similaire

# Programme



Introduction



Considérations physiques



Prévenir la condensation



Choix du pare-vapeur



Autres considérations



Cas pratiques

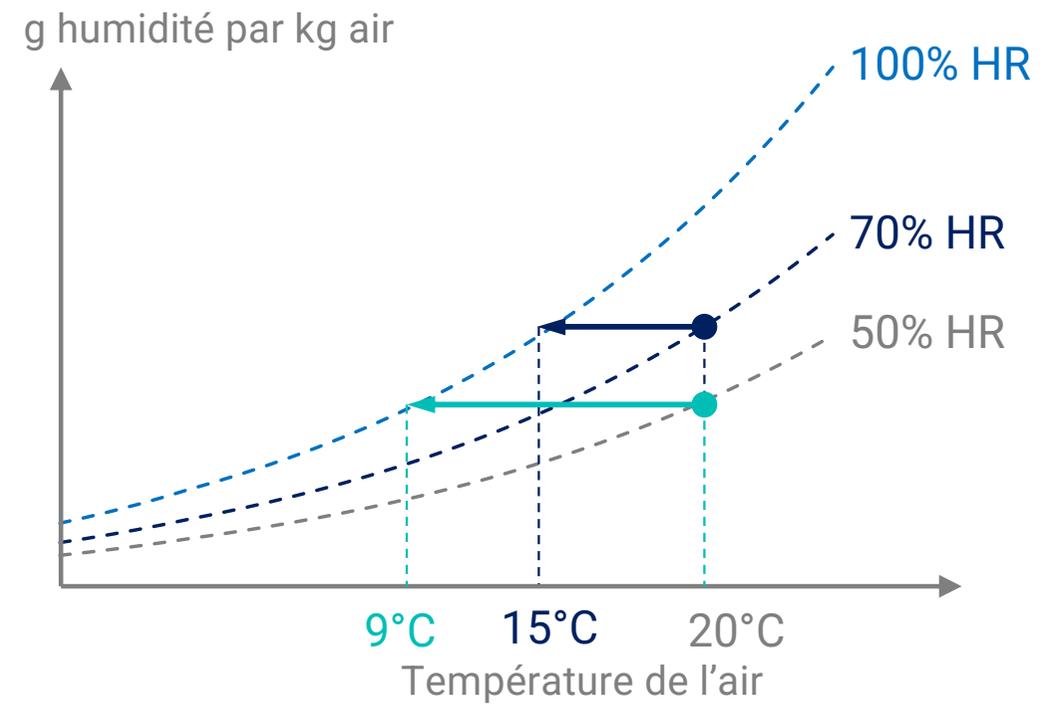


Prévenir la condensation

# Piscine = ambiance humide



Air plus humide = condensation à des températures plus élevées



# Comment prévenir la condensation

Air plus humide = condensation à des températures plus élevées



Empêcher la température de s'abaisser



ISOLER

Empêcher la production de l'humidité



VENTILER

Empêcher la circulation de l'humidité



ETANCHEIFIER

# Empêcher la circulation de l'humidité de l'air

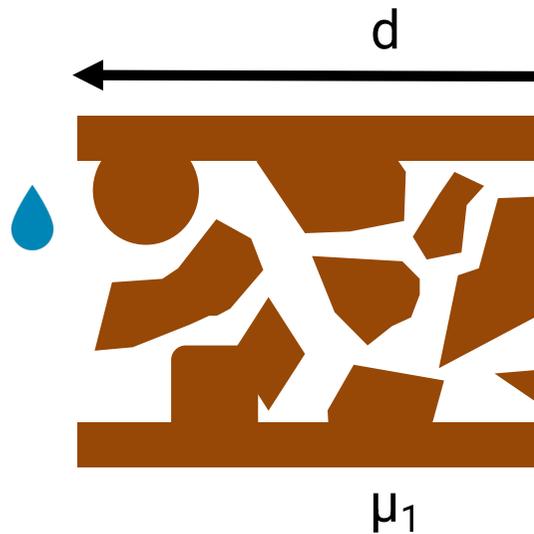
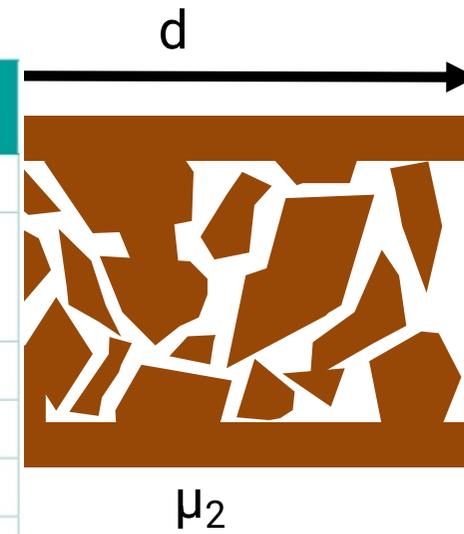


Tableau 12 Valeurs  $\mu$  et  $\mu d$  de matériaux courants (\*).

Matériau ou gaz	$\mu$ [-]	Épaisseur [m]	$\mu d$ [m]
Air	1	1	1
Béton (2200 kg/m³)			
- sec	120	0,2	24
- humide	70	0,2	14
Bitume pur	50.000	0,003	150
Polyéthylène	100.000	0,0002	20
Verre cellulaire	$\infty$	0,2	$\infty$
Mousse de polyuréthane	60	0,2	12
Laine minérale	1	0,2	0,2
Polystyrène expansé	60	0,2	12
Polystyrène extrudé	150	0,2	30
PVC	15.000	0,0015	22,5
EPDM	65.000	0,0015	97,5



