



# Climat intérieur et risque de condensation et de développement de moisissure

Antoine Tilmans

Buildwise



# PRÉSENTATION DE L'ORATEUR

Antoine Tilmans est chercheur sur l'efficacité énergétique et la robustesse de l'enveloppe des bâtiments au sein de Buildwise depuis 17ans.

Il a travaillé sur la modélisation de la gazéification et de la combustion de la biomasse (assistant de recherche UCL). Il a pu aussi développer des logiciels de simulation numérique.



# OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Evaluation et contrôle du climat intérieur
- Compréhension de la condensation superficielle & conséquences
- Compréhension du développement de moisissure & conséquences
- Mesures préventives



# PLAN DE L'EXPOSÉ

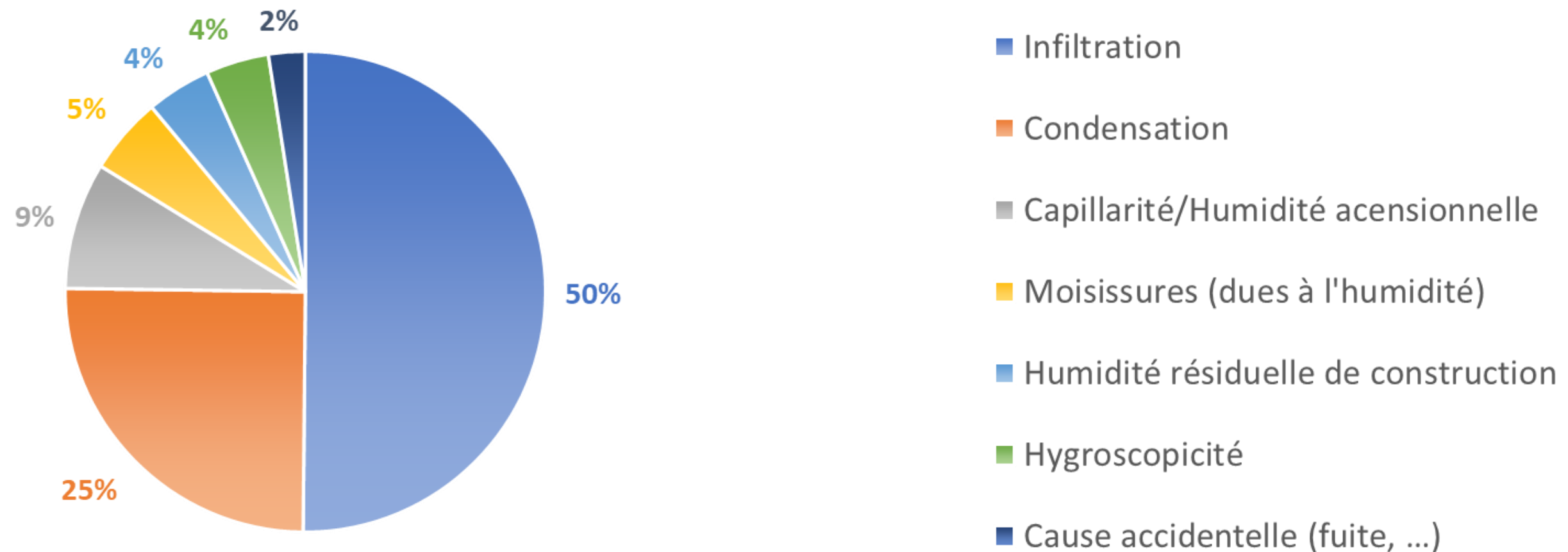
- I. Introduction & climat intérieur
- II. Condensation superficielle
- III. Développement de moisissures
- IV. Moyens d'action



# I. Introduction & climat intérieur



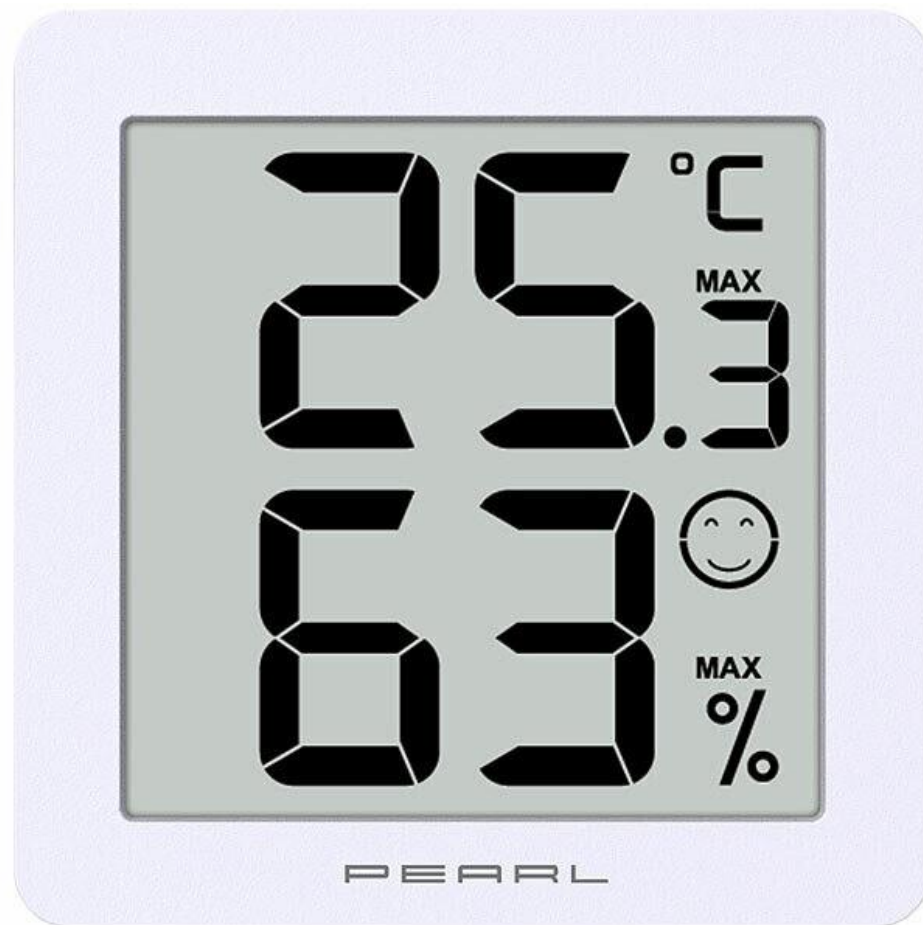
## EN 2021 - L'HUMIDITÉ EST DIRECTEMENT CONCERNÉE DANS 12% DES QUESTIONS DES AVIS TECHNIQUE DE BUILDWISE ET INDIRECTEMENT DANS 47% DE CELLES-CI



