FORMATION BATIMENT DURABLE

CONSTRUCTION BOIS À BRUXELLES

AUTOMNE 2022

Conception de l'enveloppe

Pierre WILLEM

écorce
INGÉNIERIE CONSULTANCE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION



- Transmettre les fondements théoriques de la physique du bâtiment liés à l'enveloppe, focalisés sur la construction en bois
  - À l'échelle de la paroi
  - Pour les différents raccords possibles entre parois (détails constructifs)

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
EXEMPLES

4 ENVELOPPE

- Rôle : protéger l'ambiance intérieure des sollicitations extérieures
  - Les éléments climatiques (température/vent)
    - ⇨ **ISOLATION THERMIQUE**
    - ⇨ **INERTIE THERMIQUE**
    - ⇨ **ETANCHEITE A L'AIR**
  - Les éléments climatiques (humidité/eau)
    - ⇨ **DIFFUSION DE VAPEUR**
    - ⇨ **ETANCHEITE A L'EAU**
  - Le bruit
    - ⇨ **ISOLATION ACOUSTIQUE**
  - ~~Les charges (vent, pluie, neige)~~
    - ~~⇨ STABILITE (objet d'une autre présentation)~~

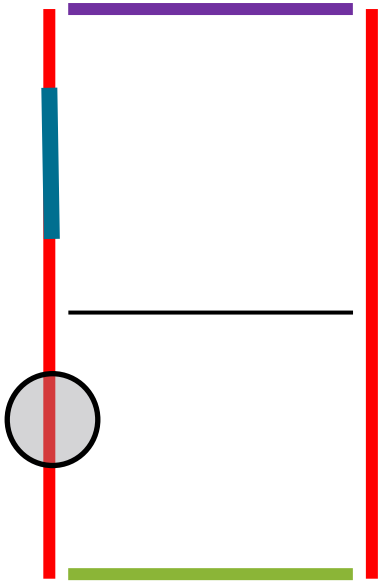
ANALYSE

- Types de parois étudiées
  - Toiture / plafond
  - Mur
  - Sol
  - Châssis
  - Paroi intérieure

- Deux systèmes étudiés dans le détail
  - Ossature bois (OB)
  - Bois-massif (BM)

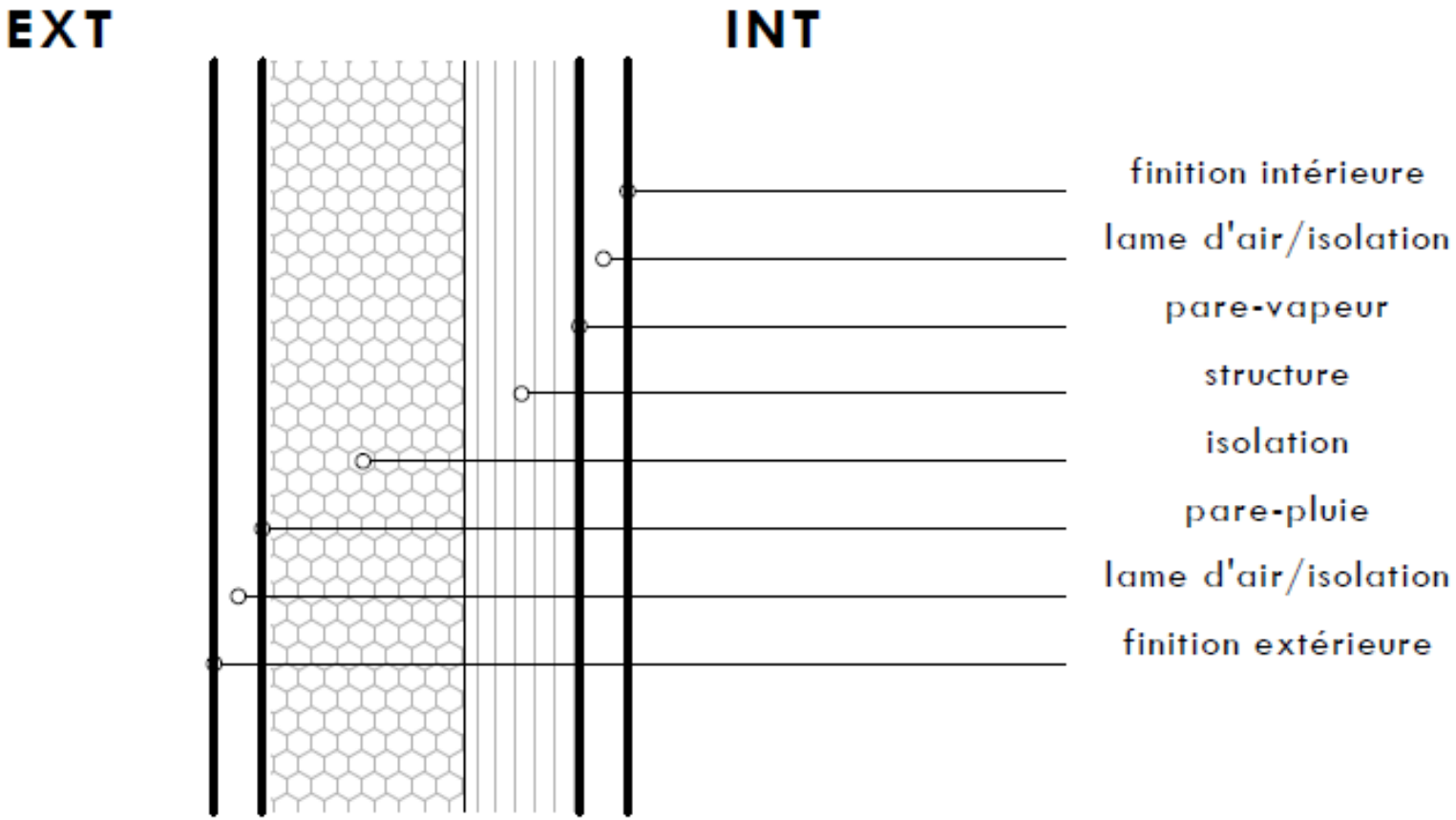
⇨ **Poteaux-poutres: étudié au niveau des raccords**

⇨ **Madriers empilés = bois massif sauf quelques exceptions précisées**



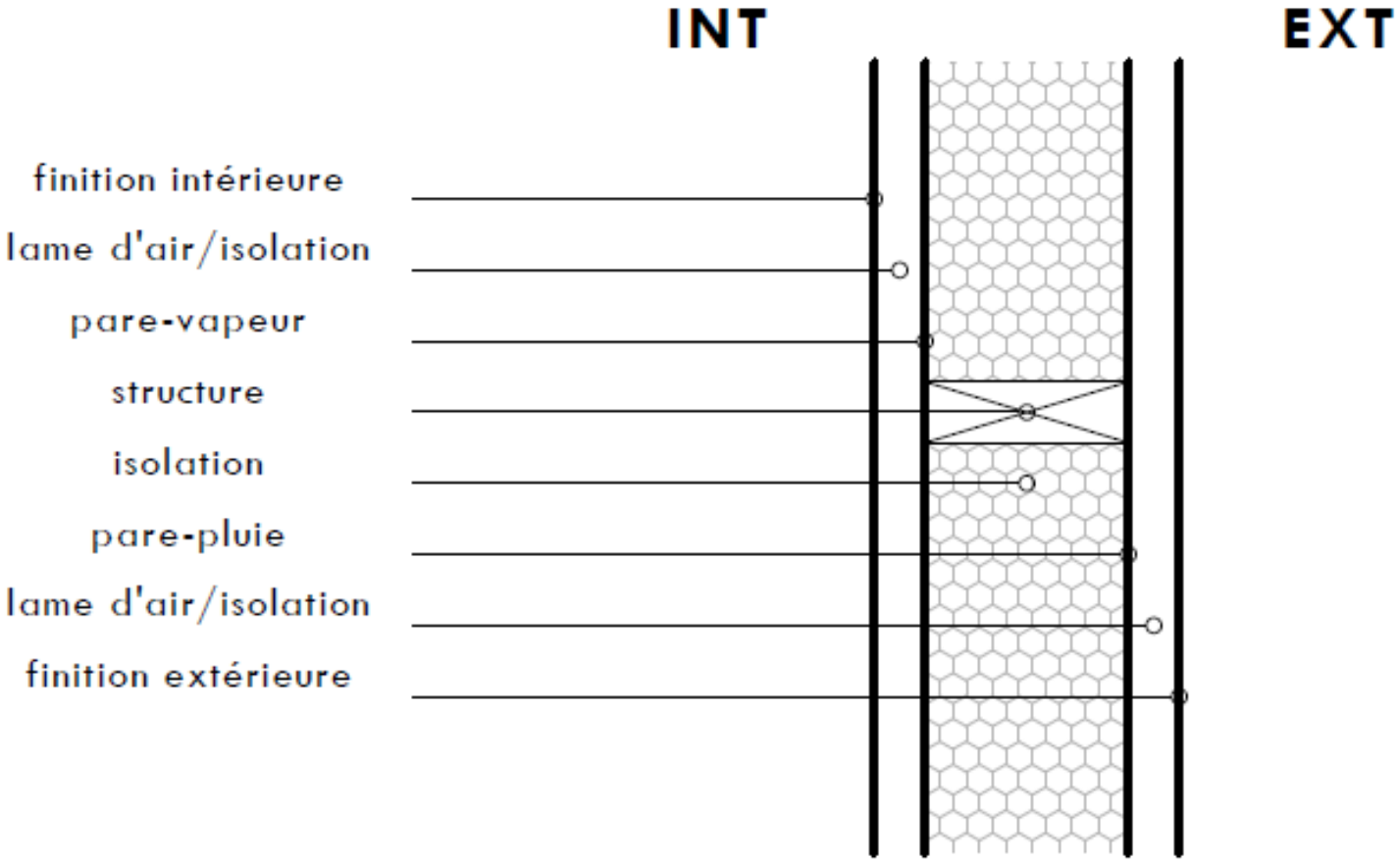
ANALYSE – Coupe-type des parois étudiées

Bois massif (Panneaux CLT / madriers)



ANALYSE – Coupe-type des parois étudiées

Ossature bois (éventuellement inscrite dans une structure poteaux-poutres)

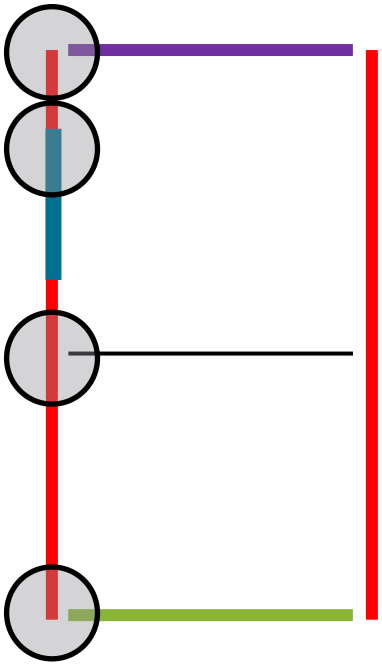


8

ANALYSE

- Types de parois étudiées
  - Toiture / plafond
  - Mur
  - Sol
  - Châssis
  - Paroi intérieure

- Et **leurs nombreux raccords** !!!