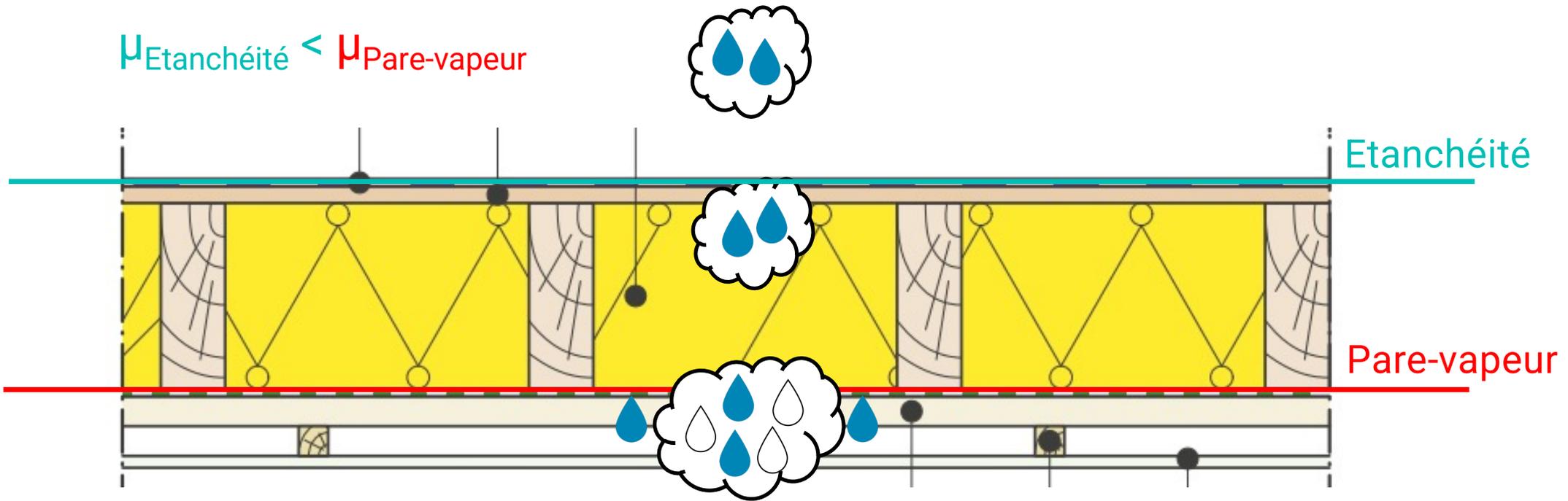
$$\mu_1 < \mu_2$$

$\mu$  : ouverture à la diffusion de vapeur par rapport à l'air

Prévenir la condensation

# Importance du pare-vapeur

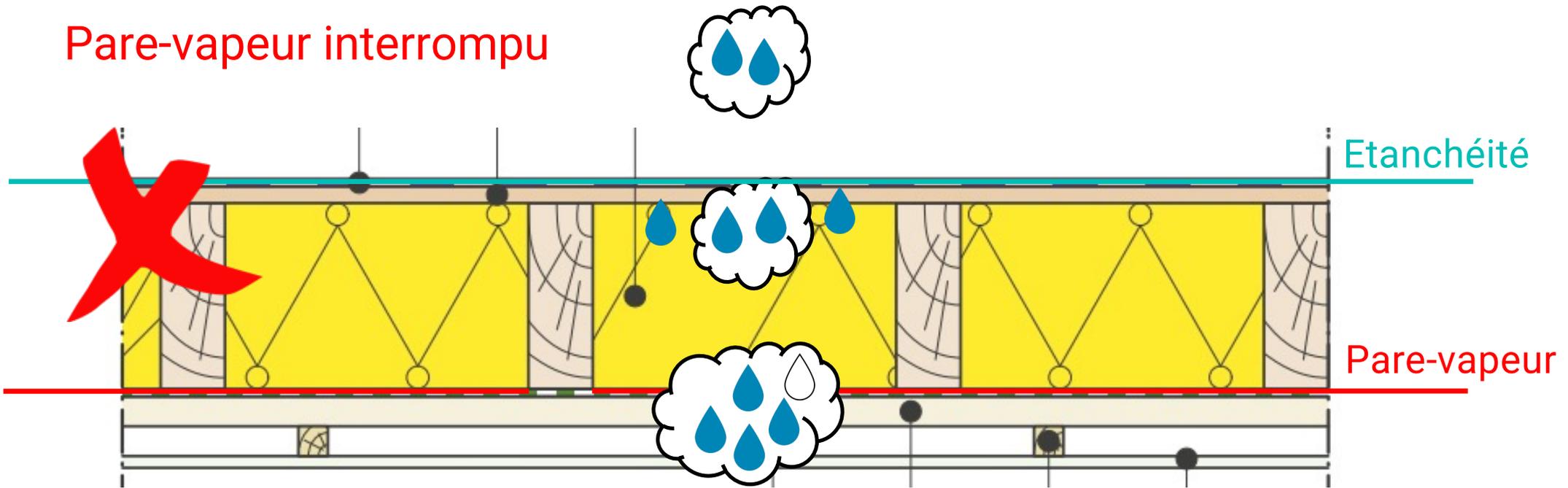
$$\mu_{\text{Etanchéité}} < \mu_{\text{Pare-vapeur}}$$