Source : Buildwise



# CARACTÉRISATION DU CLIMAT INTÉRIEUR



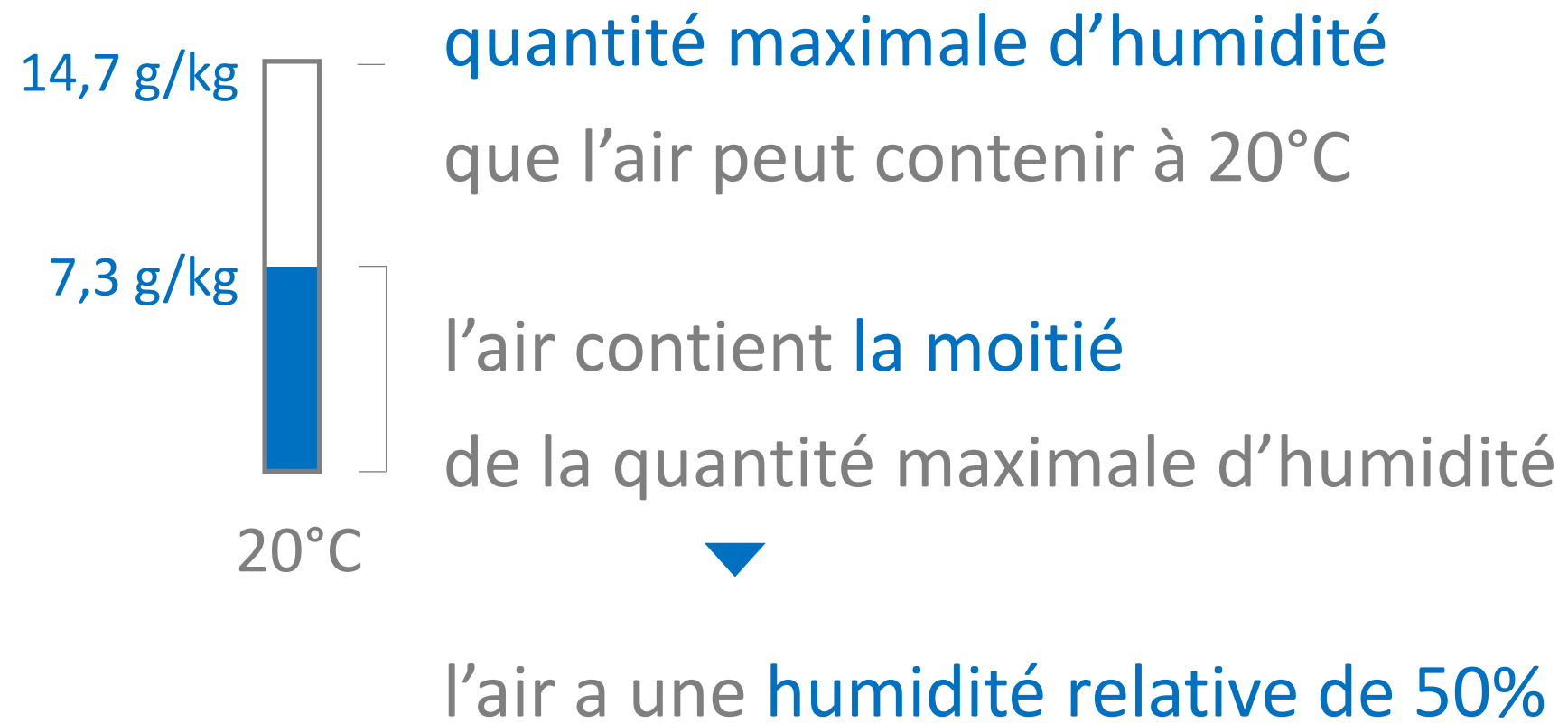
L'air ambiant est caractérisé par

- sa température
- son humidité relative

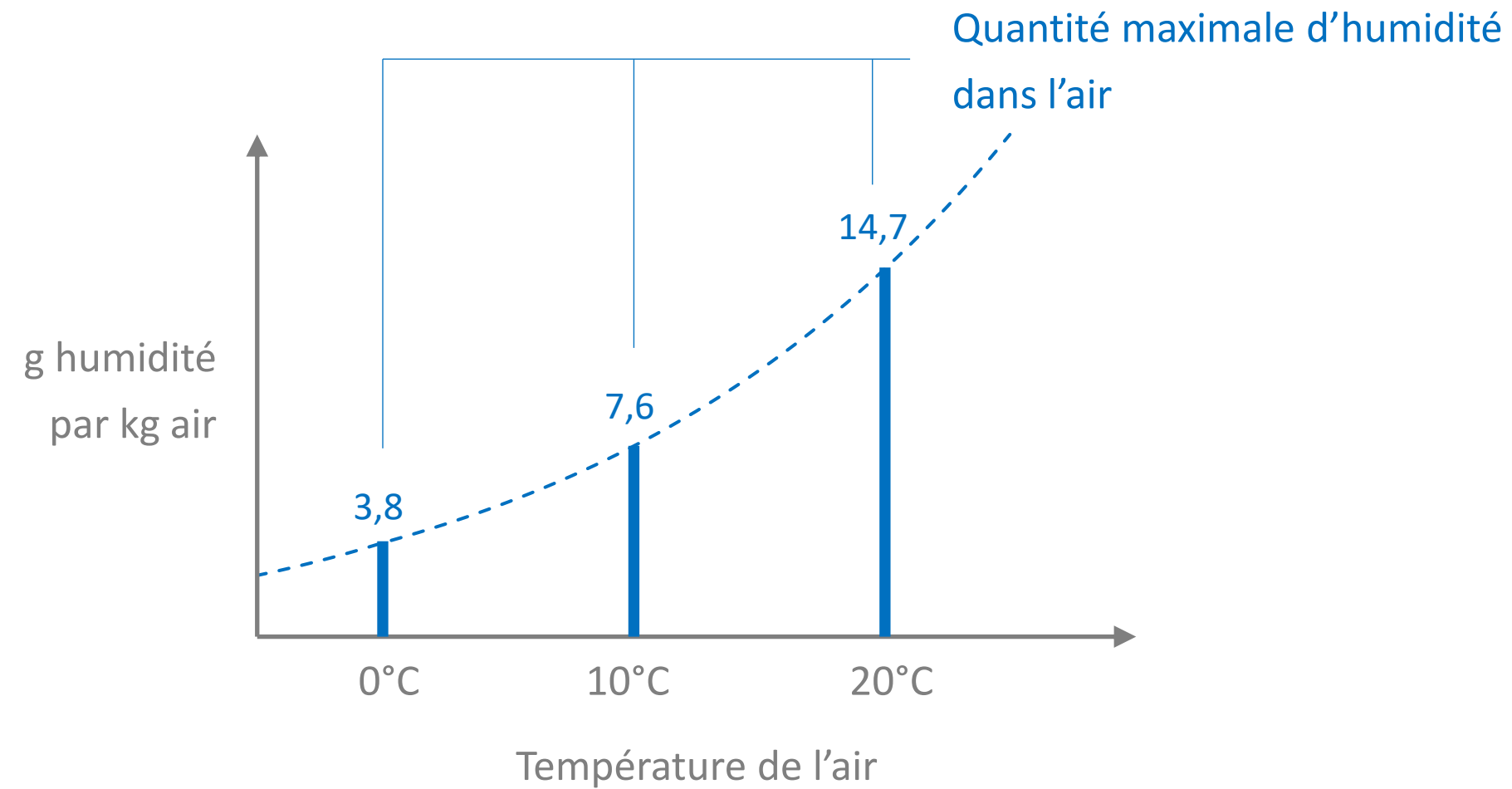
*rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air  
et sa capacité maximale à en contenir à une  
température donnée*