STRUCTURE DE LA PRESENTATION

	Parois	Détails constructifs
Isolation thermique	valeurs U	nœuds constructifs
Etanchéité à l'air	composants	assurer la continuité
Inertie thermique	masse thermique accessible	-
Isolation acoustique	composants	ponts acoustiques
Diffusion vapeur d'eau	valeur s_d	cf étanchéité à l'air
Etanchéité à l'eau	étanchéité	assurer la continuité

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

PAROIS

- **Isolation thermique**
- Etanchéité à l'air
- Inertie thermique
- Isolation acoustique
- Diffusion de vapeur d'eau
- Etanchéité à l'eau

DETAILS CONSTRUCTIFS

EXEMPLES

Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques

- λ : conductivité thermique d'un matériau [W/mK]
- R : résistance thermique d'un composant [m²K/W]

  ⇨ **$R = d / \lambda$ (pour une couche homogène)**

- R_T : résistance thermique totale de la paroi [m²K/W]

  ⇨ **$R_T = R_{se} + \sum R_i + R_{si}$**

  - $\sum Ri$: somme des résistances thermiques des composants
  - R_{se}, R_{si} : résistances superficielles (de surface)

- U : coefficient de transmission thermique [W/m²K]

  ⇨ **$U = 1 / R_T$**

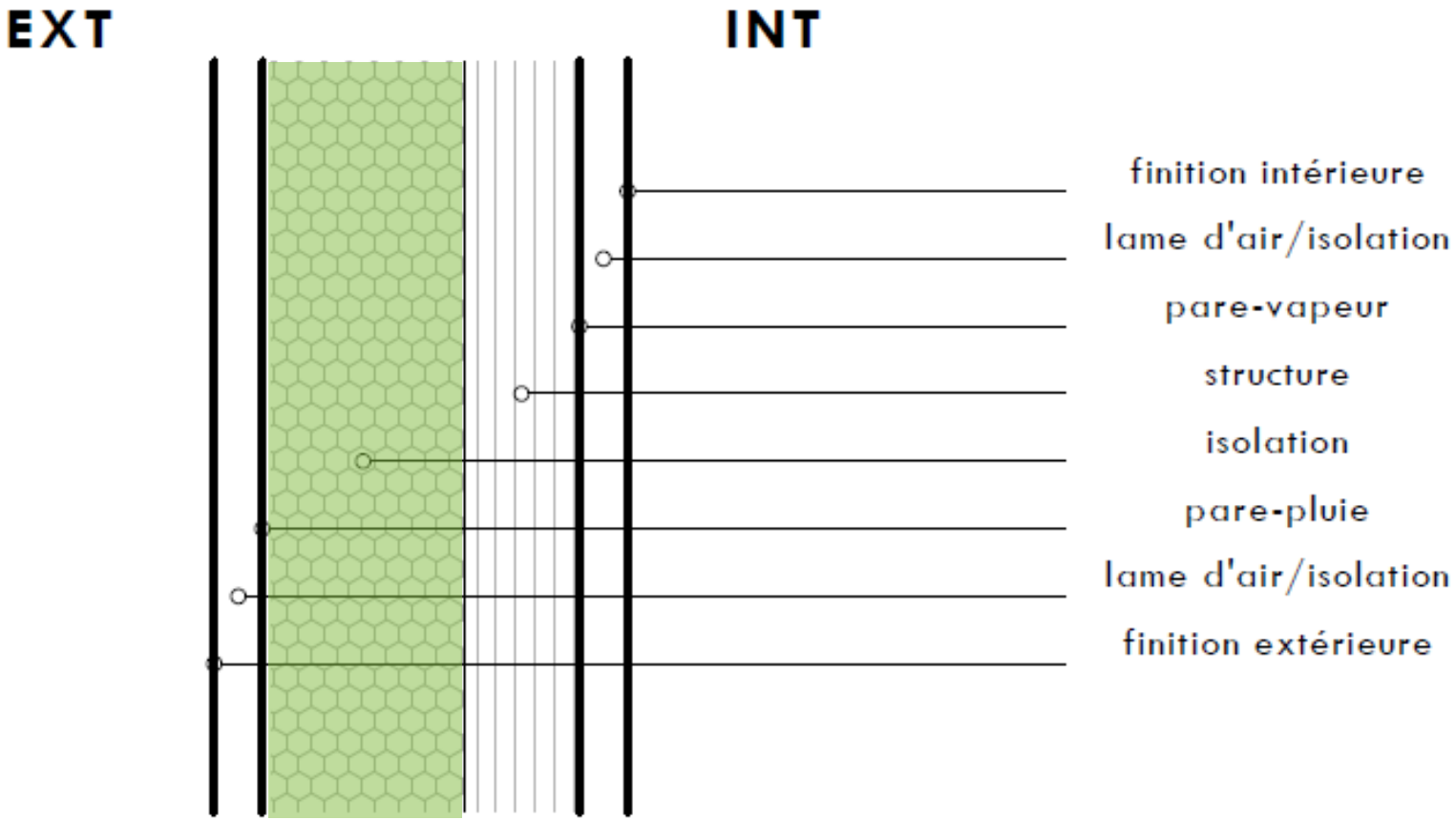
ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques

U_{max} [W/m²K]	PEB Bruxelles	Valeur cible Basse énergie	Valeur cible Maison passive
Toitures et plafonds	0,24	0,20	0,08 - 0,15
Murs (hors sol)	0,24	0,30	0,10 - 0,15
Planchers (sur terre-plein ou au-dessus d'un vide sanitaire ou d'une cave)	0,3	0,30	0,10 - 0,15
Planchers (en contact avec l'environnement extérieur)	0,3	0,30	0,10 - 0,15
Murs en contact avec le sol	Rmin = 1,5 m²K/W	1,0	1,0
Fenêtre	1,8	1,6	0,8
Vitrage	1,1	1,1	0,8

13

ISOLATION THERMIQUE – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



ISOLATION THERMIQUE – BM

Elément bois massif

- Lambda : 0,13 W/mK
- Epaisseur fréquente : 12 cm
  - Résistance de 0,12/0,13 = 0,92 m²K/K

⇨ **ne se suffit pas, isolation complémentaire nécessaire !!!**

Isolant

- Lambda (fonction du matériau) : 0,043 (fibre de bois) - 0,032 (polystyrène)



Source/Bron : Steico



Source/Bron : Sto

- Epaisseur nécessaire ?

$$\frac{1}{0{,}24} - 0{,}13 - 0{,}04 - 0{,}92 = \text{Rmin } 3{,}1\ m^2K/W$$

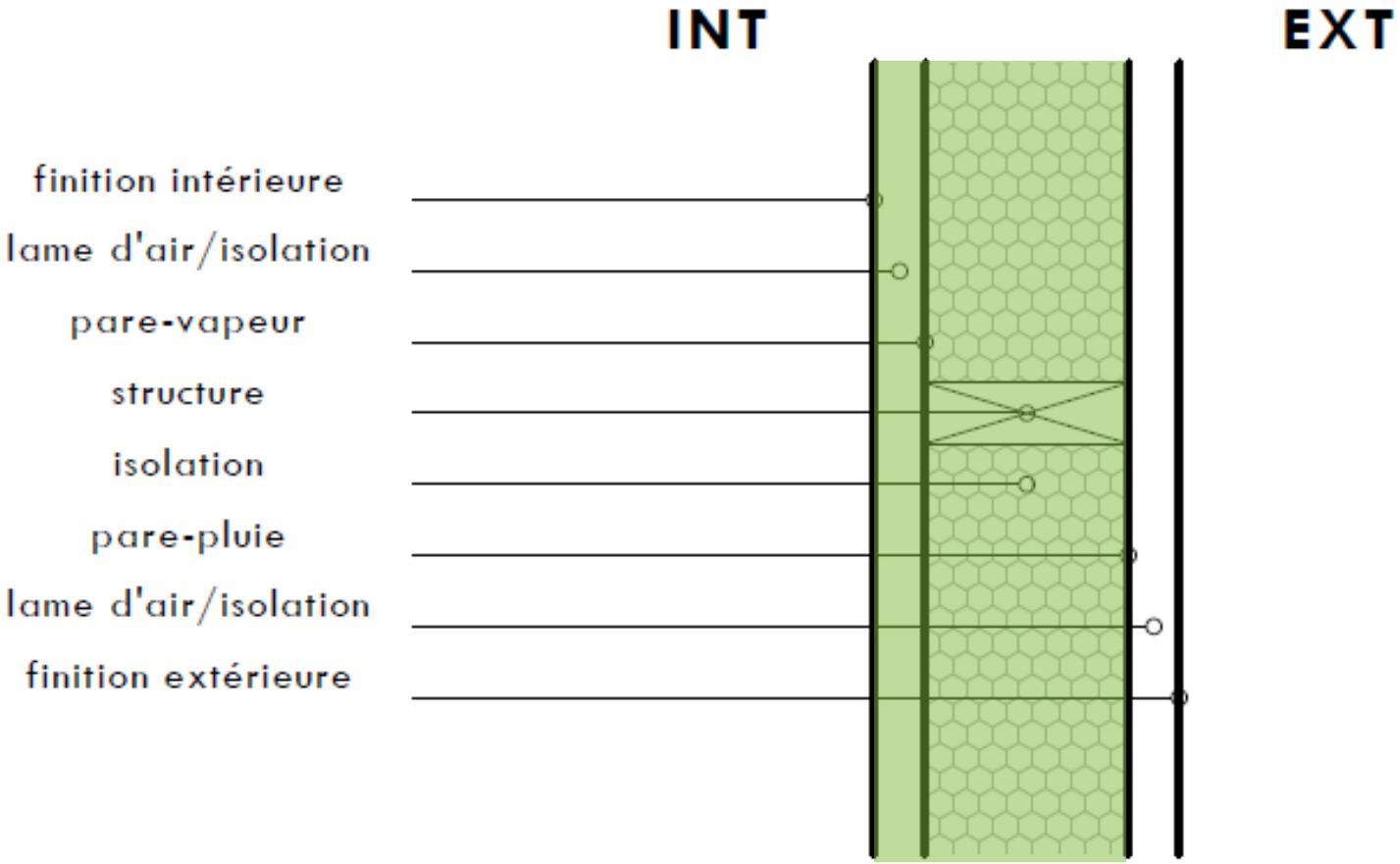
$$ep.\min = 3{,}1 * 0{,}043 = \ \ 14\ cm$$

- Influences des fixations ? « valeur PEB par défaut » : 0,25 W/m²K

15

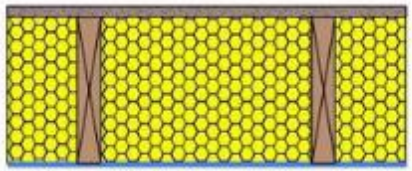
ISOLATION THERMIQUE – OB

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?

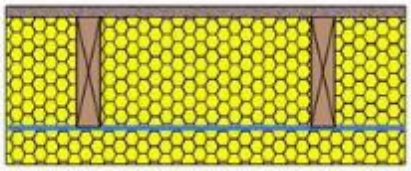


ISOLATION THERMIQUE – OB

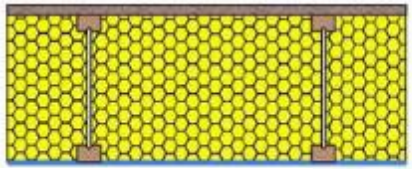
Pourcentage de bois > influence sur la valeur U (pont thermique)



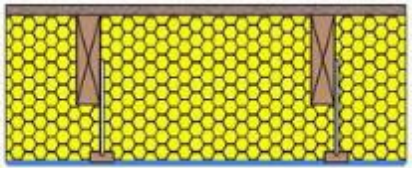
Bâtiment standard



Isolation sous le pare-vapeur

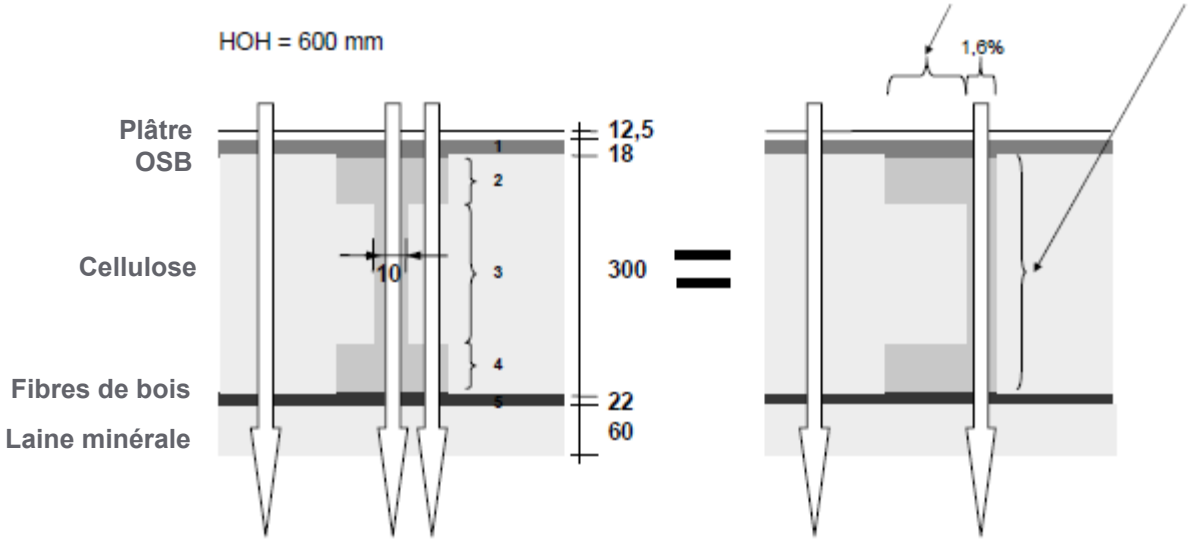


Poutre en I



Poutres épaissies vers le dessous

Négligeable, si toute la profondeur x 2,2



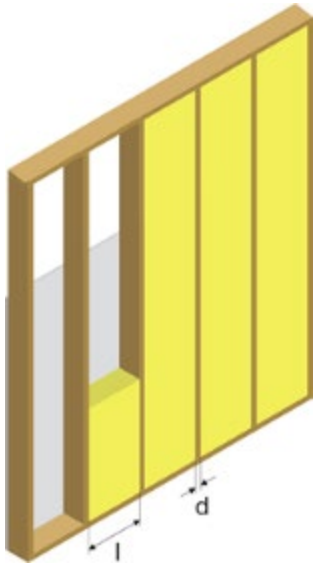
17

ISOLATION THERMIQUE – OB

Pourcentage de bois > influence sur la valeur U (pont thermique)