Prévenir la condensation

# Importance du pare-vapeur

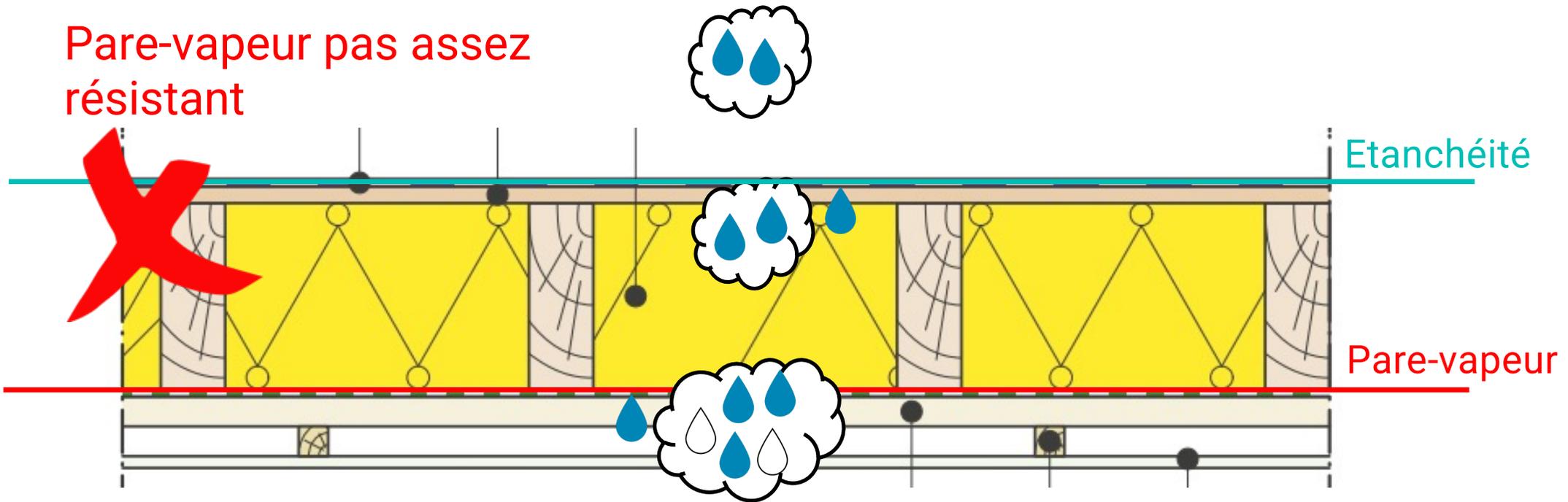
Pare-vapeur interrompu



Prévenir la condensation

## Importance du pare-vapeur

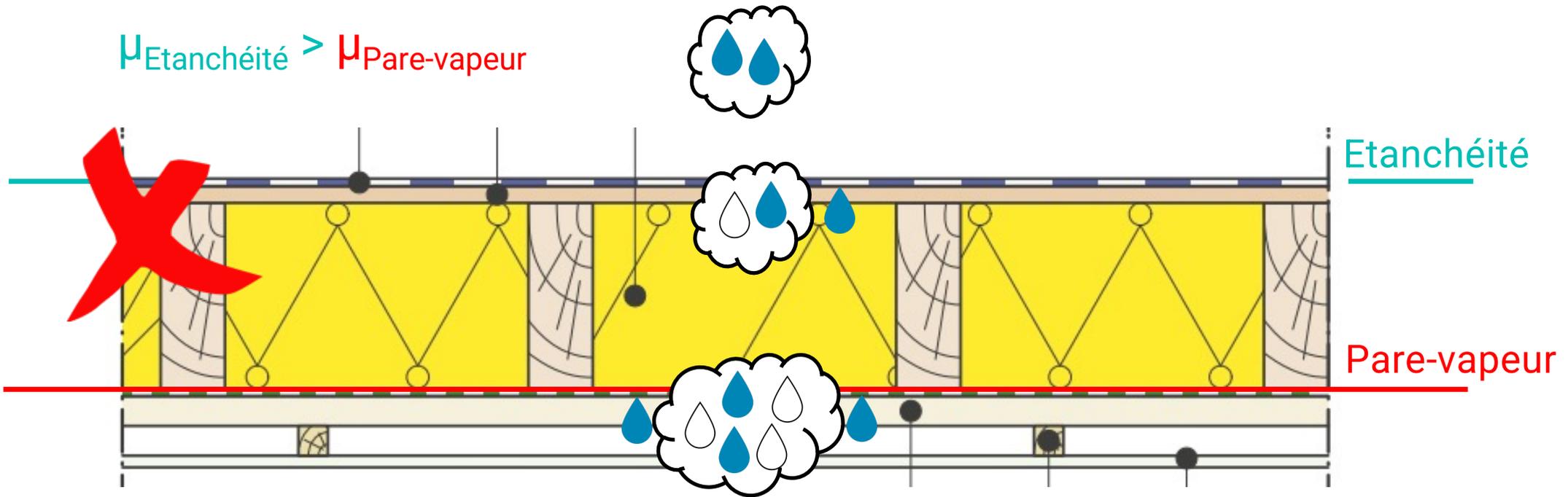
Pare-vapeur pas assez résistant



Prévenir la condensation

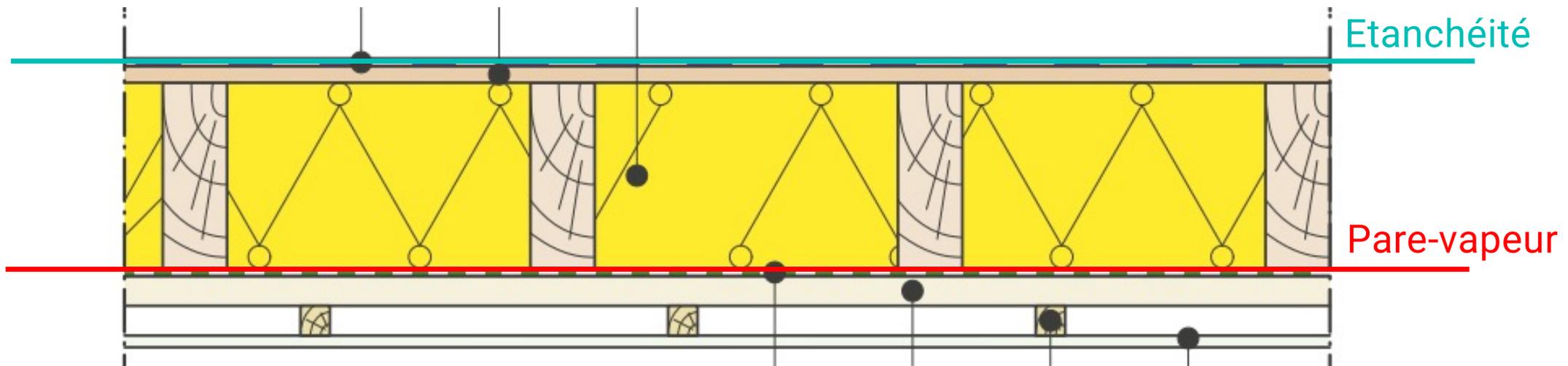
# Importance du pare-vapeur

$$\mu_{\text{Etanchéité}} > \mu_{\text{Pare-vapeur}}$$



## Règles de base

1. Le pare vapeur doit être plus étanche que l'étanchéité



2. Le pare vapeur doit être suffisamment étanche (en fonction du climat intérieur)

3. Le pare vapeur doit être continu

# Programme

-  Introduction
-  Considérations physiques
-  Prévenir la condensation
-  **Choix du pare-vapeur**
-  Autres considérations
-  Cas pratiques