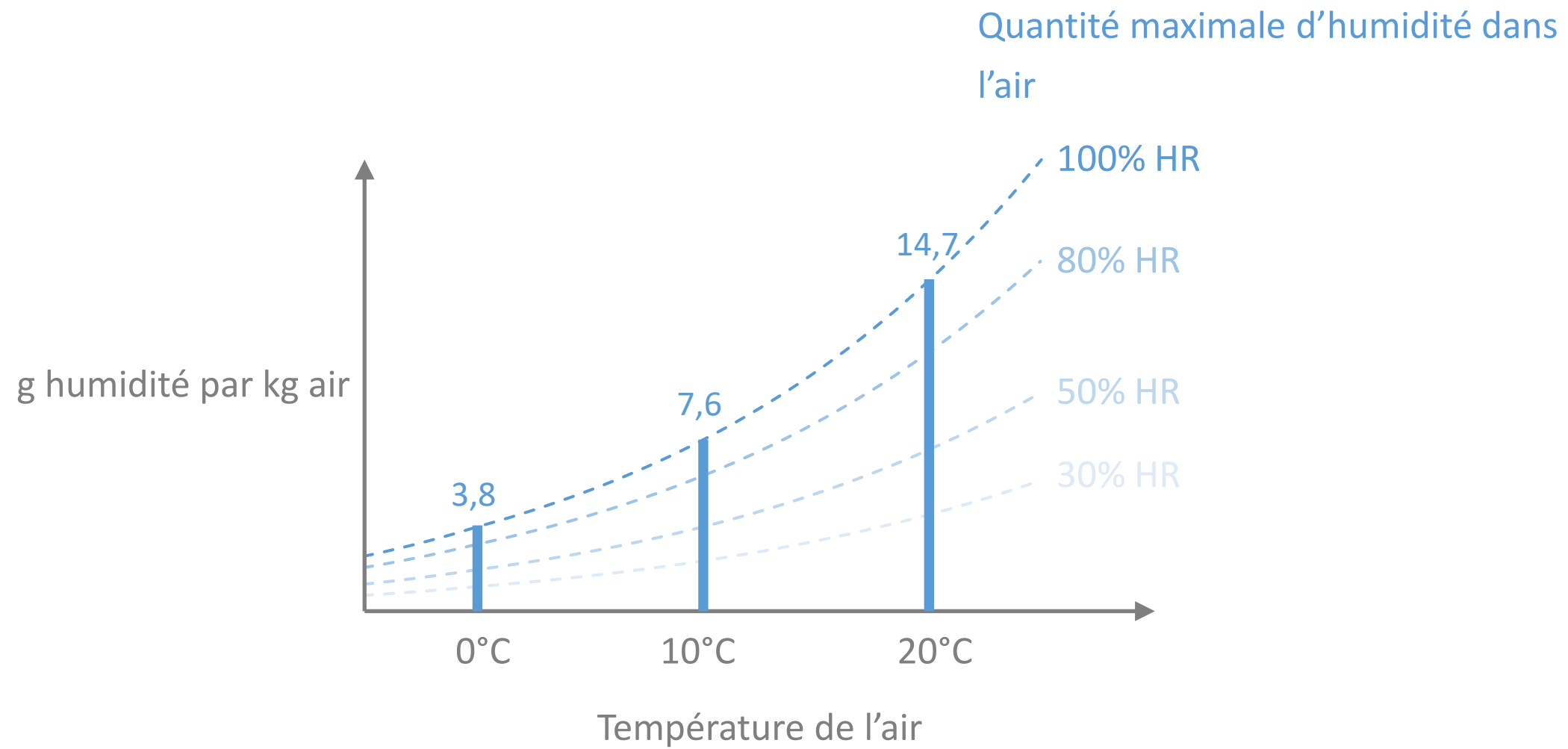
# L'HUMIDITÉ RELATIVE INDIQUE DANS QUELLE MESURE L'AIR EST SATURÉ



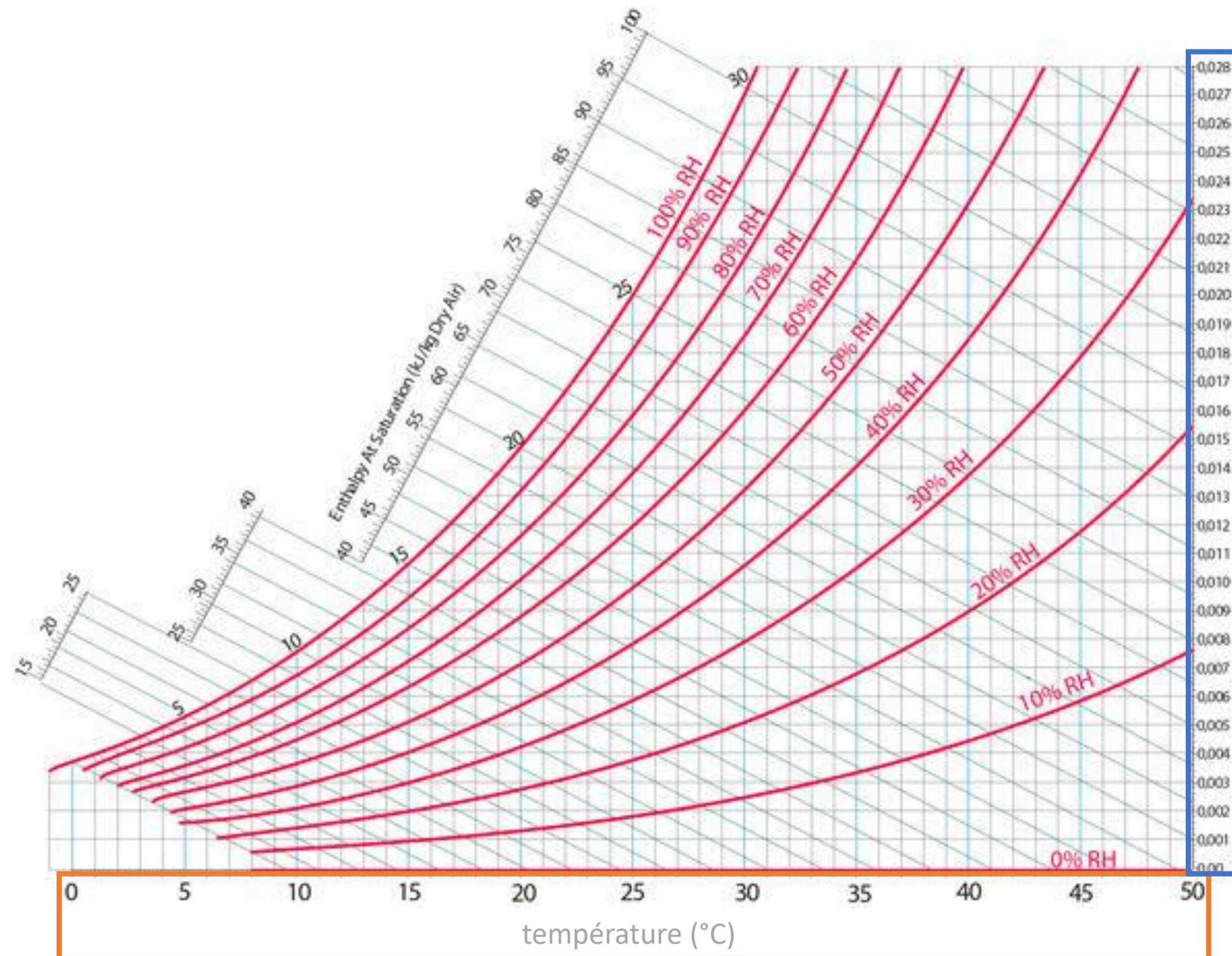
# L'AIR PEUT CONTENIR PLUS D'HUMIDITÉ À UNE TEMPÉRATURE PLUS ÉLEVÉE



# ON PEUT CONSTRUIRE LE DIAGRAMME PSYCHROMÉTRIQUE



# LE DIAGRAMME PSYCHROMÉTRIQUE EST SOUVENT UTILISÉ POUR VISUALISER LES TRANSFORMATIONS DE L'AIR



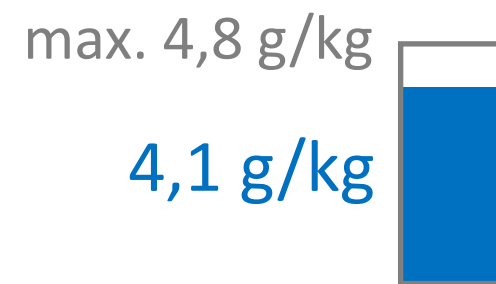
kg humidité par kg air

On lit sur ce diagramme l'état de l'air, caractérisé notamment par :

- Sa température → abscisse
- Son humidité absolue → ordonnée
- Son humidité relative → courbes rouges



# L'AIR EST SOUVENT PLUS HUMIDE À L'INTÉRIEUR QU'À L'EXTÉRIEUR



3°C

87% HR

max. 14,6 g/kg

8,1 g/kg

20°C

56% HR



Source : Buildwise



# LES CLASSES DE CLIMAT INTÉRIEUR

## POUR CARACTÉRISER LE DEGRÉ D'HUMIDITÉ DE L'AMBIANCE

Tableau 11 Classes de climat intérieur.