NBN 62.002

$$\Lambda_{U,moyen} = [\lambda_{U,bois} * \%_{bois}] + [\lambda_{U,isolant} * (100\ \% - \%_{bois})]$$



Source/Bron : energie+

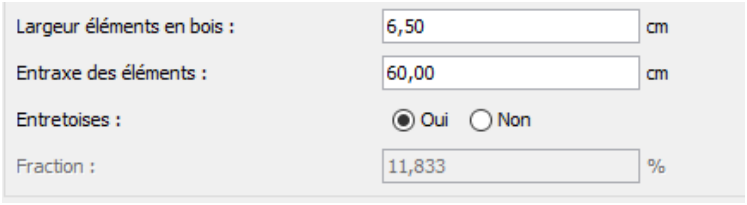
- Trois manières de le calculer le pourcentage
  - Valeurs par défaut selon type de paroi (PEB)

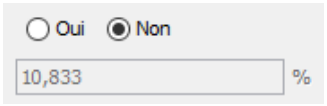
Structure en bois	Fraction de bois
Toiture à pannes (pannes-structure portante primaire)	0.11
Toiture à pannes (chevrons-structure portante secondaire)	0,20
Toiture à fermes (fermettes-structure portante secondaire)	0.12
Plancher en bois (poutres-structure portante secondaire)	0.11
Parois à ossature en bois	0.15

⇒ 24 cm minimum de cellulose insufflée (pour respecter le Umax)

Pourcentage de bois > influence sur la valeur U (pont thermique)

- Trois manières de le calculer (suite)
  - Entre-axe régulier (et présence éventuelle d'entretoises)





⇒ 22 cm minimum de cellulose insufflée (pour respecter le Umax)

  - Introduction manuelle (calcul personnel)

⇨ **Valable pour toutes les méthodes d'encodage**

ISOLATION THERMIQUE – OB

Pourcentage de bois > influence sur la valeur U (pont thermique)

- Pour le limiter: couche supplémentaire continue
  - panneau isolant mince (type pare-pluie)
  - panneau isolant épais
  - isolation par l'intérieur (panneau ou ds couche d'installation)
  - disposition mixte

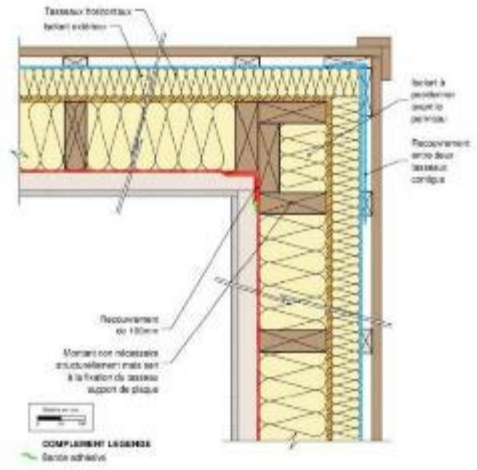


Figure 6 : Liaison d'angle sortant de murs extérieurs : Ψ = 0,08 W/mK

Source/Bron Habitat-durable



Source/Bron Steico



Source/Bron ebun.co

ISOLATION THERMIQUE – OB

Quelques illustrations…



Source/Bron Pinterest



Source/Bron : ANB



Source/Bron : Habitat Ecologique



Source/Bron Espaces système bois

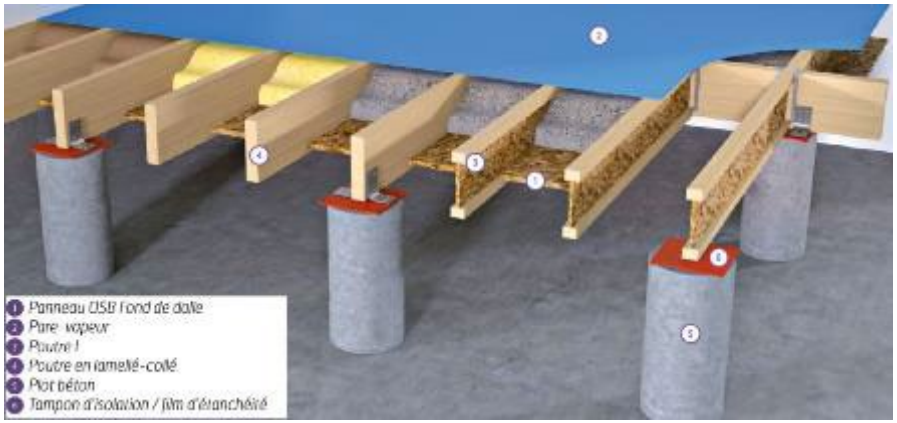


Source/Bron Hotfrog.com

21

ISOLATION THERMIQUE – OB

Quelques illustrations…



Source /Bron: Gedibois



Source/Bron : Rhodannienne des bois



Source/Bron : nobautoconstruction



Source/Bron : Triskeline

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

PAROIS

- Isolation thermique
- **Etanchéité à l'air**
- Inertie thermique
- Isolation acoustique
- Diffusion de vapeur d'eau
- Etanchéité à l'eau

DETAILS CONSTRUCTIFS

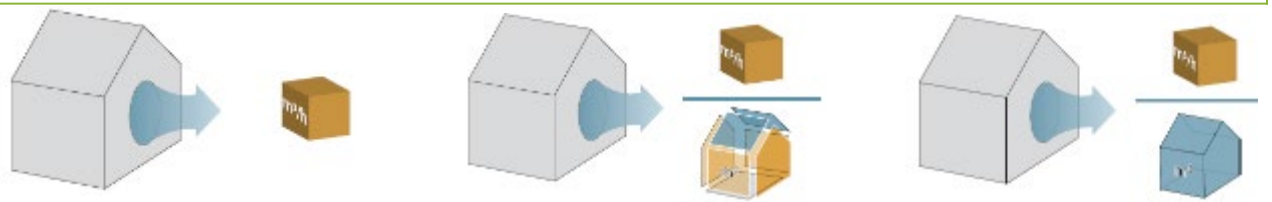
EXEMPLES

Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

23

ETANCHEITE A L'AIR – Notions théoriques

	V_{50}	v_{50}	n_{50}
définition	débit de fuite pour une différence de pression de 50 Pa entre l'int. et l'ext. sur l'ensemble du volume testé	débit de fuite pour une différence de pression de 50 Pa entre l'int. et l'ext. /unité de surface de l'enveloppe déperditive.	taux de renouvellement d'air par heure pour une différence de pression de 50 Pa
		$v_{50} = V_{50} / A_T$	$n_{50} = V_{50} / V_{int}$
unité	m³/h	m³/h.m²	vol/h
utilisation		Logiciel PEB	Bâtiment passif (PHPP)
ordre de grandeur		12 (par défaut pour chauffage)*	< 0.6 (critère passif)

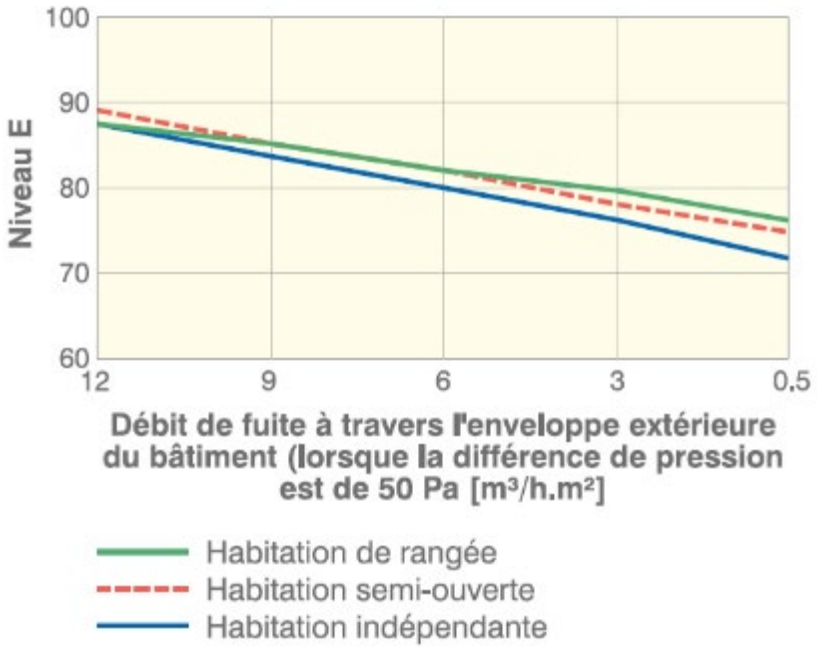


* 0 m³/h.m² = valeur par défaut pour les calculs de refroidissement et de surchauffe.

ETANCHEITE A L'AIR – Notions théoriques

Impact

- Cette perte de chaleur a un impact non négligeable sur le niveau de performance énergétique

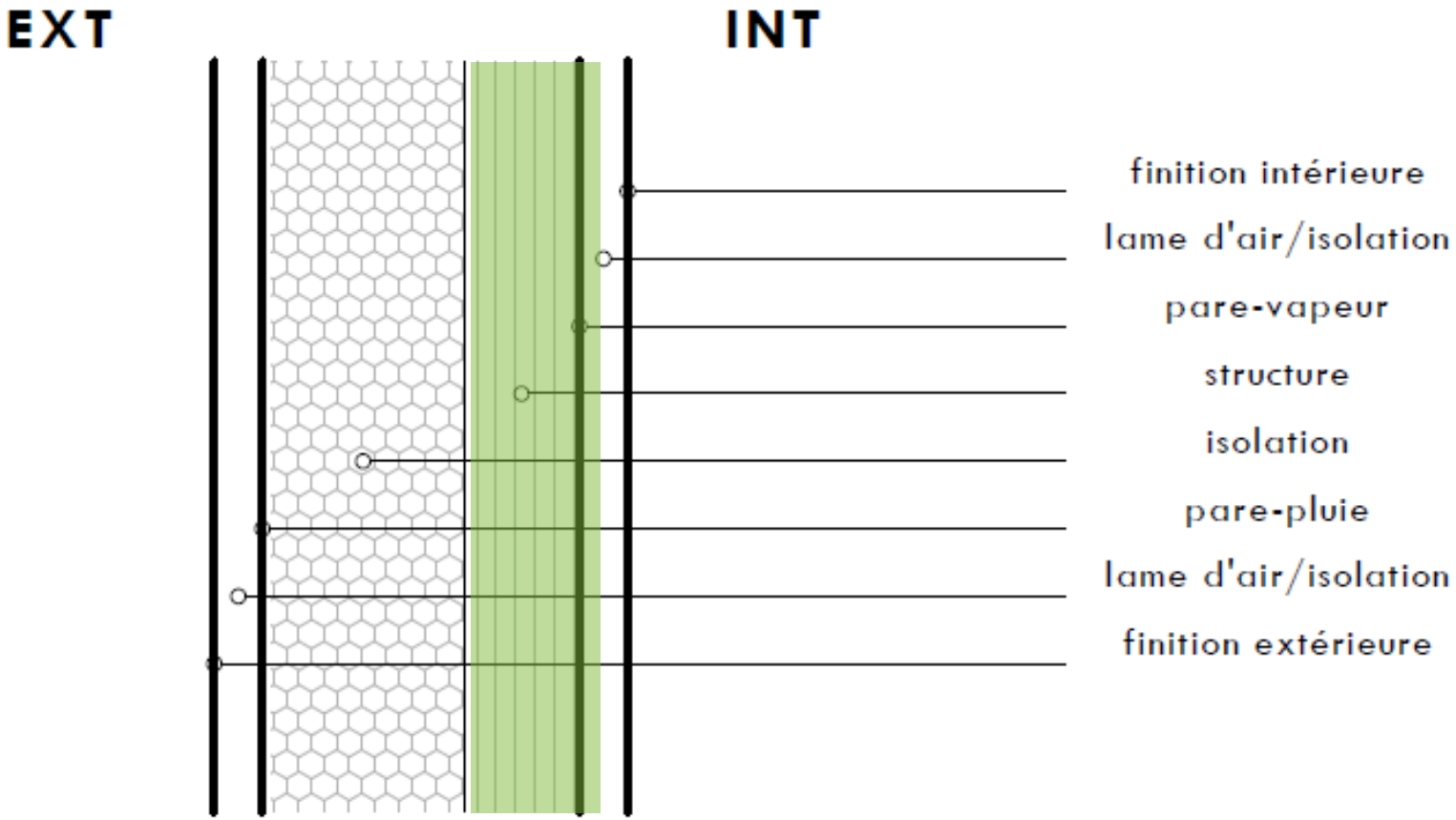


Source : Construire avec l'énergie, naturellement, Région Wallonne + document de la région flamande en annexe (point 8) et disponible sur energiesparen : http://www.energiesparen.be/epb/maatregelen

25

ETANCHEITE A L'AIR – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?