# Classes de climat

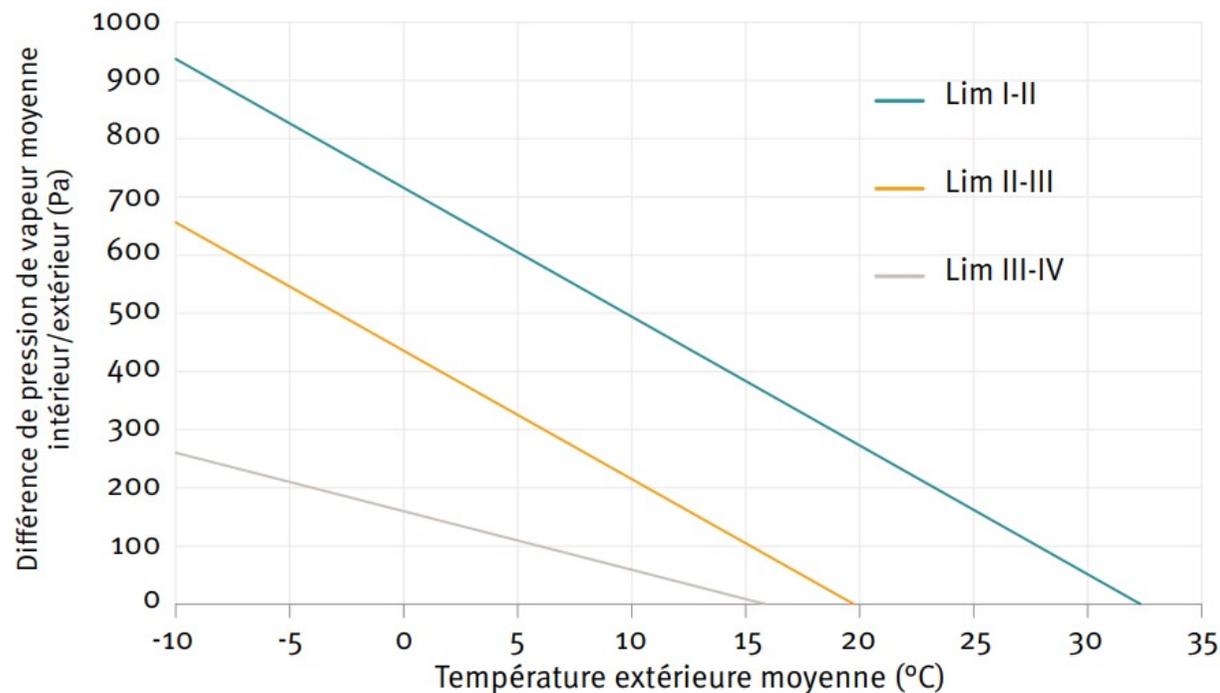
Tableau 11 Classes de climat intérieur.

Classes de climat intérieur	Exemples	Pression de vapeur annuelle moyenne à l'intérieur $p_i$ [Pa]	Différence moyenne de pression de vapeur pendant 4 semaines $(p_i - p_e)$ [Pa] <sup>(1)</sup>
<b>I. Bâtiments à production d'humidité permanente faible à nulle</b>	Entrepôts de marchandises sèches Églises, salles d'exposition, garages, ateliers	$1100 \leq p_i < 1165$	$< 159 - 10 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>
<b>II. Bâtiments bien ventilés à production d'humidité limitée par m<sup>3</sup></b>	Habitations ventilées selon la norme <sup>(3)</sup> Écoles Magasins Bureaux non climatisés Salles de sport et halls polyvalents	$1165 \leq p_i < 1370$	$< 436 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>
<b>III. Bâtiments moyennement ventilés à production d'humidité plus importante au m<sup>3</sup> et à ventilation modérée à suffisante</b>	Habitations non ventilées selon la norme <sup>(3)</sup> Hôpitaux, homes Salles de consommation, restaurants, salles des fêtes, théâtres Bâtiments faiblement climatisés (HR $\leq$ 60 %)	$1370 \leq p_i < 1500$	$< 713 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>
<b>IV. Bâtiments à production d'humidité élevée</b>	Bâtiments fortement climatisés (HR $>$ 60 %) Locaux d'hydrothérapie Piscines (couvertes) Locaux industriels humides tels que blanchisseries, imprimeries, brasseries ou usines à papier	$p_i \geq 1500$ , limitée à 3000 Pa dans le cadre de cette NIT	$> 713 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>

Choix du pare-vapeur

# Classes de climat

Comment déterminer la classe de climat?



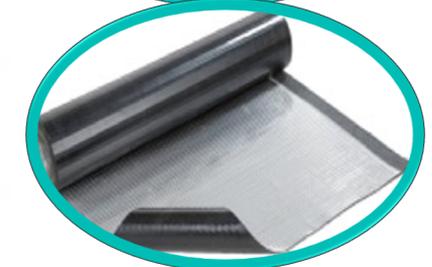
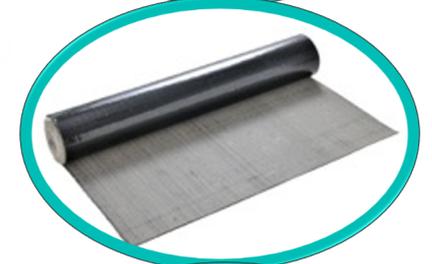
- 1) Mesure température et HR int. et ext. pendant 4 semaines
- 2) Déterminer la différence de pression de la vapeur int. et ext.
- 3) Comparer la moyenne avec la température ext. moyenne

## Choix du pare-vapeur

# Classes de pare vapeur

Tableau 13 Matériaux courants pour pare-vapeur et leurs recouvrements.

Classe + ( $\mu\text{d}$ ) <sub>eq</sub> <sup>(1)</sup>	Matériau	Remarques
<b>E1</b> ( $\geq 2$ à $< 5$ m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Film en PE <sup>(2)</sup> (épaisseur <math>\geq 0,2</math> mm) avec des recouvrements de 100 mm minimum.</li> <li>Aussi utilisables : tous les matériaux des classes 2, 3 et 4.</li> </ul>	Une couche d'adhérence ne peut pas être considérée comme un écran pare-vapeur à part entière, même sur un support continu.
<b>E2</b> ( $\geq 5$ à $< 25$ m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Films en PE <sup>(2)</sup> (épaisseur <math>\geq 0,2</math> mm) à joints collés et laminés d'aluminium à joints collés.</li> <li>Voile de verre bitumineux V 50/16.</li> <li>Voile de polyester bitumineux P 150/16.</li> <li>Aussi utilisables : tous les matériaux des classes 3 et 4.</li> </ul>	Les joints de recouvrement doivent toujours être collés ou soudés entre eux et aux autres éléments de construction.
<b>E3 <sup>(2)</sup></b> ( $\geq 25$ à $< 200$ m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bitume armé (V3, V4, P3 ou P4, ...) oxydé ou modifié (APP, SBS, ...).</li> <li>Aussi utilisables : tous les matériaux de classe 4.</li> </ul>	Les joints de recouvrement doivent toujours être collés ou soudés entre eux et aux autres éléments de construction.
<b>E4</b> ( $\geq 200$ m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bitume armé d'une feuille métallique (ALU 3, ALU 4, par exemple).</li> <li>Pare-vapeur multicouche en bitume polymère (<math>\geq 8</math> mm).</li> <li>Pare-vapeur autoadhésif en aluminium <sup>(3)</sup></li> </ul>	Les joints de recouvrement doivent toujours être collés ou soudés entre eux et aux autres éléments de construction. La classe de pare-vapeur E4 nécessite une mise en œuvre sur un support continu <sup>(4)</sup> . Les perforations (par les vis de fixation, par exemple) ne sont pas admises.