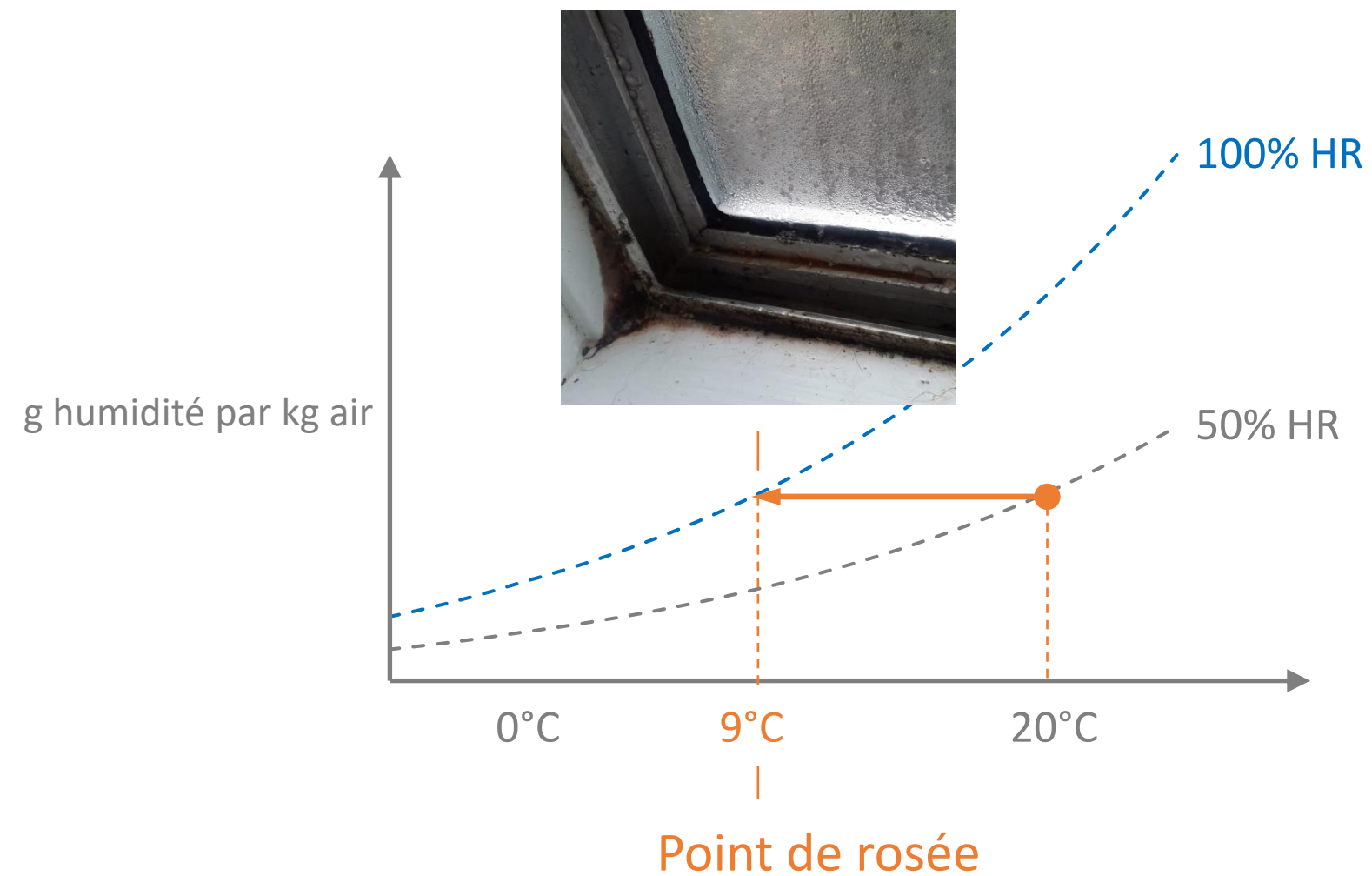
| Classes de climat intérieur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 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> | $\Delta x$ en janvier | HR @18°C en Janvier | HR @20°C en Janvier |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| I. Bâtiments à production d'humidité permanente faible à nulle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Entrepôts de marchandises sèches<br>Églises, salles d'exposition, garages, ateliers                                                                                                               | $1100 \leq p_i < 1165$                                         | $< 159 - 10 \cdot \theta_e$<br><sup>(2)</sup>                                                 | 0.8 g/kg              |                     |                     |
| II. Bâtiments bien ventilés à production d'humidité limitée par m³                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Habitations ventilées selon la norme <sup>(3)</sup><br>Écoles<br>Magasins<br>Bureaux non climatisés<br>Salles de sport et halls polyvalents                                                       | $1165 \leq p_i < 1370$                                         | $< 436 - 22 \cdot \theta_e$<br><sup>(2)</sup>                                                 | 2.2 g/kg              | 39% - 50%           | 34% - 44%           |
| III. Bâtiments moyennement ventilés à production d'humidité plus importante au m³ et à ventilation modérée à suffisante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Habitations non ventilées selon la norme <sup>(3)</sup><br>Hôpitaux, homes<br>Salles de consommation, restaurants, salles des fêtes, théâtres<br>Bâtiments faiblement climatisés (HR $\leq$ 60 %) | $1370 \leq p_i < 1500$                                         | $< 713 - 22 \cdot \theta_e$<br><sup>(2)</sup>                                                 | 3.9 g/kg              | 50% - 63%           | 44% - 56%           |
| IV. Bâtiments à production d'humidité élevée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bâtiments fortement climatisés (HR $>$ 60 %)<br>Locaux d'hydrothérapie<br>Piscines (couvertes)<br>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 | $> 713 - 22 \cdot \theta_e$<br><sup>(2)</sup>                                                 |                       |                     |                     |
| <i>Remarque</i> : les bâtiments en surpression, les bâtiments à teneur en humidité très variable (dancings, par exemple ) ou les toitures à faux plafond isolé exigent une étude spécifique du point de vue de la physique du bâtiment.<br><sup>(1)</sup> Voir la figure 54.<br><sup>(2)</sup> $\theta_e$ = température extérieure.<br><sup>(3)</sup> La norme NBN D 50-001 [B11] décrit les différents systèmes de ventilation (A à D) pour les bâtiments résidentiels et en fixe les débits. Il importe que tous les locaux soient ventilés à un débit suffisant. |                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                                                                                               |                       |                     |                     |

Extérieur (Janvier à Uccle)  
 $p_e = 683 \text{ Pa}$      $T_e = 4.1^\circ\text{C}$

## II. La condensation superficielle



# LA CONDENSATION APPARAÎT LORSQUE LA SURFACE EST PLUS FROIDE QUE LE POINT DE ROSÉE



# CONSÉQUENCES DE LA CONDENSATION



- Écoulement et accumulation de quantités d'eau importante
- Humidification et dégradation des matériaux sensibles (bois, enduits de plâtre, métaux ferreux,...)