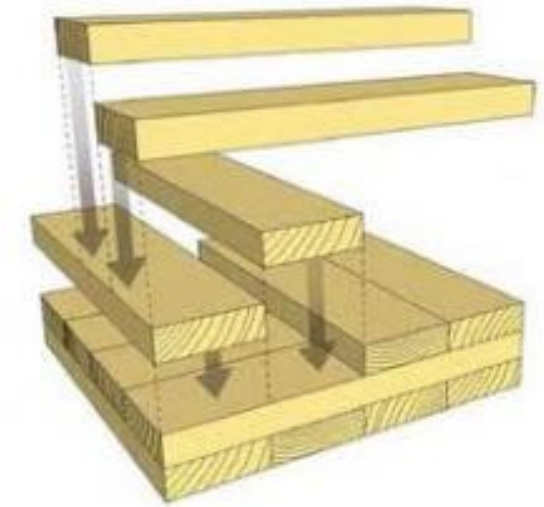


ETANCHEITE A L'AIR – BM

Eléments étanches



Source/Bron : KLM

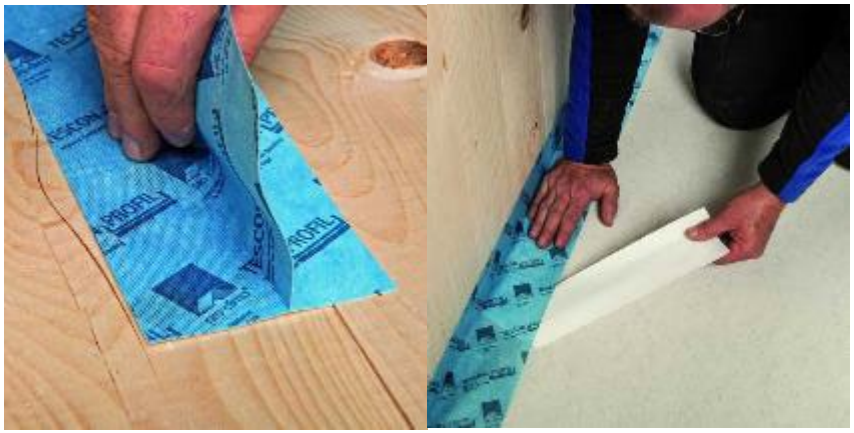


Source/Bron : CLT

ETANCHEITE A L'AIR – BM

Assurer la continuité

- entre éléments : tapes, colles de contact



Source/Bron : isoproc



Source/Bron : ecorce sa

- Au niveau des percements

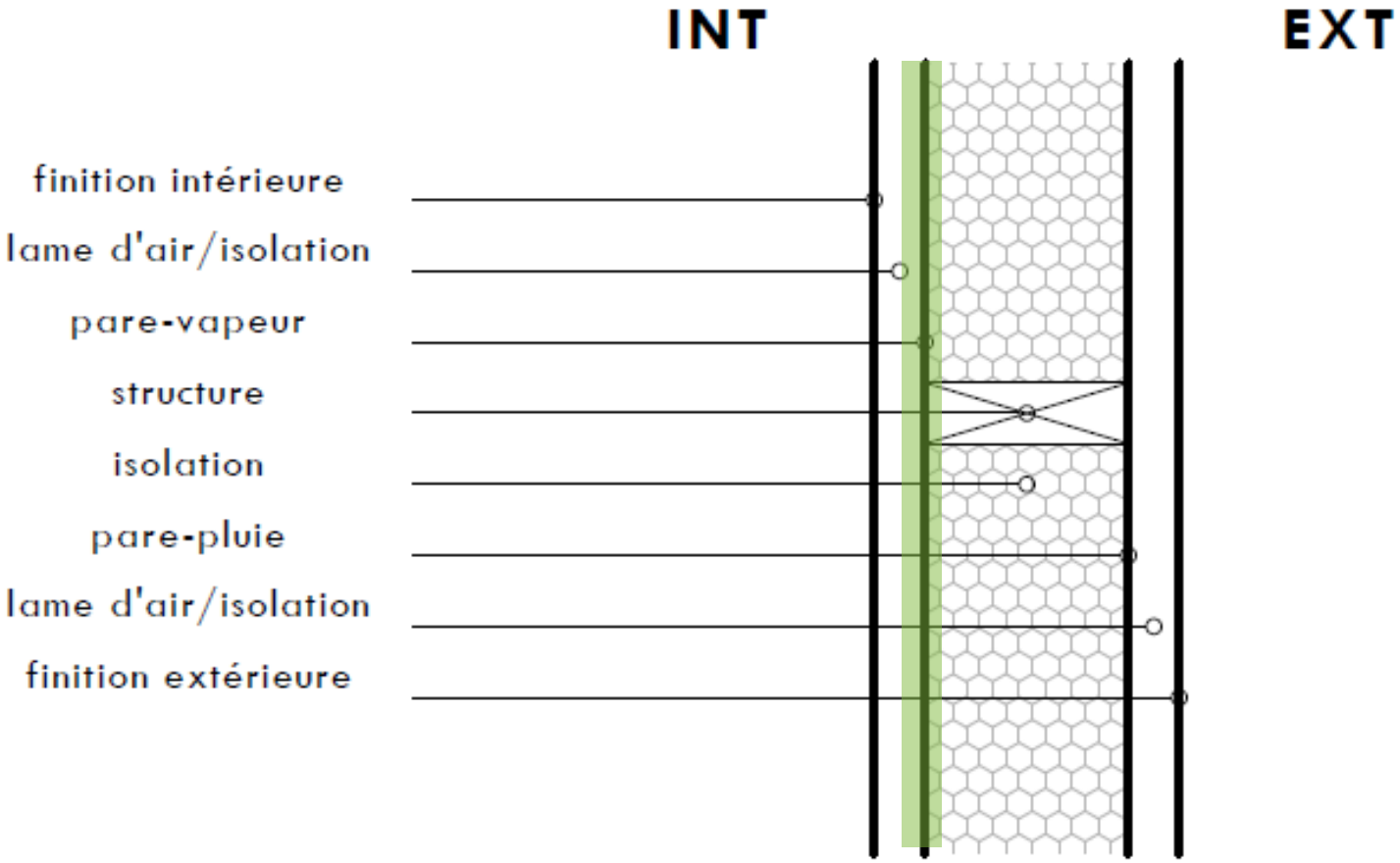


Source/Bron : panneauxmaisonossaturebois.com

28

ETANCHEITE A L'AIR – OB

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



ETANCHEITE A L'AIR – OB

Matériaux étanches les plus répandus

- Panneaux OSB (rainuré-languetté, tapé)







- Membranes d'étanchéité
  - feuilles d'alu/polyéthylène (à éviter > complètement fermé)
  - papier renforcé





ETANCHEITE A L'AIR – OB

Assurer la continuité

- entre éléments : tapes, colles de contact ou agraphes double-plié



Source/Bron : ISOPROC

- aux niveaux des percements (techniques)





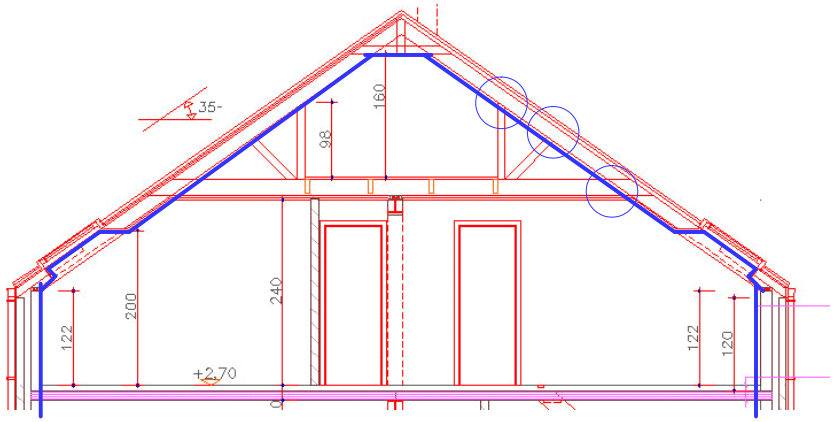


31

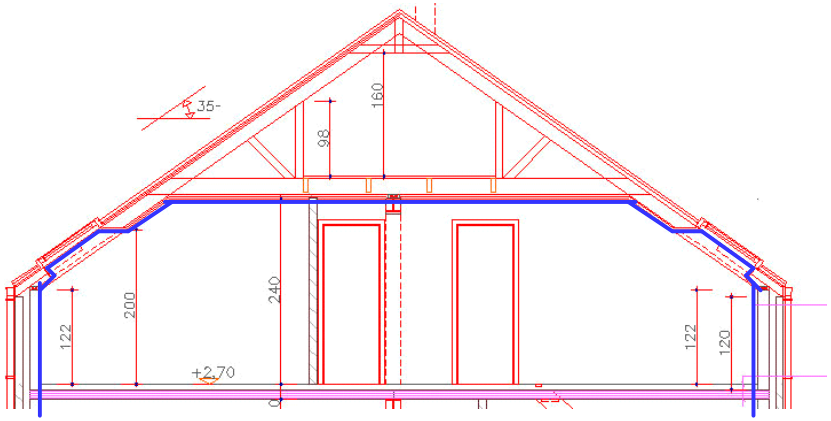
ETANCHEITE A L'AIR – OB

Assurer la continuité

- Au niveau des percements (structurels)





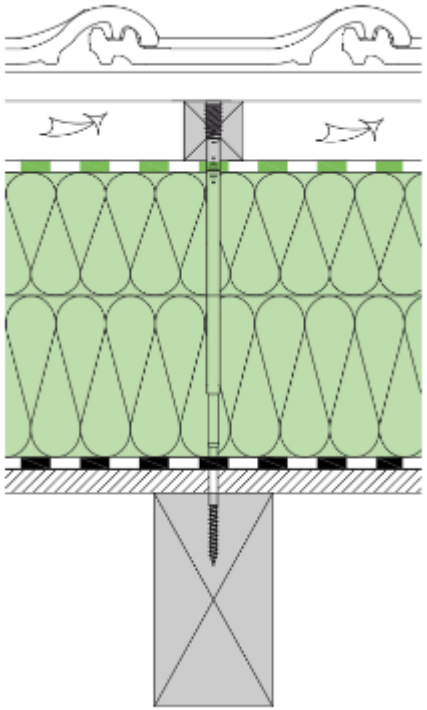


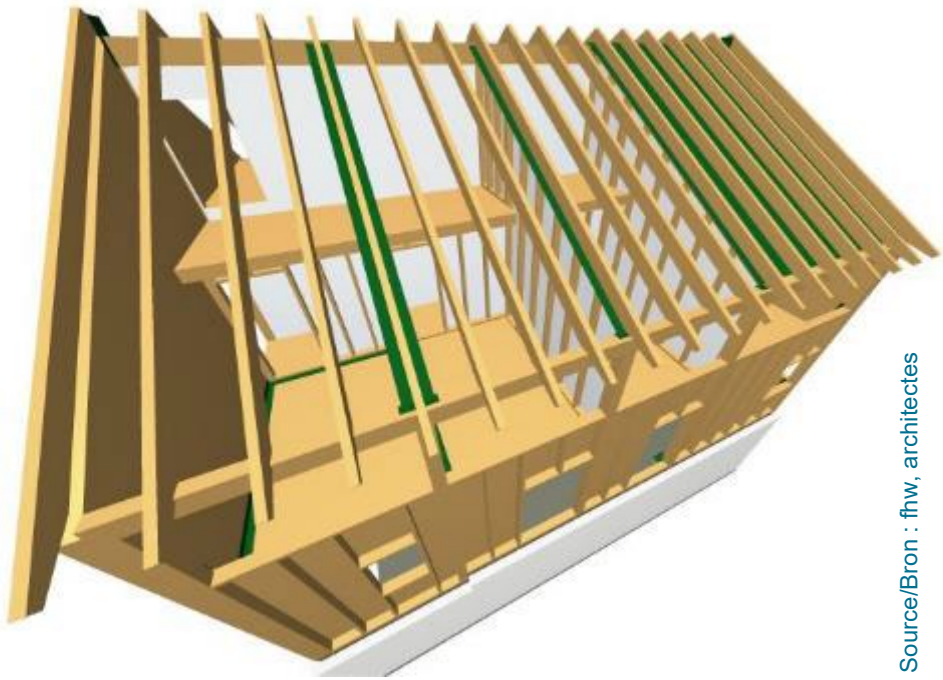


ETANCHEITE A L'AIR – OB

Assurer la continuité

- Au droit des obstacles (parois intérieures, pannes de toiture, appuis périphériques de planchers, ouvertures de baies…) > lés en attente