# Choix du pare-vapeur

**Tableau 14** Classes de pare-vapeur pour toitures chaudes (pour la signification des abréviations, voir l'annexe 4, p. 149). Ces informations sont des données de conception moyennes utilisables en l'absence de calculs plus détaillés.

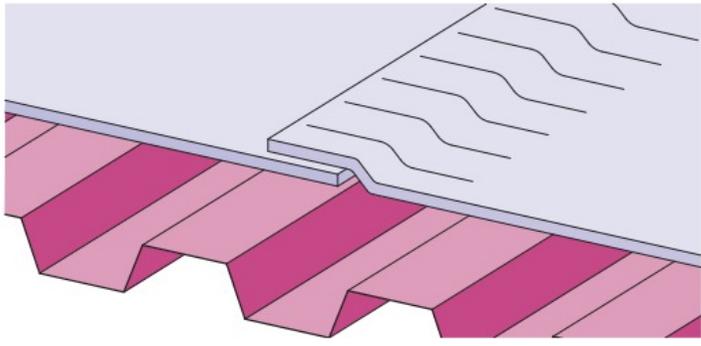
Support ou forme de pente	Classe de climat intérieur	PU/EPS		MW/ICB <sup>(1)</sup>		CG
		Technique de pose de l'étanchéité (cf. § 8.2.2.2, p. 88)				
		M <sup>(2)</sup>	L / T / P	M <sup>(2)</sup>	L / T / P	
Béton coulé <i>in situ</i> , éléments préfabriqués en béton <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	I à III	E3	E3	E3	E3	(5)
	IV	X	E4	X	E4	(6)
Voligeage ou panneaux à base de bois résistant à l'humidité, tôles profilées en acier <sup>(9)</sup>	I	–	–	–	–	–
	II	E1 <sup>(7)</sup>	E1 <sup>(7)</sup>	E2	E2	(5)
	III	E2	E2	E3	E3	(5)
	IV	X	E4	X	E4	(8)
Panneaux sandwichs autoportants	I à III	Voir § 6.2.2 (p. 60)				
	IV	Non autorisés				

X La fixation mécanique au travers du pare-vapeur n'est pas autorisée en classe de climat IV (voir § 6.3.2, p. 64).

Choix du pare-vapeur

# Support

Support ou forme de pente	Classe climatique intérieure	CB (*)			CG
		6.2.2.2, p. 88)			
		L	T	P	
Béton coulé <i>in situ</i> , éléments préfabriqués en béton (3) (4)	I à III				(5)
	IV				(6)
Voligeage ou panneaux à base de bois résistant à l'humidité, tôles profilées en acier (9)	I				-
	II				(5)
	III	E2	E2	E3	(5)
	IV	X	E4	X	(8)
Panneaux sandwichs autoportants	I à III	Voir § 6.2.2 (p. 60)			
	IV	Non autorisés			



Le support doit être continu au droit des recouvrements du pare-vapeur

# Verre cellulaire

Support ou forme de pente	Classe de climat intérieur	PU/EPS		MW/ICB <sup>(1)</sup>		CG
		Technique de pose de l'étanchéité (cf. § 8.2.2.2, p. 88)				
		M <sup>(2)</sup>	L / T / P	M <sup>(2)</sup>	L / T / P	
Béton coulé <i>in situ</i> , éléments préfabriqués en béton <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	I à III	E3	E3	E3	E3	(5)
	IV	X	X	X	X	(6)
Voligeage ou panneaux à base de bois résistant à l'humidité, tôles profilées en acier <sup>(9)</sup>	I	-	-	-	-	-
	II	E1 <sup>(7)</sup>	E1 <sup>(7)</sup>	E2	E2	(5)
	III	E2	E2	E3	E3	(5)
	IV	X	X	X	X	(8)
Panneaux sandwichs autoportants	I à III	Voir § 6.2.2 (p. 60)				
	IV	Non autorisés				
X La fixation mécanique au travers du pare-vapeur n'est pas autorisée en classe de climat IV (voir § 6.3.2, p. 64).						

A vérifier avec le fabricant si nécessaire

Support discontinu, écran pare-vapeur obligatoire

Choix du pare-vapeur

# Autres isolants

		PU/EPS		MW/ICB <sup>(1)</sup>		CG
		Technique de pose de l'étanchéité (cf. § 8.2.2.2, p. 88)				
		M <sup>(2)</sup>	L / T / P	M <sup>(2)</sup>	L / T / P	
<b>Béton coulé <i>in situ</i>, éléments préfabriqués en béton <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup></b>	I à III	E3	E3	E3	E3	(5)
	IV	X	E4	X	E4	(6)
<b>Voligeage ou panneaux à base de bois résistant à l'humidité, tôles profilées en acier <sup>(9)</sup></b>	I	-	-	-	-	-
	II	E1 <sup>(7)</sup>	E1 <sup>(7)</sup>	E2	E2	(5)
	III	E2	E2	E3	E3	(5)
	IV	X	E4	X	E4	(8)
<b>Panneaux sandwichs autoportants</b>	I à III	Voir § 6.2.2 (p. 60)				
	IV	Non autorisés				

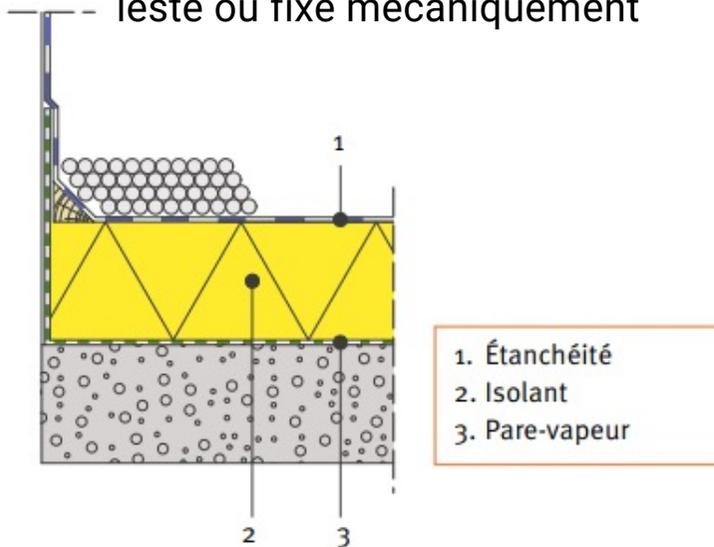
X La fixation mécanique au travers du pare-vapeur n'est pas autorisée en classe de climat IV (voir § 6.3.2, p. 64).