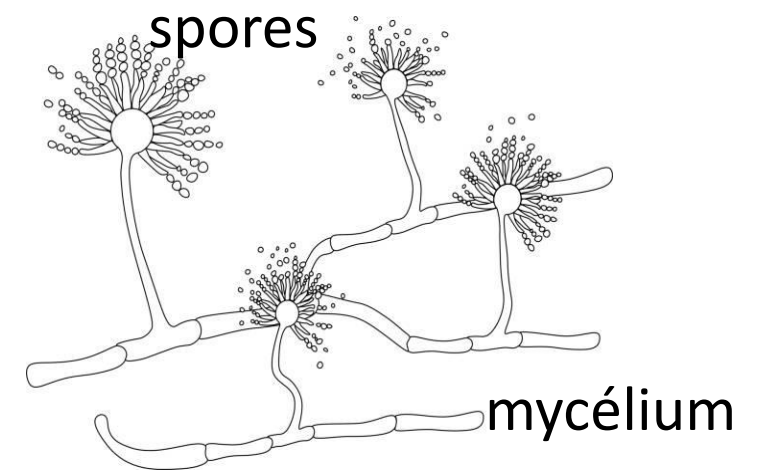


# III. Le développement de moisissure

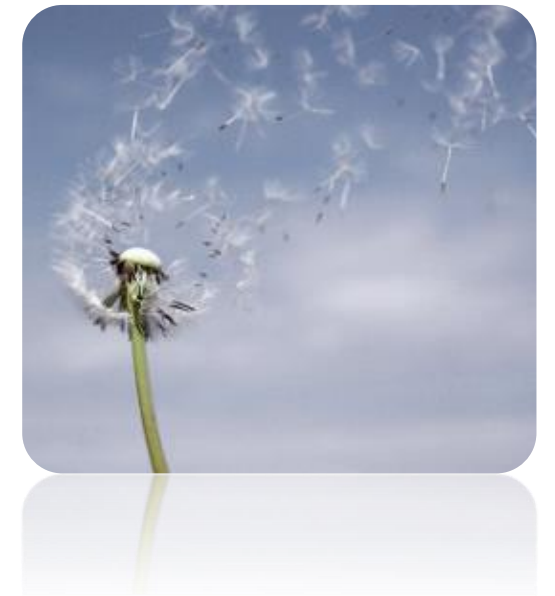


# LES MOISSISSURES

Une **moisissure** (champignon microscopique) est un **micro-organisme**  
 $\mu$ -organisme = structures invisibles à l'œil nu  
Développement massif = visible à l'œil nu



Les spores se dispersent et contaminent d'autres supports  
= danger potentiel!



# Les moisissures – conséquences pour la santé?

L'exposition à **une concentration élevée de moisissures à l'intérieur** peut provoquer les symptômes suivants:

- **Irritation:** *des yeux, de la gorge et de la peau*
- **Allergies:** *symptômes de rhum des foins, des crises d'asthme*
- **Toxicité:** *des maux de tête et des symptômes grippaux, fièvre, toux, diarrhée et fatigue*
- **Infection:** *des personnes présentant un système immunitaire affaibli*



Guidance

# Understanding and addressing the health risks of damp and mould in the home

Published 7 September 2023

**Applies to England**

Contents

[Ministerial foreword](#)

[Key messages](#)

[Who the guidance is for](#)

[Introduction](#)

[Health effects of damp and mould](#)

[People at increased risk from damp and mould](#)

[Test standards and guidance](#)

## Ministerial foreword

Every person across this country deserves to live in a home that is safe, warm and dry.

The tragic death of 2-year-old Awaab Ishak in 2020, due to mould in his family home, should never happen to another family.

The Coroner's report into Awaab's death describes a catalogue of failures, and a housing provider that abdicated its responsibilities to his family and hid behind legal processes.

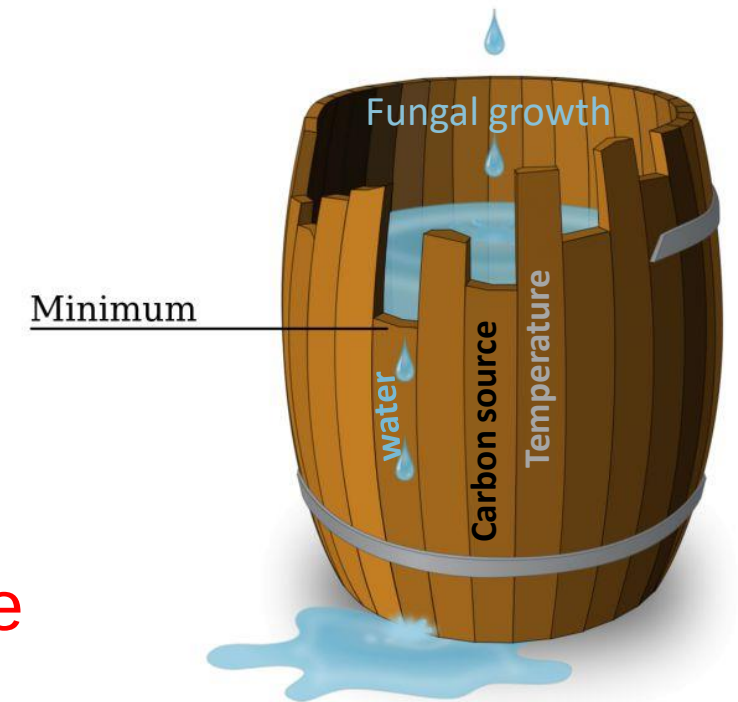


# Les moisissures – conditions de développement

Les moisissures sont peu exigeantes

Mais, un certain nombre de facteurs nutritifs et environnementaux doivent être réunis, notamment :

- la température de confort
- l'oxygène (omniprésent)
- matière nutritive (organique)
- **l'humidité élevée (facteur limitant!)**