Source/Bron : fhw, architectes

ETANCHEITE A L'AIR – OB

Couche d'installation

- Protège (à terme) l'étanchéité à l'air
- Epaisseur variable (selon éléments à intégrer)

⇨ **Attention, 6cm min pour intégrer des boites électriques pour parois creuses**

- Lisses verticales (convention en électricité) ou horizontales
- Epaisseur d'isolation complémentaire éventuelle (attention insufflation plus difficilement réalisable – épaisseur minimale de 8 cm)



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

PAROIS

- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- **Inertie thermique**
- Isolation acoustique
- Diffusion de vapeur d'eau
- Etanchéité à l'eau

DETAILS CONSTRUCTIFS

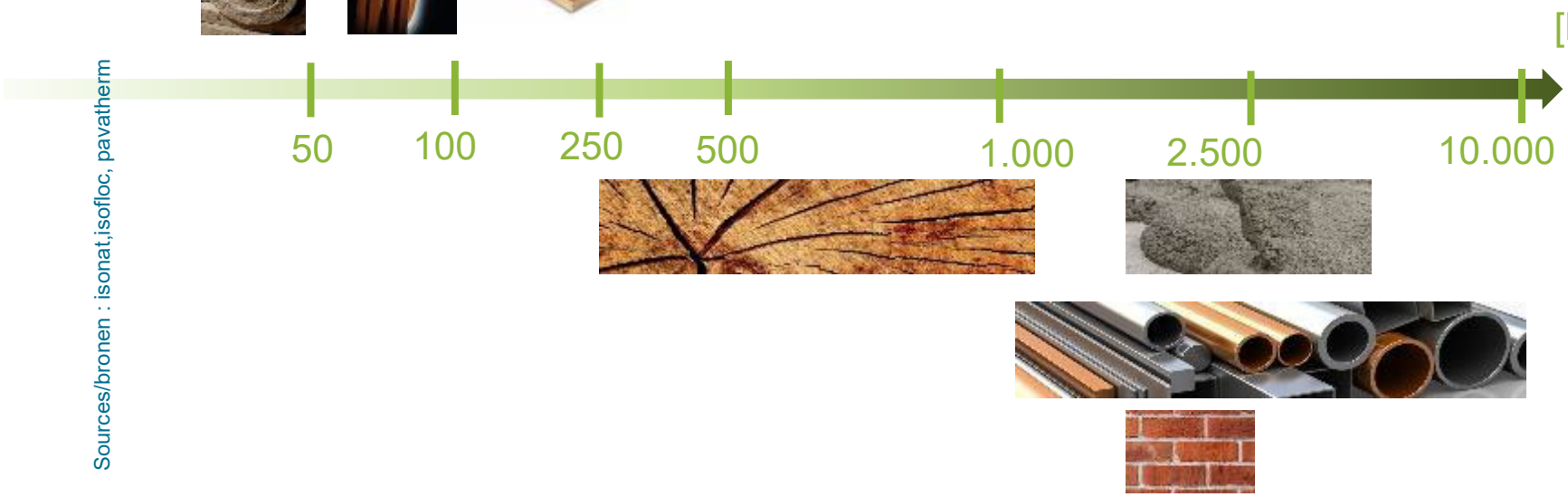
EXEMPLES

Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

INERTIE THERMIQUE – Notions théoriques

Masse volumique





Sources/bronen : isonat,isofloc, pavatherm

INERTIE THERMIQUE – Notions théoriques

Constante de temps (inertie thermique)

⇨ **Attention souvent assimilé au déphasage ! = sur une journée !**

$$\tau = \frac{e}{\lambda} \times C_p.e = \frac{e^2 C_p}{\lambda}$$

$$C_r = \frac{e^2 C_p}{\lambda \times 24}$$

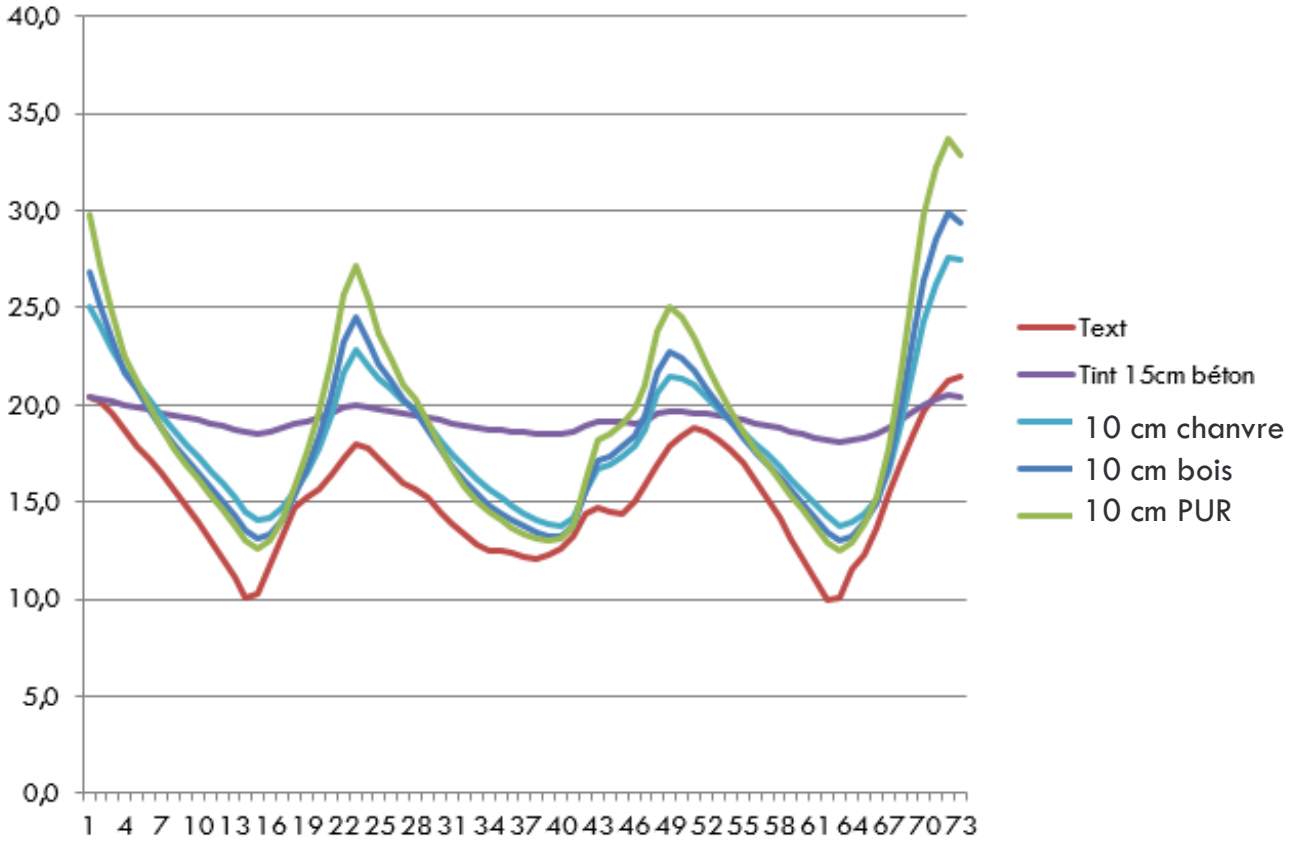
$$\Phi = 1,772\sqrt{C_r}$$

	Conductivité thermique	Densité	Chaleur spécifique	Ep.	Constante de temps	Déphasage
	[W/mK]	[kg/m³]	[J/kg.K]	[m]	[s]	[h]
Verre	0,870	2480	720	0,03	187,15	4,80
Brique	0,840	1.800	840	0,09	1477,25	13,49
Béton	2,100	2.400	880	0,15	2292,74	16,81
Aluminium	237,000	2.700	900	0,005	0,025	0,05
Bois	0,130	750	2.000	0,02	467,63	7,59
Chanvre	0,040	40	1.800	0,1	1823,77	14,99
Fibre bois	0,040	67	2.400	0,1	4073,09	22,40
LM	0,035	59	1.030	0,1	1759,21	14,72
Polystyrène	0,028	26	1.450	0,1	1364,21	12,96
PUR	0,025	30	1.300	0,1	1580,60	13,95
Eau	0,600	1.000	4.186	0,1	7068,81	29,52
Air	0,026	1	1.004	0,1	50,47	2,49

INERTIE THERMIQUE – Notions théoriques

Influence du choix d'un matériau de finition intérieure sur le comportement en température d'un local

- Résultats de simulations dynamiques



INERTIE THERMIQUE – Notions théoriques

Le bois a une inertie thermique plus faible

- Avantages
  - Possibilité de chauffer plus rapidement
  - Impression de chaleur plus grande (paroi froide)

- Inconvénients
  - Pics de températures intérieures (comportement plus sinusoïdal)

INERTIE THERMIQUE – Notions théoriques

Le bois a une inertie thermique plus faible

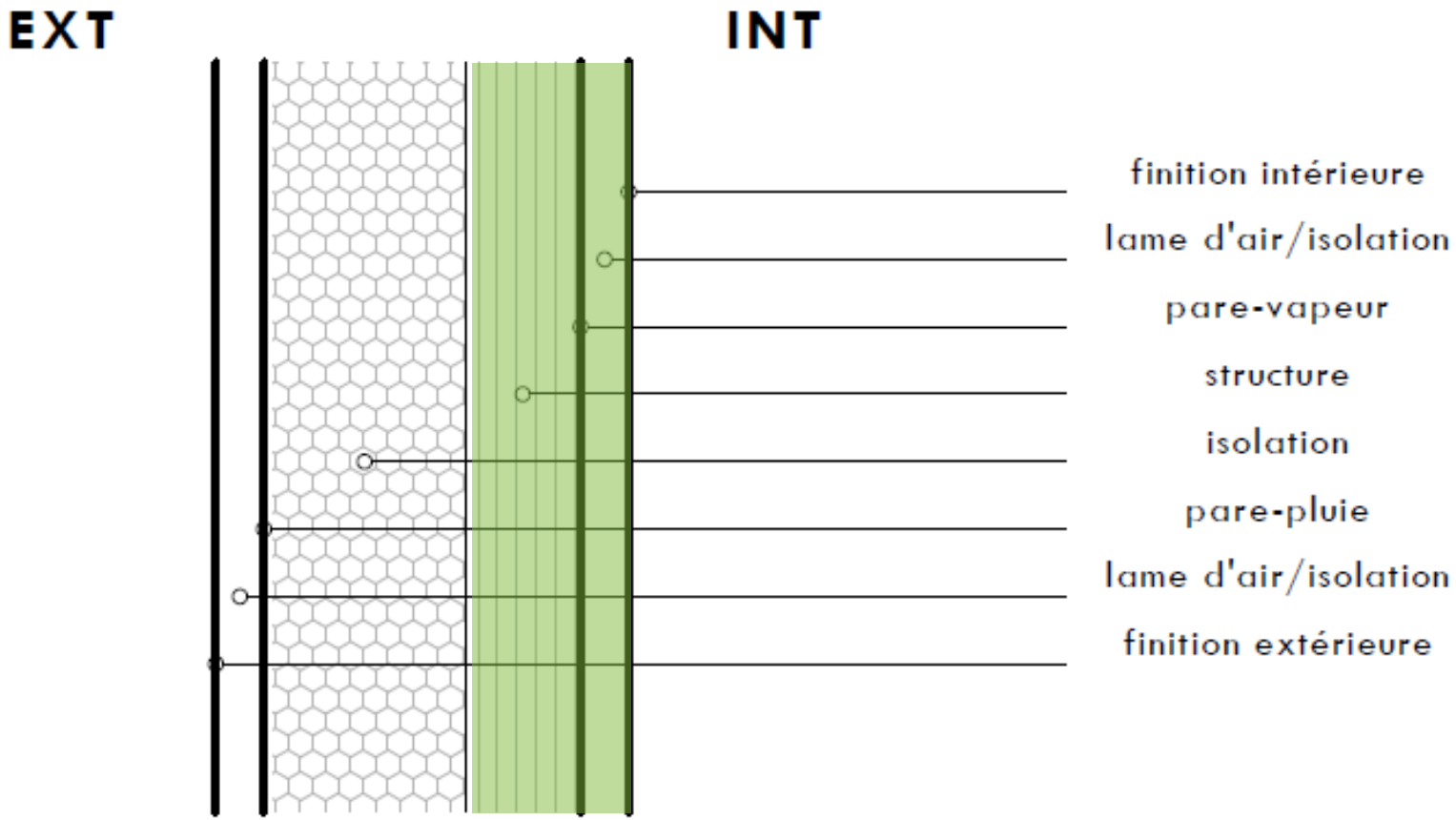
- Quelles solutions ?
  - Possibilité de retrouver de l'inertie au niveau des autres parois (murs intérieurs/planchers)
  - Penser aux systèmes mixtes

    ⇨ **Il faut relativiser: % de mur en façade avant par rapport au % de fenêtres**



INERTIE THERMIQUE – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



INERTIE THERMIQUE – OB

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?