Choix du pare-vapeur

# Techniques de pose

## Indépendance

Uniquement si isolant ou étanchéité  
lesté ou fixé mécaniquement



## Adhérence totale ou semi-indépendante

Collage à chaud ou à froid admises dans tous les cas.

Les pare-vapeur autoadhésifs sont la plupart du temps destinés aux supports en tôles d'acier profilées.

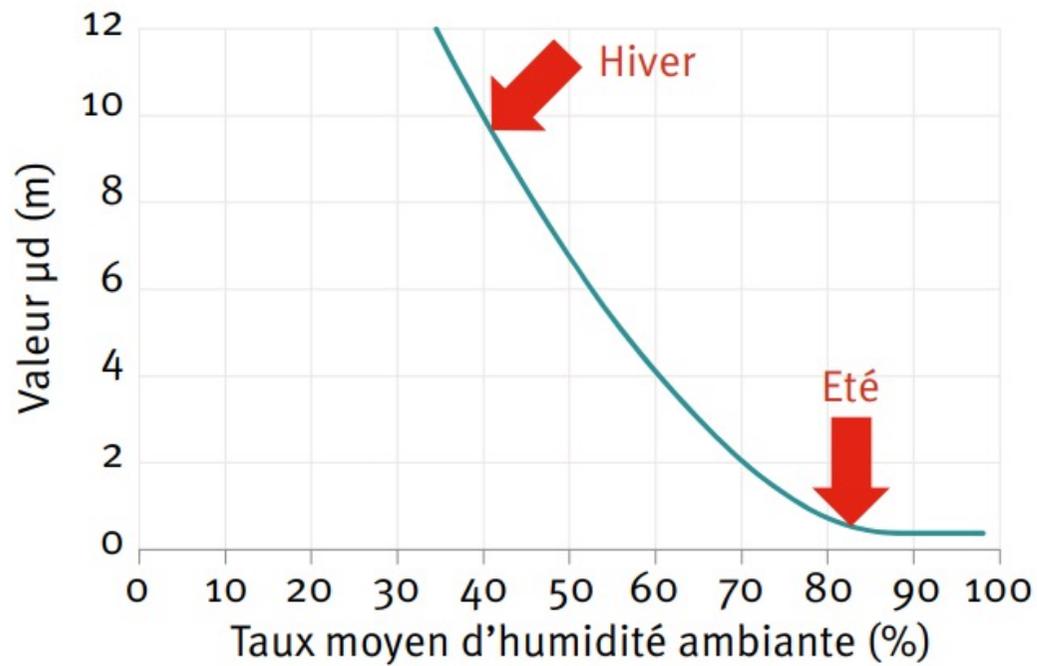
## Fixation mécanique

Toujours interdit pour les piscines



Choix du pare-vapeur

# Pare-vapeur ou frein-vapeur



Frein-vapeur max:  $\mu d = 12m$



Exigence piscine :  $\mu d > 200m$

Autres considérations

# Programme



Introduction



Considérations physiques



Prévenir la condensation



Choix du pare-vapeur



Autres considérations



Cas pratiques



Autres considérations

# Autre risque : Chlore et Inox



Novembre 2011

## Baby zwembaddrama Tilburg overleden

**UPDATE** Een baby van vijf maanden die gisteren zwaargewond raakte in zwembad De Reeshof in Tilburg, is overleden. Dat bevestigt de politie. Het meisje en haar 27-jarige moeder werden geraakt door twee geluidsboxen die van het plafond loskwamen en bovenop hen vielen. Ook de moeder raakte ernstig gewond.

VOR 30 JAHREN

## Hallenbad-Einsturz Uster: «Die Decke fiel wie ein ausgebreitetes Taschentuch»

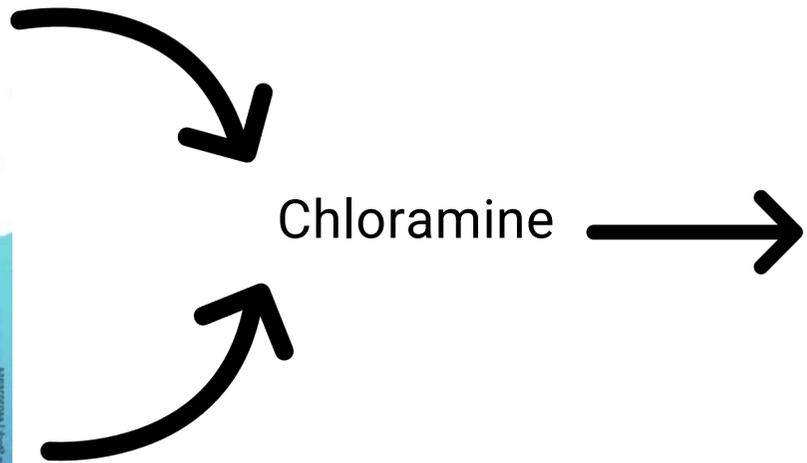
Mai 1985

Vor 30 Jahren stürzte im Hallenbad Uster die Decke ein. Das Unglück hätte verhindert werden können: Ein Jahr vor dem Einsturz wurden Hinweise auf Schäden ignoriert.



Autres considérations

# Autre risque : Chlore et Inox



Norme belge

EN 13451-1:2011	NBN
NBN EN 13451-1:2011	

Equipement de piscine - Partie 1 : Exigences générales de sécurité et méthodes d'essai

Valable à partir de 21-10-2011  
Remplace NBN EN 13451-1:2001

Annex G (normative)  
Utilisation d'acier inoxydable ayant des fonctions de support de charge dans l'atmosphère d'une piscine