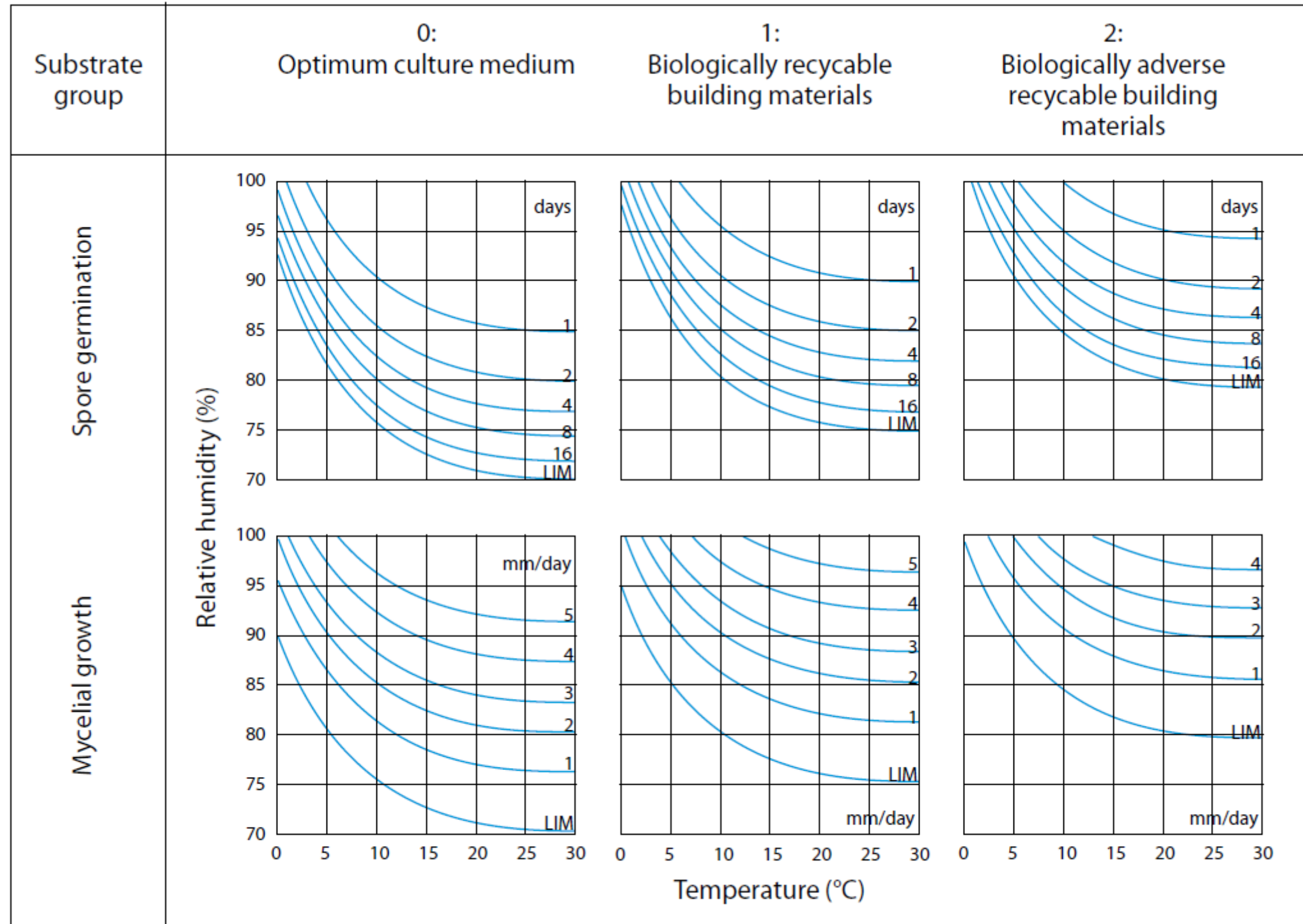
Constant  
Temperature

Organic  
Matter  
(Dirt)

Source of  
Spores

Water or  
RH >65%

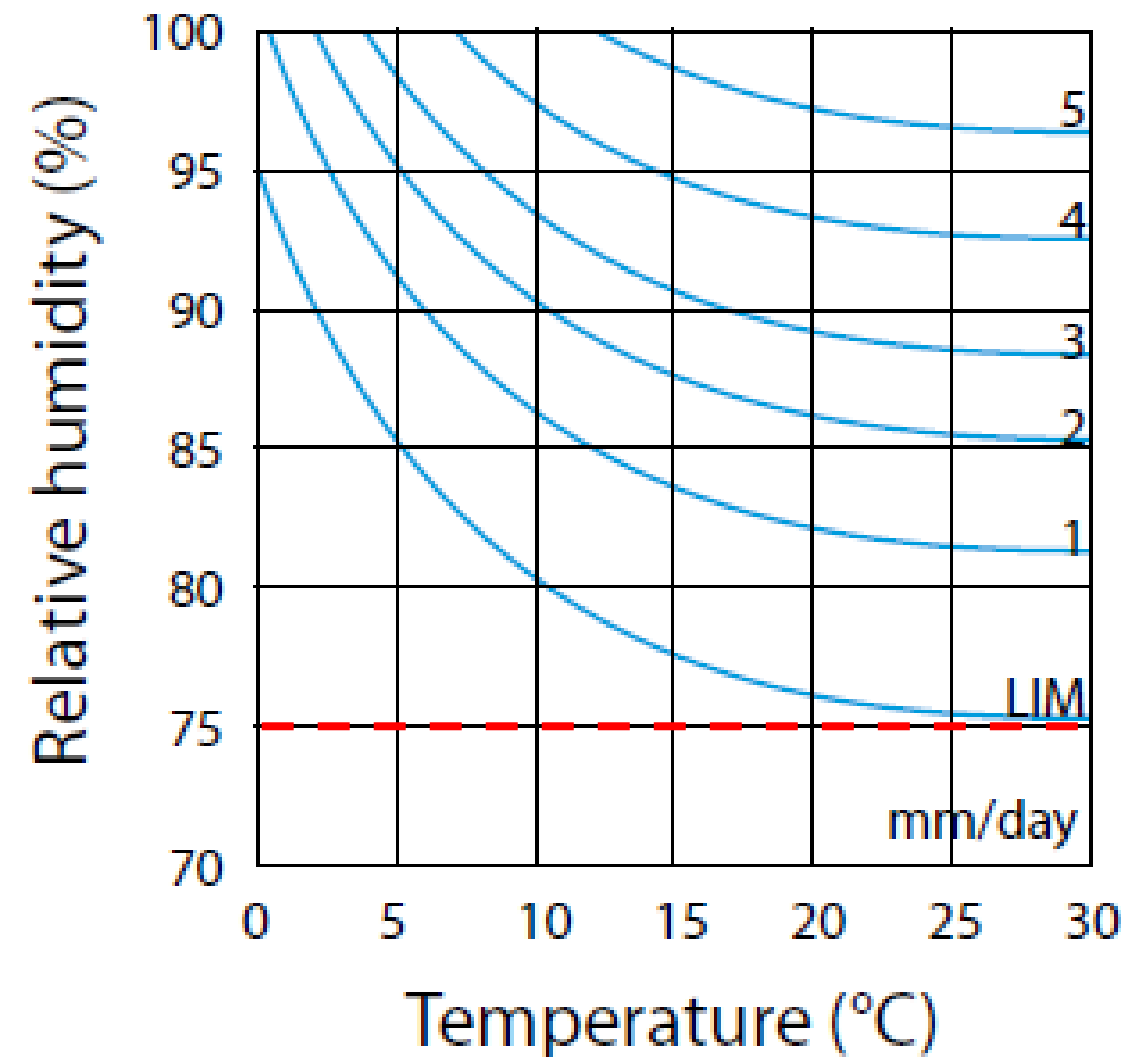




Source: Adapted from Sedlbauer (2001).

Note. days, germination time in days; mm/day, germination rate; LIM, lowest isopleth for mould for each substrate group.

1:  
Biologically recycable  
building materials



Risque de développement de  
moisissures sur les matériaux  
sensibles à partir de 75% HR



# IV. Moyens d'action





Pour éviter un développement de moisissures généralisé (meubles, papiers, cartons,...) :