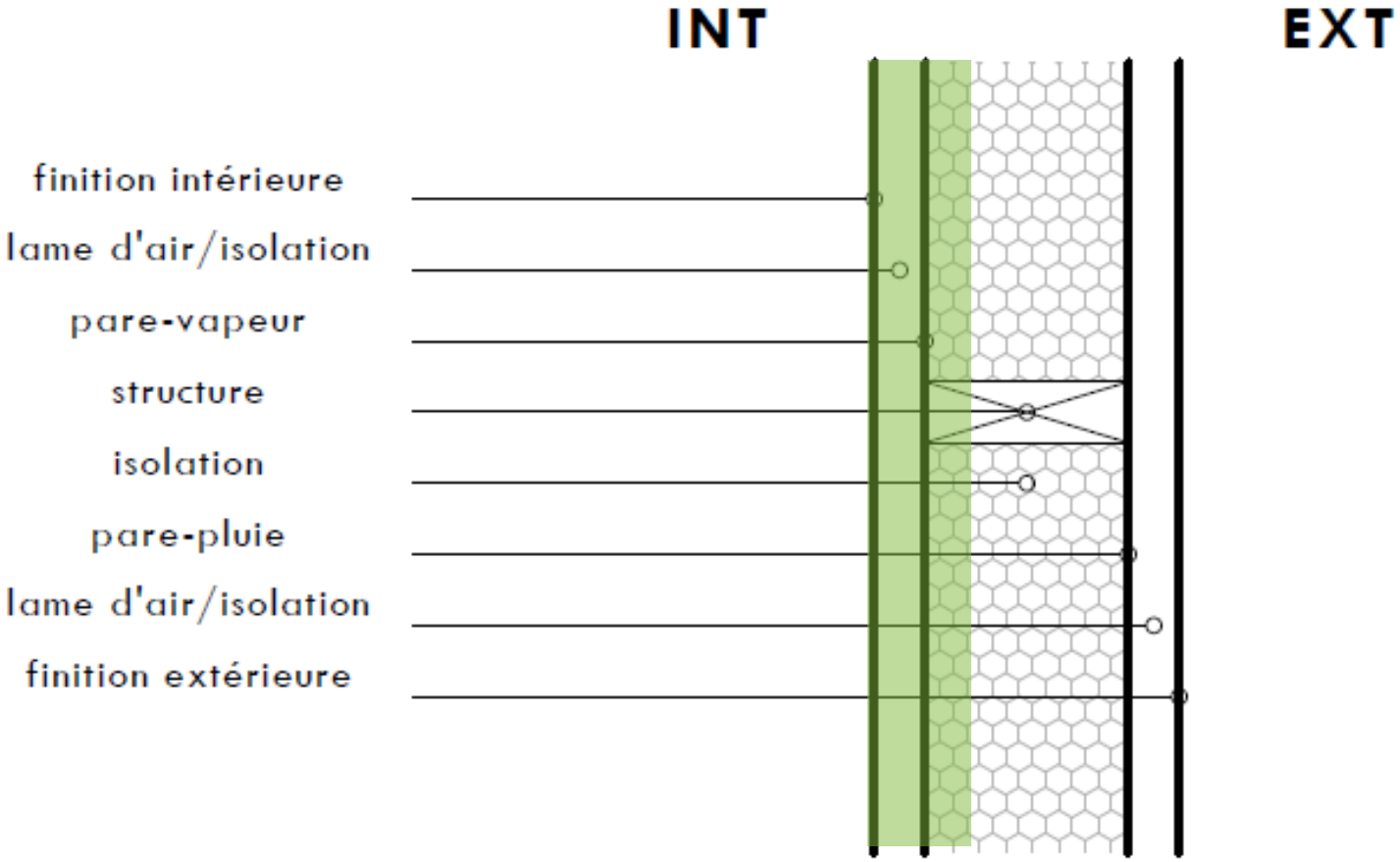


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

PAROIS

- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- Inertie thermique
- **Isolation acoustique**
- Diffusion de vapeur d'eau
- Etanchéité à l'eau

DETAILS CONSTRUCTIFS

EXEMPLES

Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

L'acoustique est une science complexe !

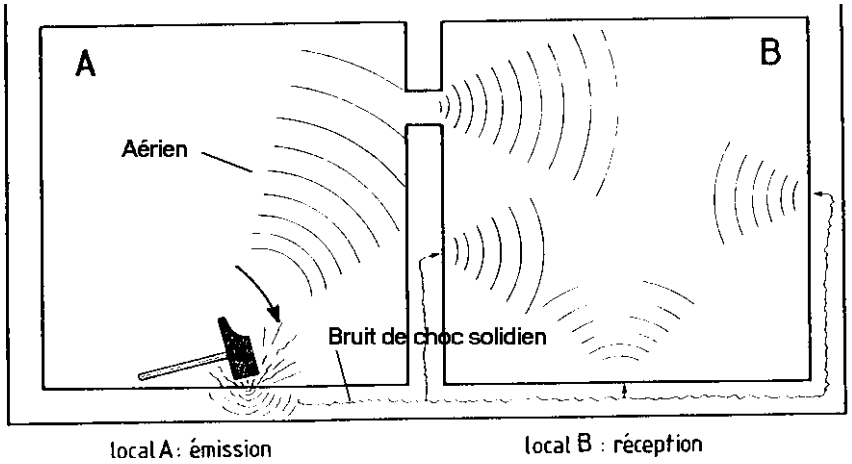
Les comportements ne sont pas linéaires comme en thermique (influence des surfaces, des volumes…)
⇒ des principes à respecter mais pas de garanties

L'atteinte des performances est très dépendante de la mise en œuvre

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

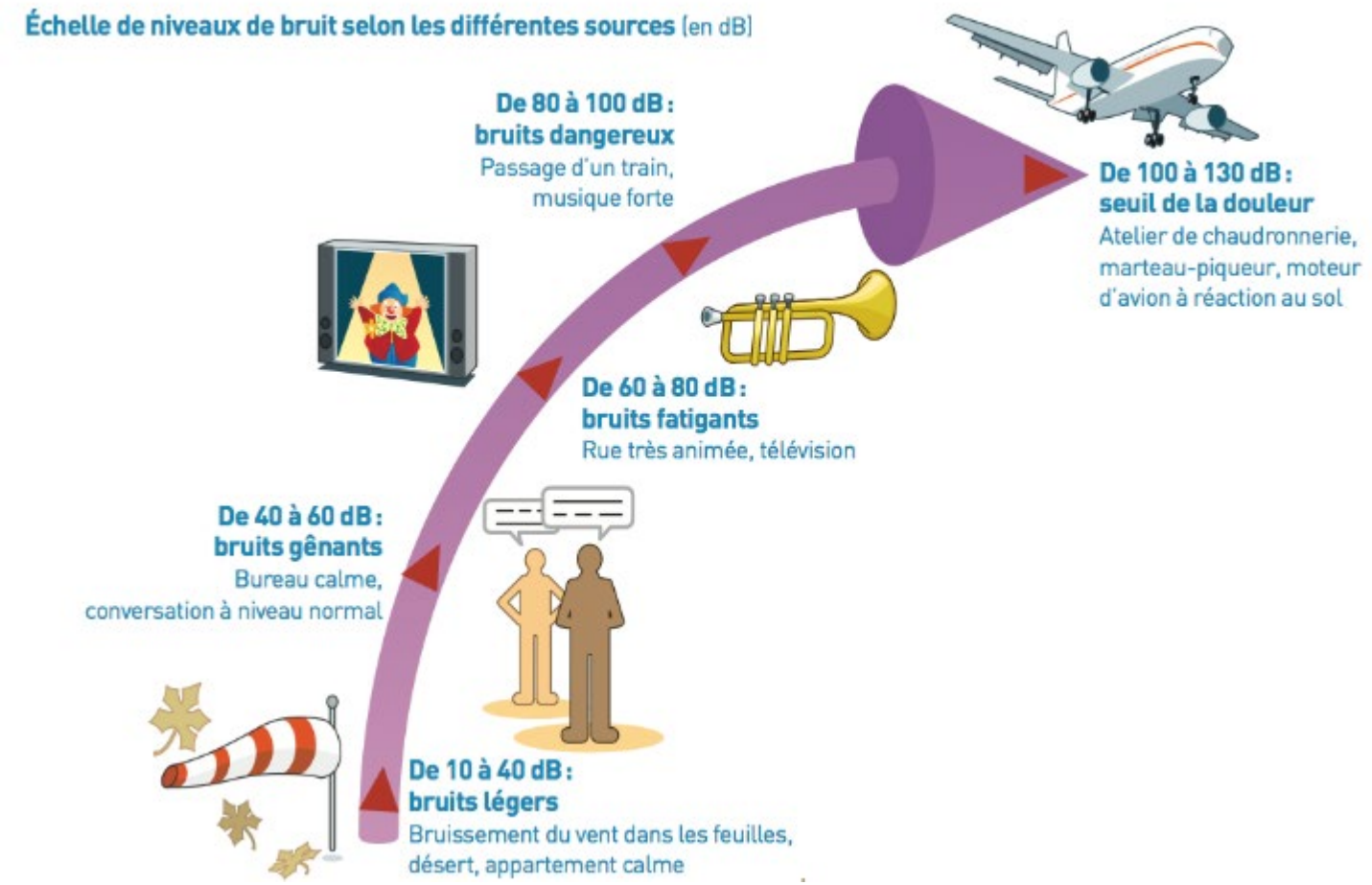
Définitions

- Deux types de bruits
  - bruits aériens
  - bruits de choc
- « L » désigne un niveau de bruit [dB]
- « R » désigne une résistance à la diffusion [dB]
- Indice « t » > bruits intérieurs
- Indice « tr » > bruits extérieurs (trafic)