Cas pratiques

# Programme



Introduction



Considérations physiques



Prévenir la condensation



Choix du pare-vapeur



Autres considérations



Cas pratiques



Cas pratiques

# Coulées sur une parois



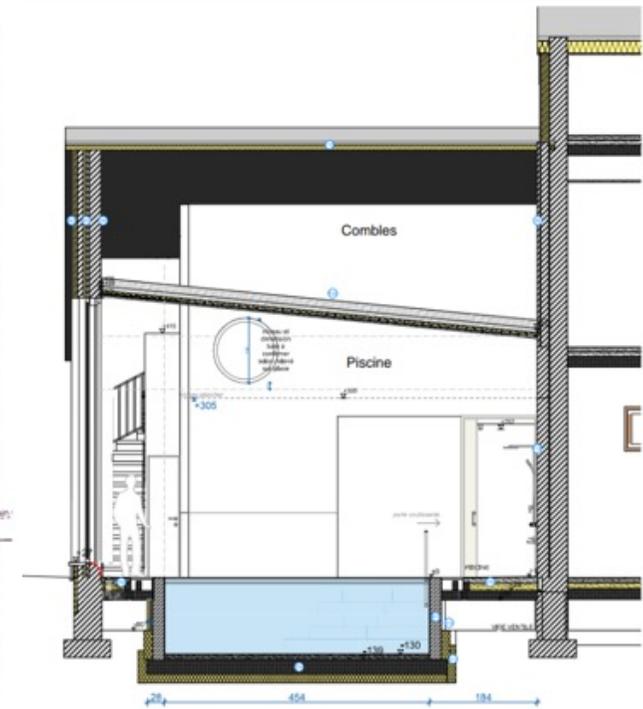
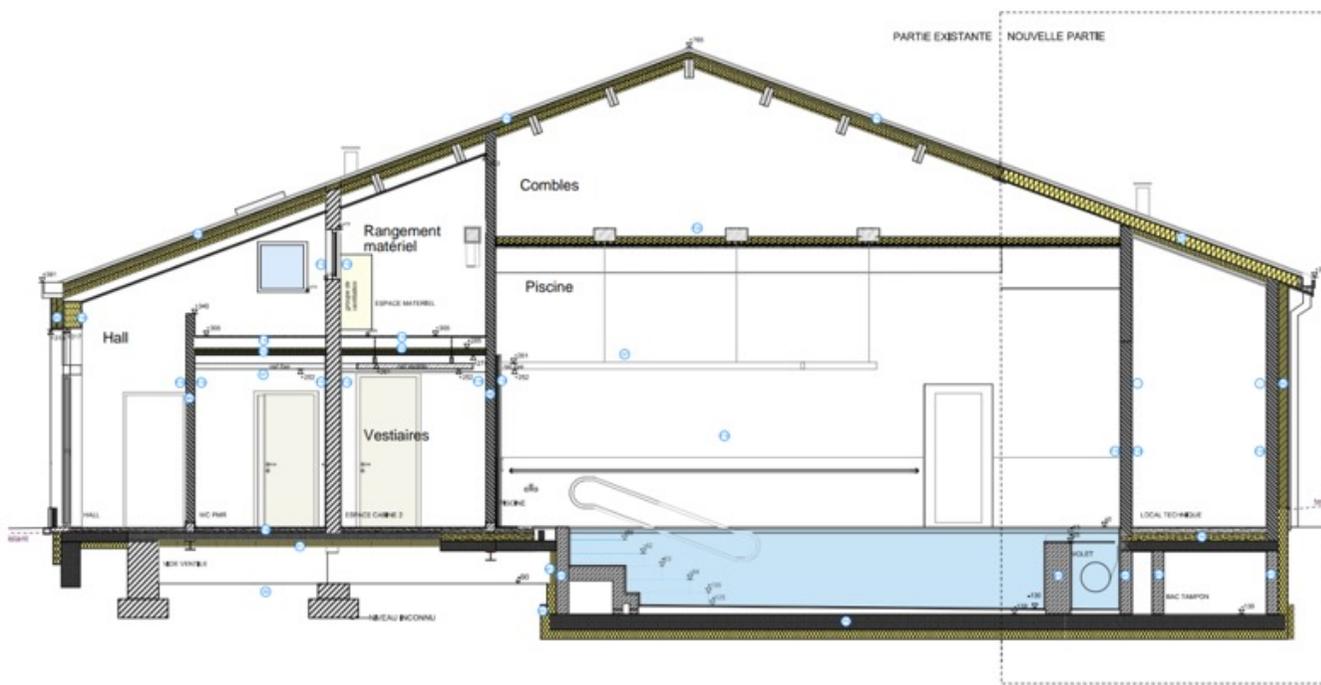
Cas pratiques