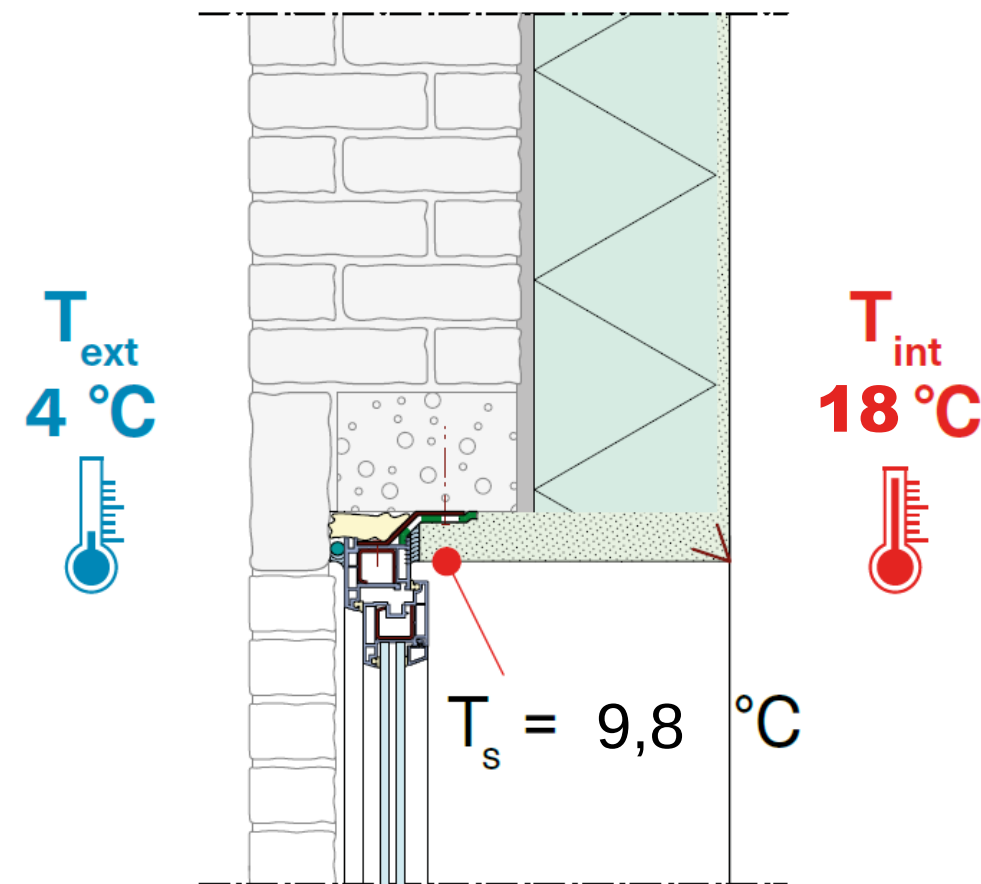
**humidité relative inférieure à 75%**



# EVITER LE DÉVELOPPEMENT DE MOISSISURE AU NIVEAU DES PONTS THERMIQUES



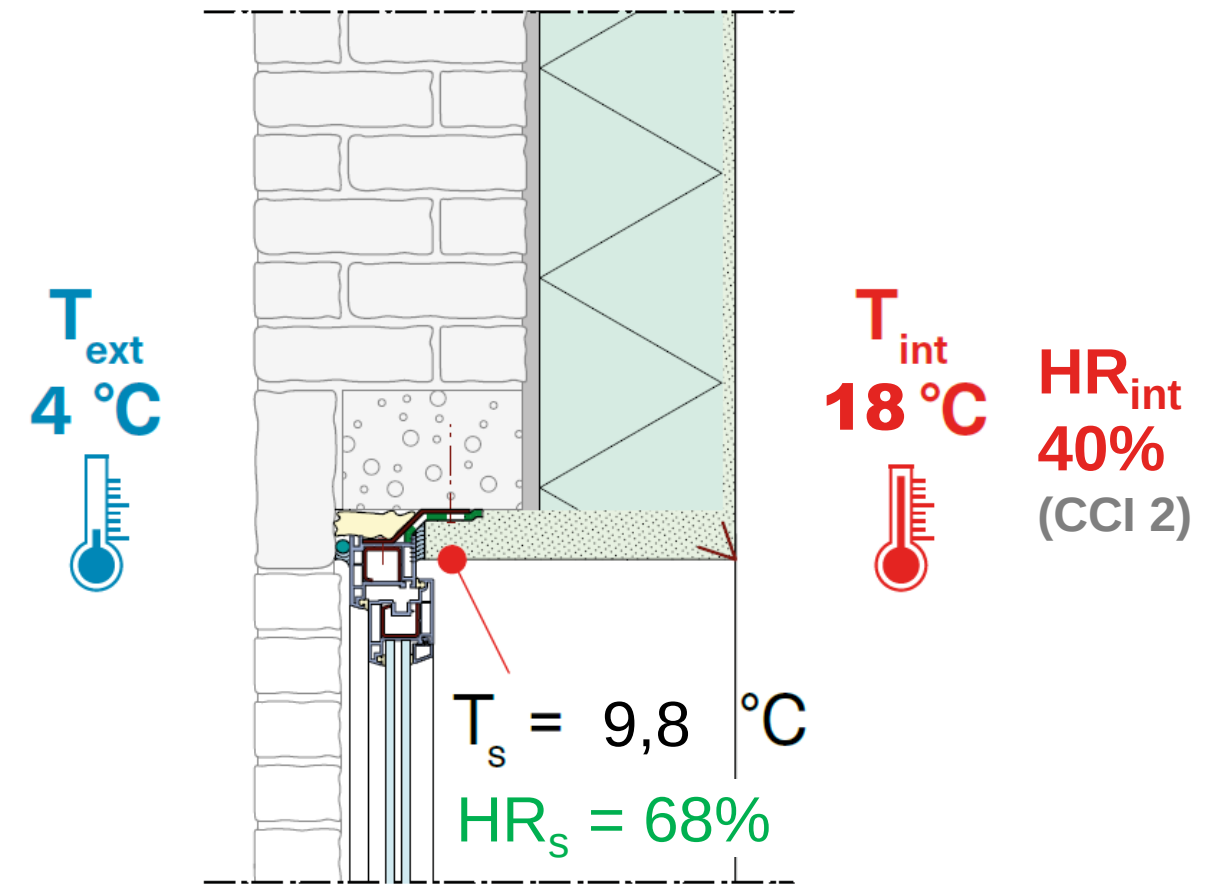
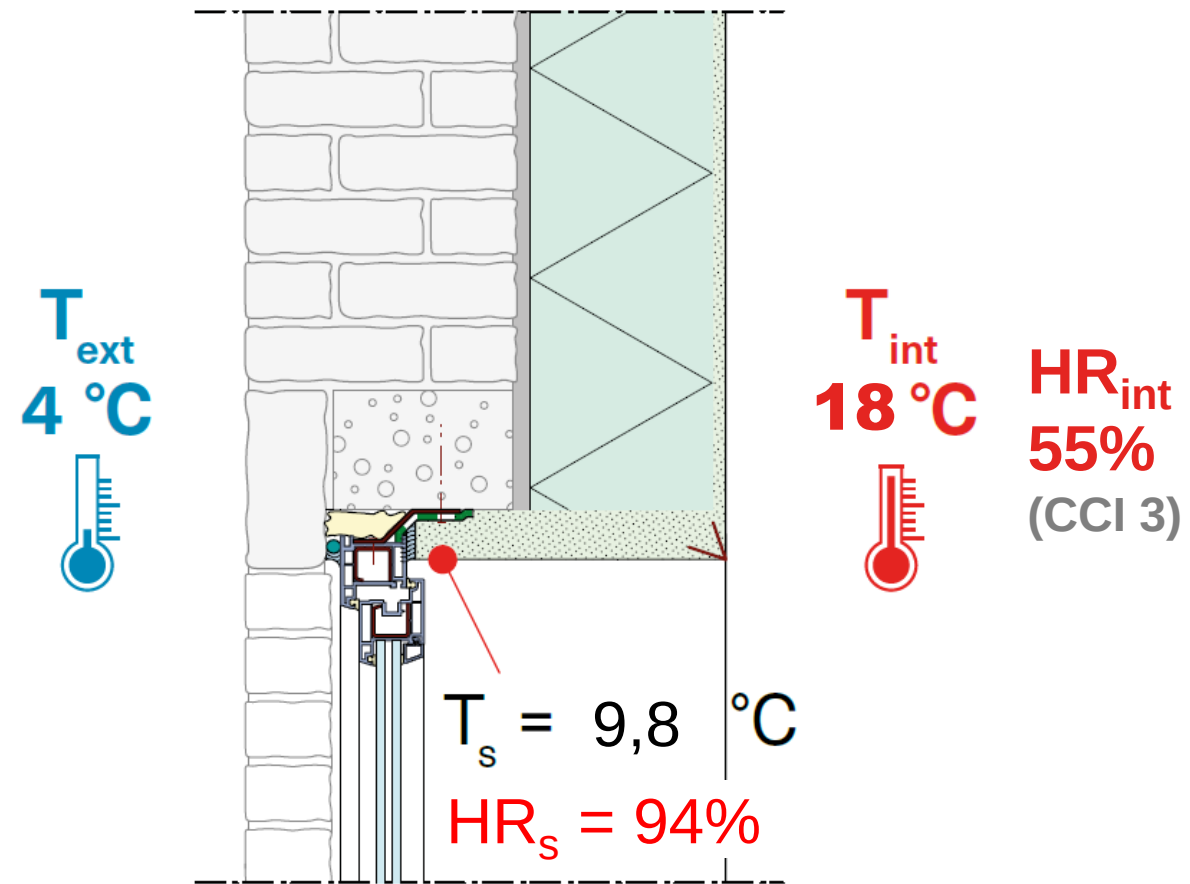
# LIMITER L'HUMIDITÉ RELATIVE INTÉRIEURE POUR EVITER LE DÉVELOPPEMENT DE MOISSISSURE