ACOUSTIQUE – Notions théoriques

Niveaux de bruits



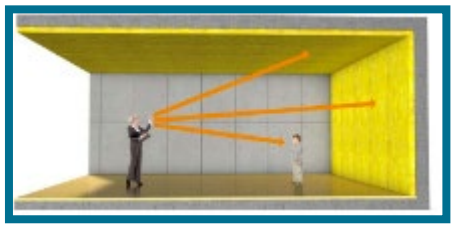
Source/Bron : ISOVER

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

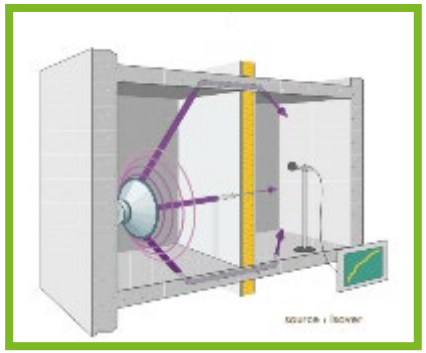
Grands principes

Correction acoustique

Isolation acoustique



Source/Bron : Bruxelles Environnement Brussels



Source/Bron : ISOVER

Réflexion

Absorption

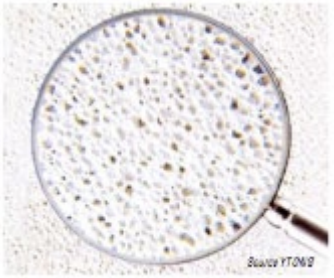
Transmission

Grands principes

- Effet masse

  ⇨ **Plus un matériau est dense/lourd, plus il isole acoustiquement**

$R_w = 44dB$



$R_w = 48dB$



$R_w = 50dB$



$R_w = 54dB$

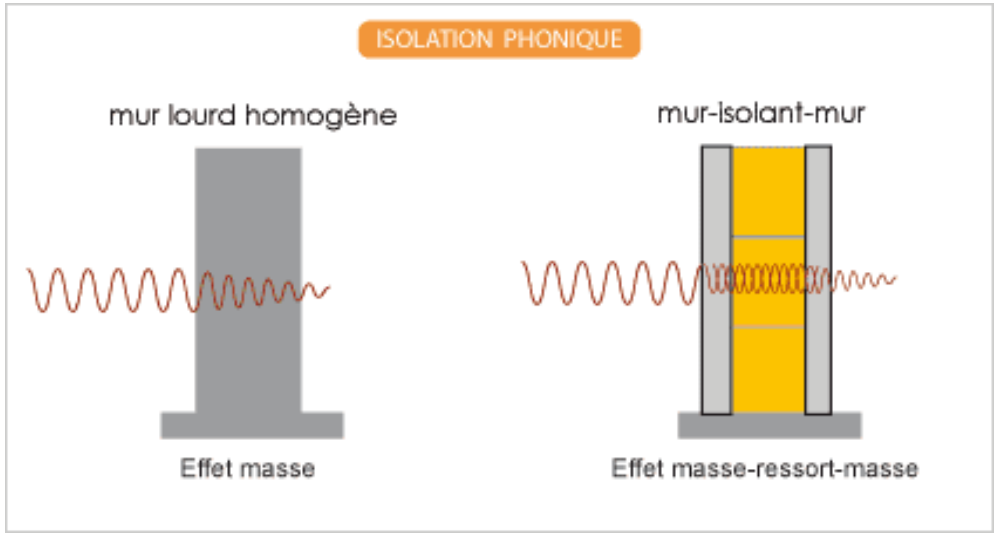


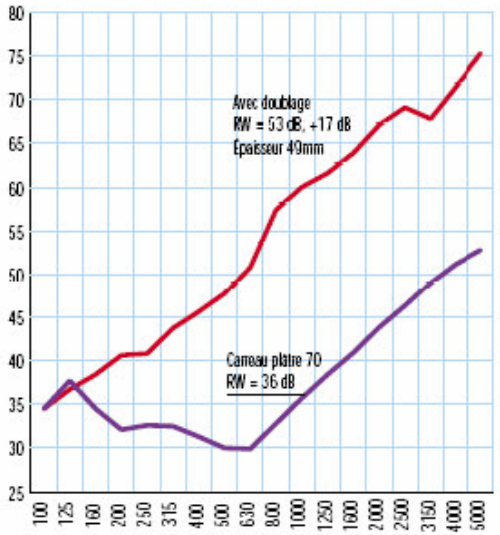
⇨ **Le bois possède un masse 10x moindre que la maçonnerie**

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

Grands principes

- Effet masse-ressort-masse





- Addition de deux sons identiques = + 3dB
- En conception : Toujours comparer deux compositions/situations !

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

Grands principes

- Pour absorber différentes longueurs d'ondes, jouer sur les masses
- Murs: ossatures alternées ou dédoublées remplies de laine
- Planchers : systèmes flottants et/ou désolidarisés

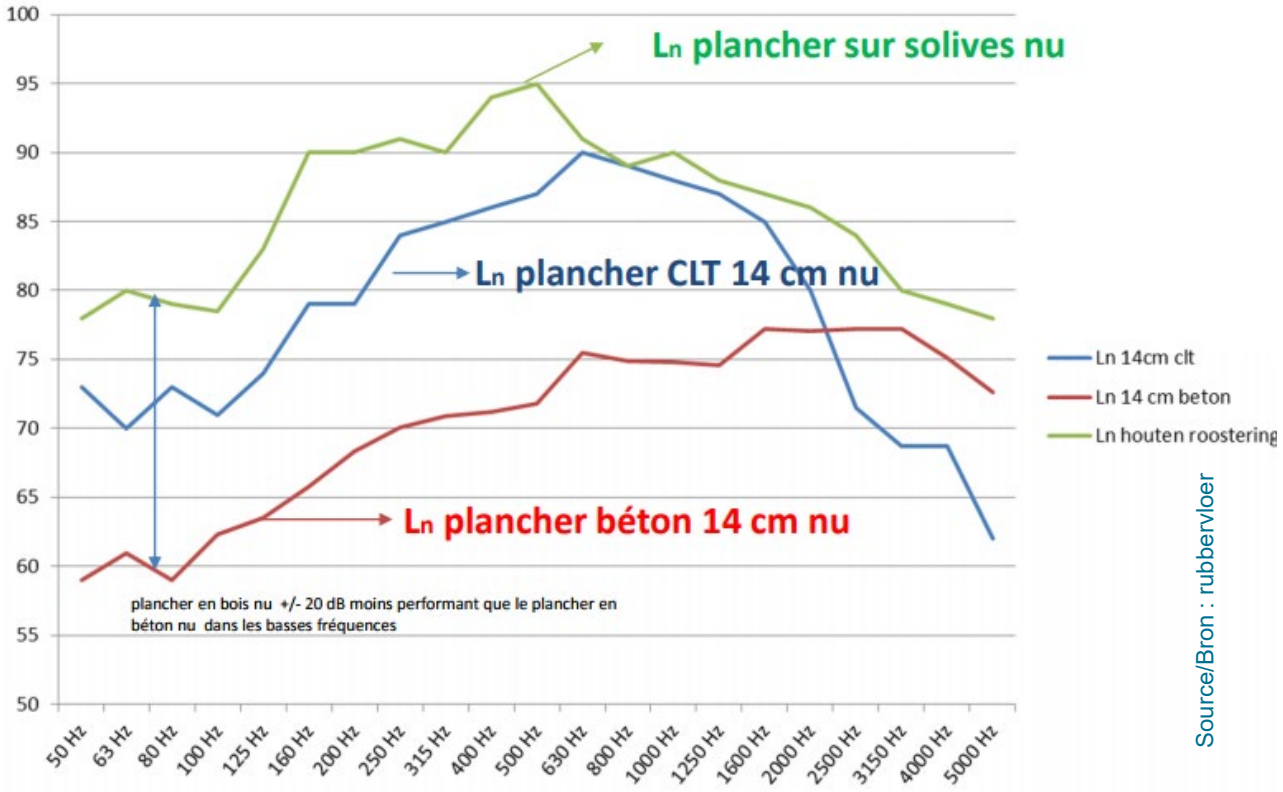
Attention à la qualité de la mise en œuvre !
Ponts acoustiques plus prépondérants qu'en thermique

Techniques délicates mais permettent d'atteindre des niveaux de confort normal (54 dB) voir supérieur (58 dB) si traitement des parois latérales adjacentes (verticales et horizontales)

Grands principes

- Planchers: les bruits de choc doivent être atténués avant d'atteindre la structure

⇨ **systèmes flottants**



Source/Bron : rubbervloer

Grands principes

- Planchers: les bruits de choc doivent être atténués avant d'atteindre la structure

⇨ **systèmes flottants**



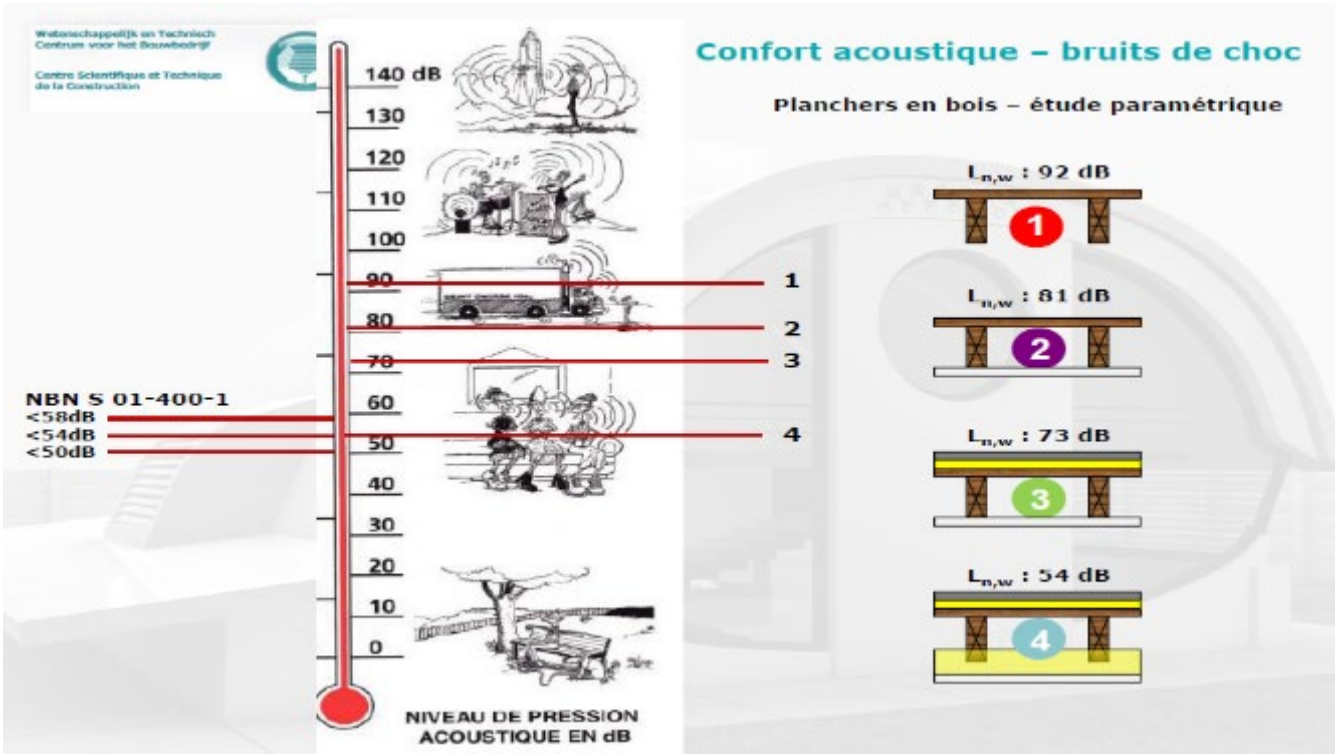
Source/Bron : CSTC/WTCB

ACOUSTIQUE – Notions théoriques

Grands principes

- Planchers: les bruits de choc doivent être atténués avant d'atteindre la structure

⇨ **systèmes flottants**



Source/Bron : CSTC/WTCB

Grands principes

- Planchers: les bruits de choc doivent être atténués avant d'atteindre la structure