# Coulées sur une parois



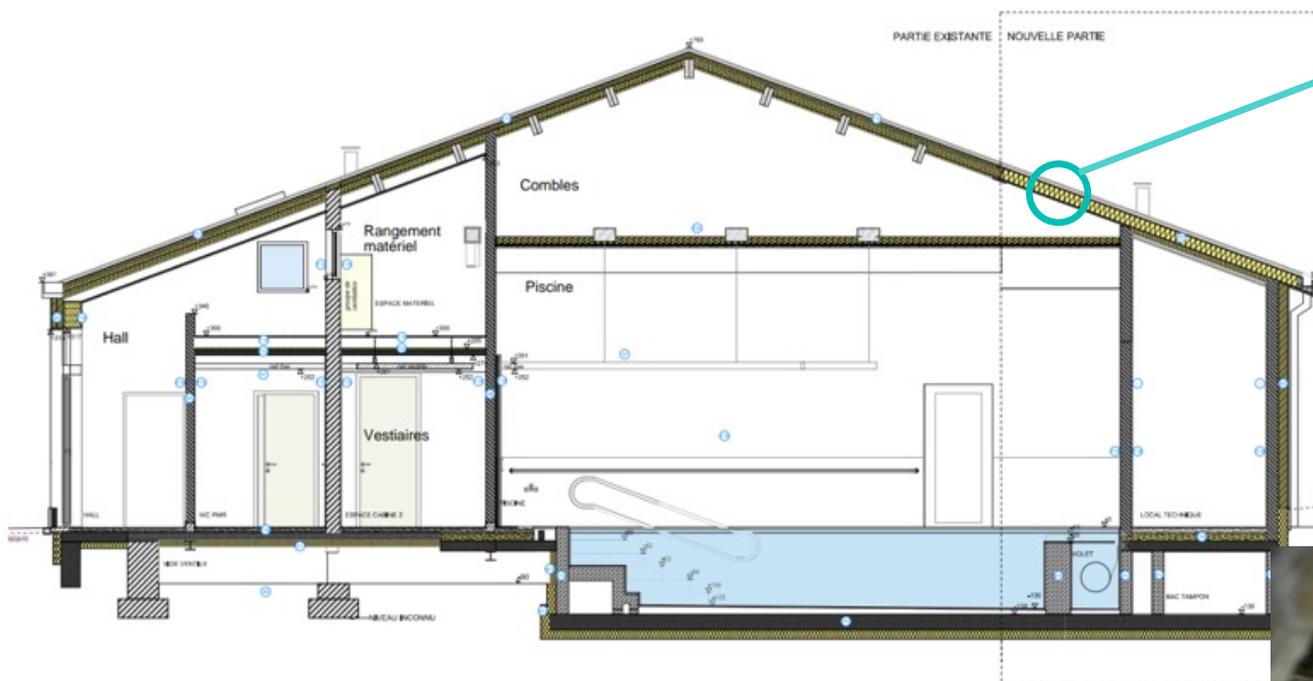
Cas pratiques

# Condensation dans le complexe



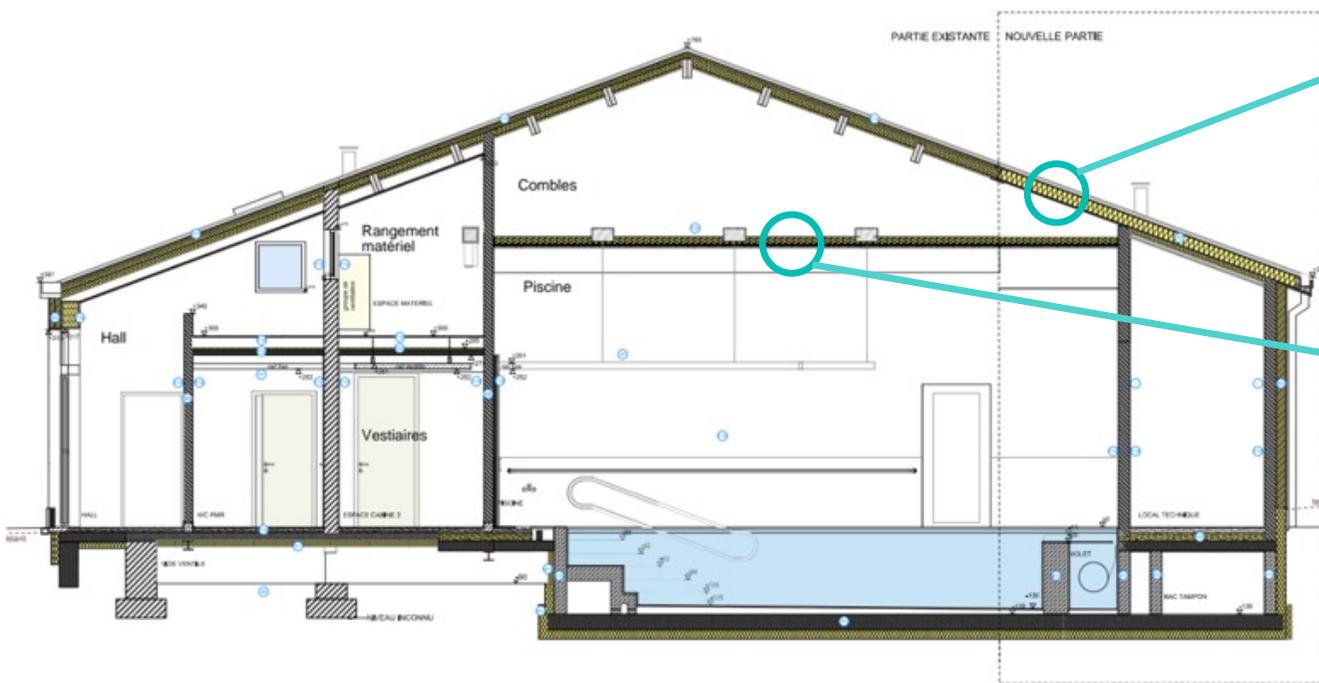
Cas pratiques

# Condensation dans le complexe



Cas pratiques

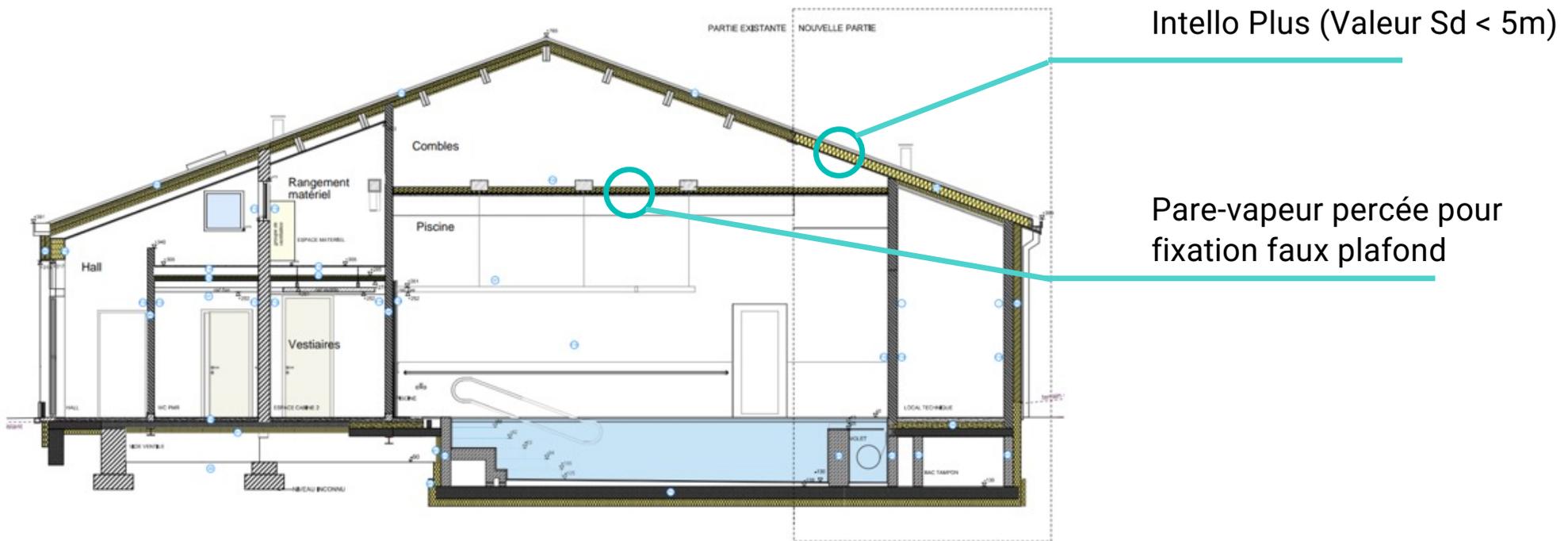
# Condensation dans le complexe



- Pare-vapeur : *Intello Plus* ;
- Isolation entre chevron : *Knauf Multifit 14 + 6 cm* ;
- Sous-toiture existante.
- Panneau : *Heradesign 25 mm* ;
- Pare-vapeur : *Delta-Thene* ;
- Isolant : *Rockfit premium 5 + 12 cm* ;
- Nouveau chevronnage.

Cas pratiques

# Condensation dans le complexe





 Buildwise

Merci pour votre attention

Questions?

Karel De Sloover  
Conseiller ATA  
[kdsl@buildwise.be](mailto:kdsl@buildwise.be)