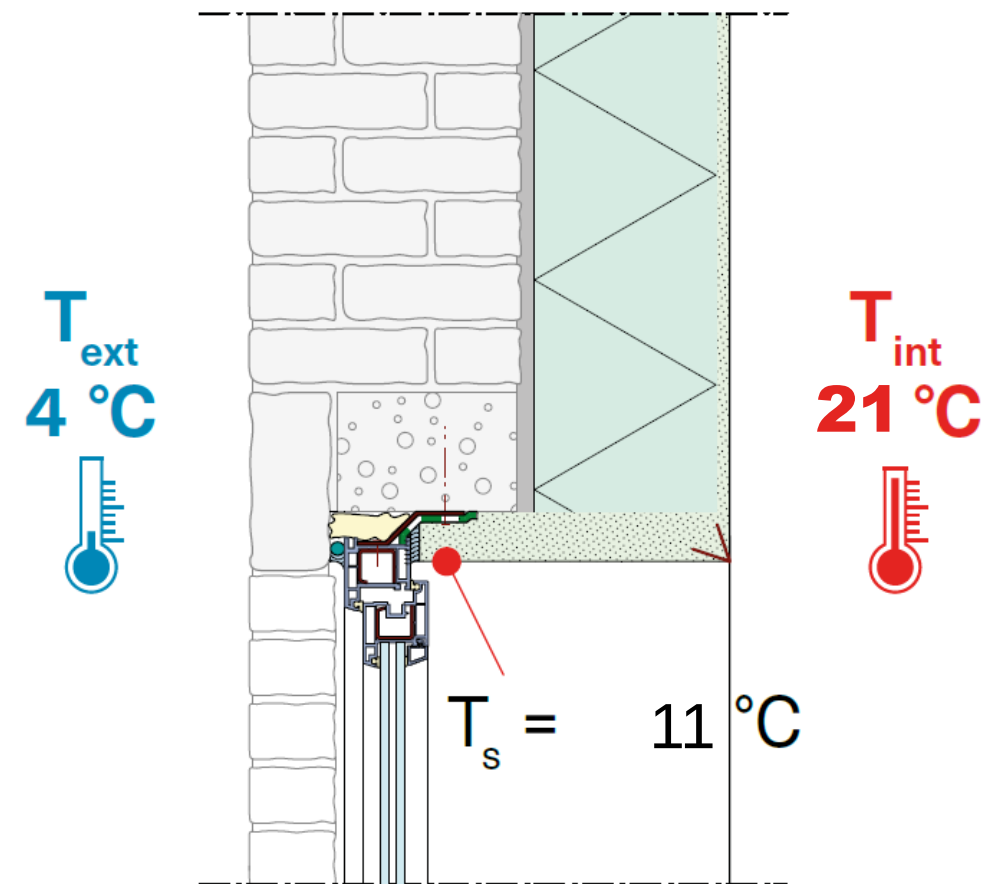
Pour un pont thermique fort et une température de chauffe de  $18^{\circ}\text{C}$ , il faut contrôler le climat pour avoir une  $\text{HR} < 45\%$



# MIEUX VENTILER POUR EVITER LE DÉVELOPPEMENT DE MOISSISSURE



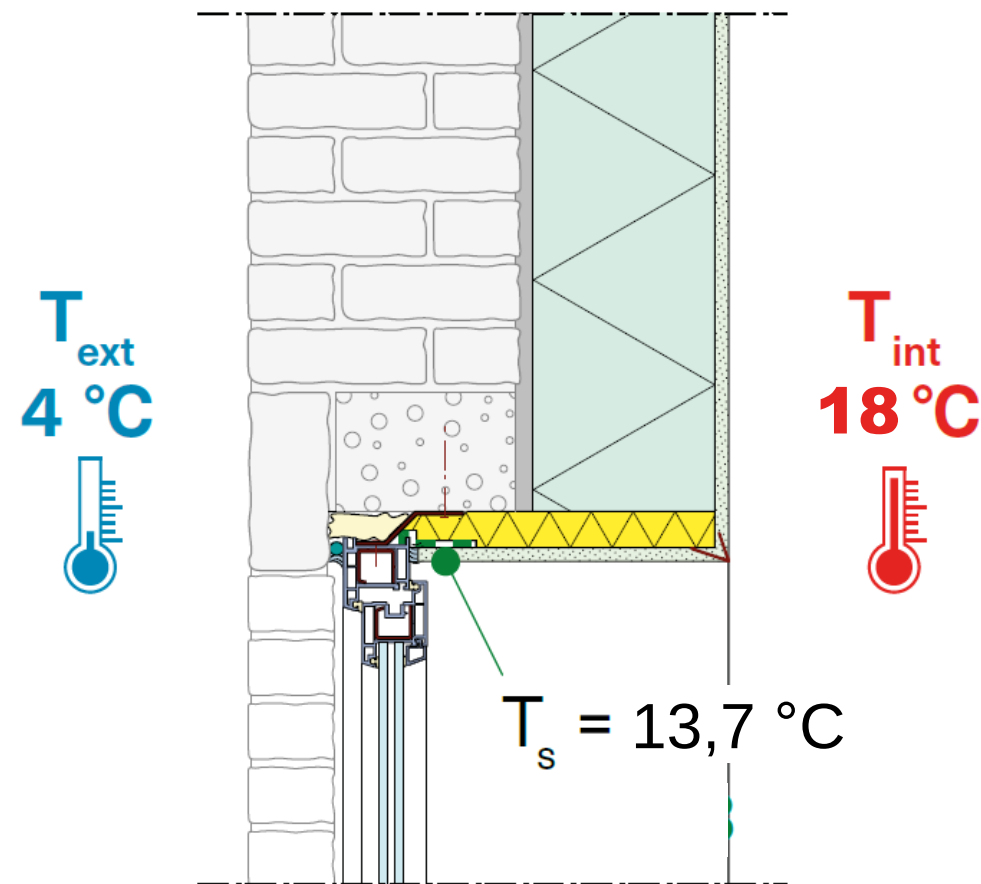
# AUGMENTER LA TEMPÉRATURE DE CHAUFFE POUR EVITER LE DÉVELOPPEMENT DE MOISSISSURE



Pour un même apport d'humidité dans le bâtiment, augmenter la température de chauffe diminue le risque :  
A  $21^{\circ}\text{C}$  l'humidité relative au niveau du point froid passe de 75% à 69%



# MIEUX ISOLER POUR EVITER LE DÉVELOPPEMENT DE MOISSISSURE



Isoler le pont thermique permet de fortement limiter le risque :  
A  $18\text{ °C}$ , humidité relative intérieure acceptable jusqu'à 57%.



## CE QU'IL FAUT RETENIR

**Pour éviter le développement de moisissure et la condensation superficielle, il faut**

- dans la mesure du possible, mettre en oeuvre de **bons détails**
- maintenir une **température de chauffe suffisamment élevée**
- last but not least, **ventiler de manière efficace!**





Your partner for sustainable building innovation!

A service of



In collaboration with



Supported by



# CONTACT

**Antoine TILMANS**

***R&D Program Lead***

02/6557728

[antoine.tilmans@buildwise.be](mailto:antoine.tilmans@buildwise.be)

Buildwise

[www.buildwise.be](http://www.buildwise.be)