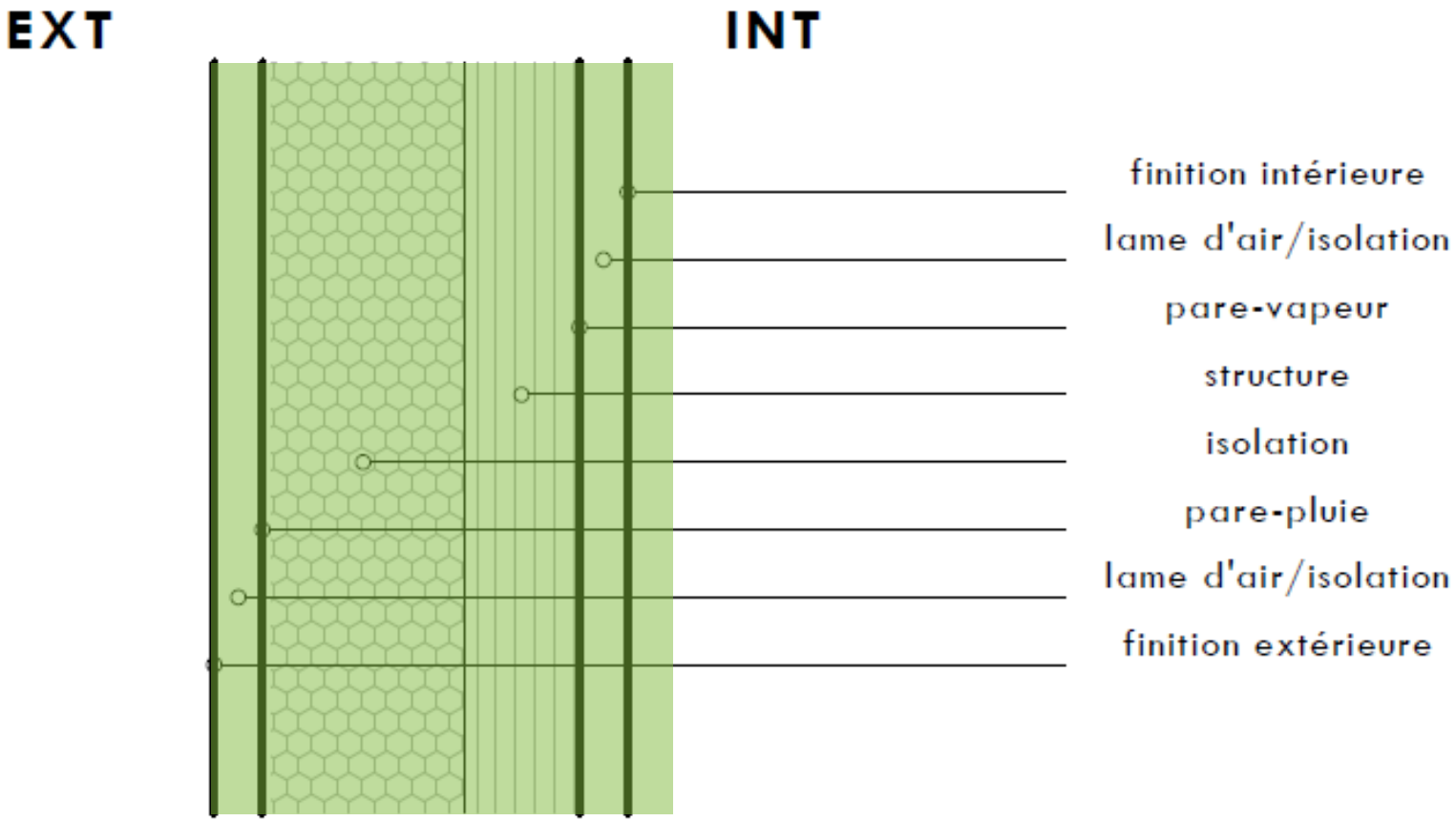
⇨ **systèmes désolidarisés**



Source/Bron : CSTC/WTCB

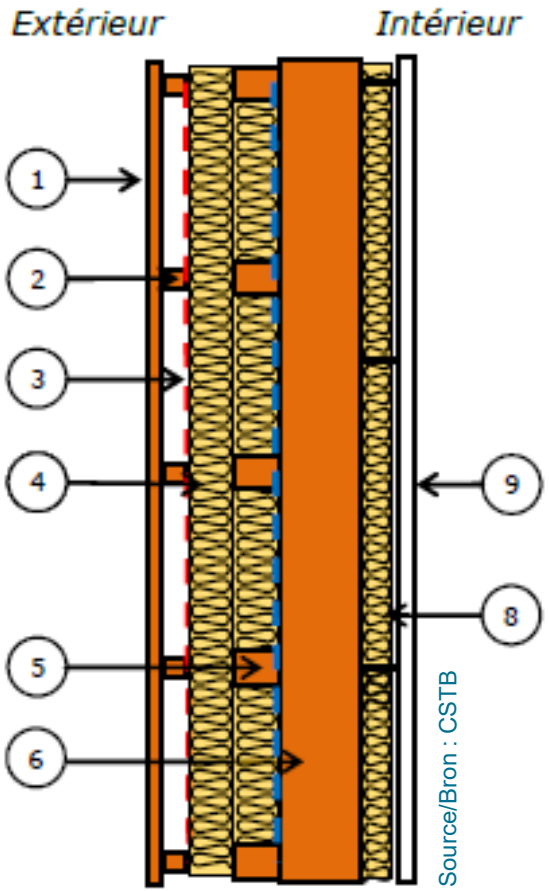
ACOUSTIQUE – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



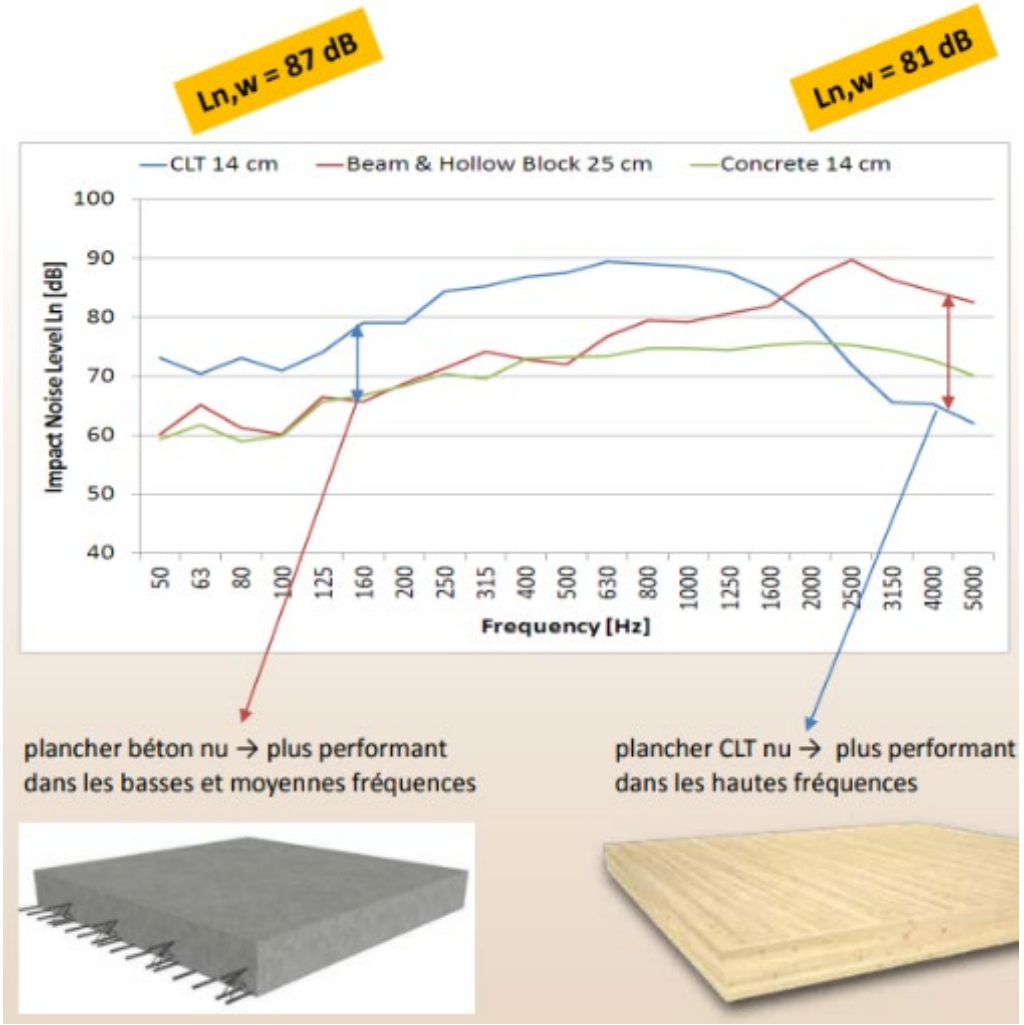
ACOUSTIQUE – BM

$[Rw + Ctr]_{base}$ = 39 dB



ACOUSTIQUE – BM

Concrètement ?



Source/Bron : rubbervloer

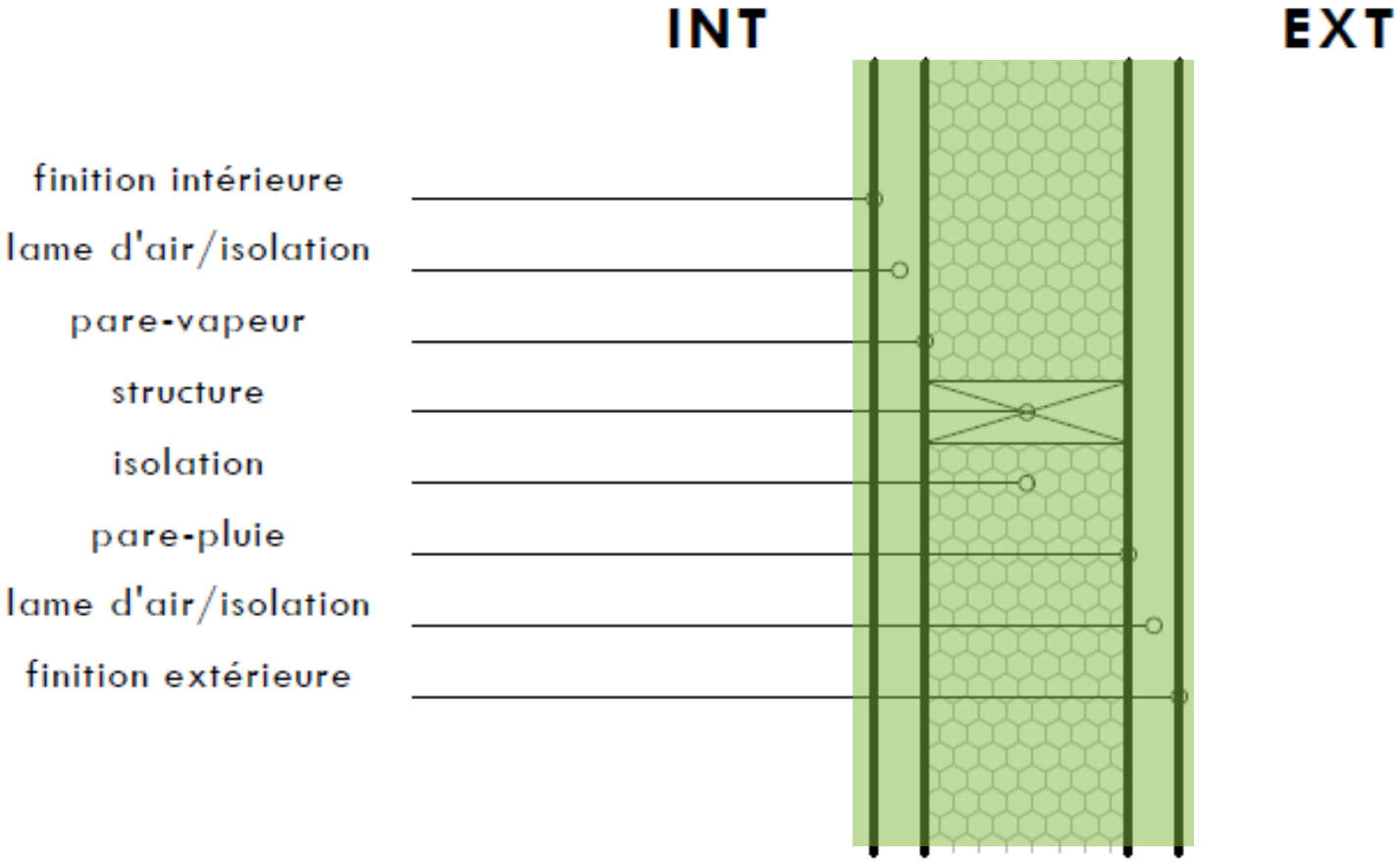
ACOUSTIQUE – BM

Concrètement ?

- Pas de données non commerciales
- *« Les caractéristiques et techniques d'isolation acoustique permettent une atténuation jusqu'à 72dB(A). L'absence de bruits de craquements, grâce à la rigidité bidimensionnelle indéformable du panneau en bois massif lamellé collé croisé, est un avantage indéniable par rapport à d'autres techniques de construction en bois. »*

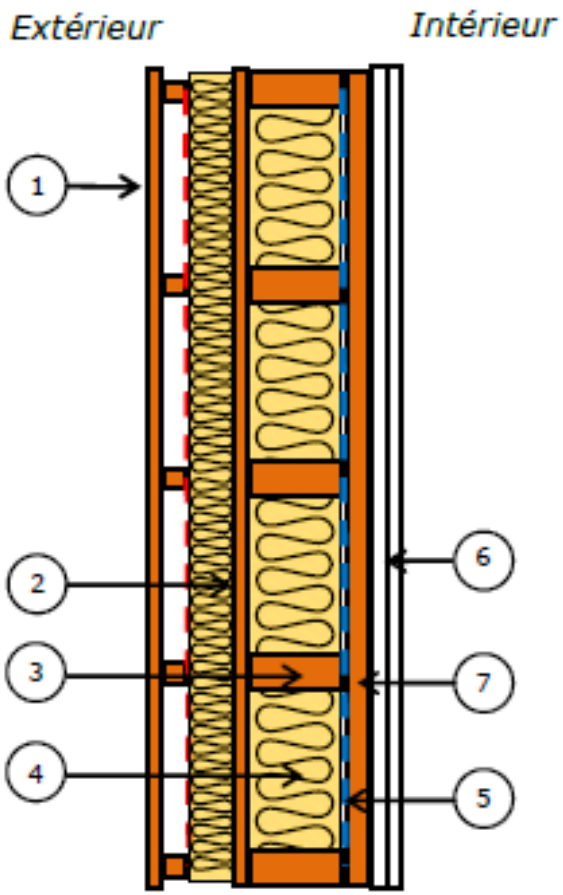
  (source: fabricant de CLT)

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?

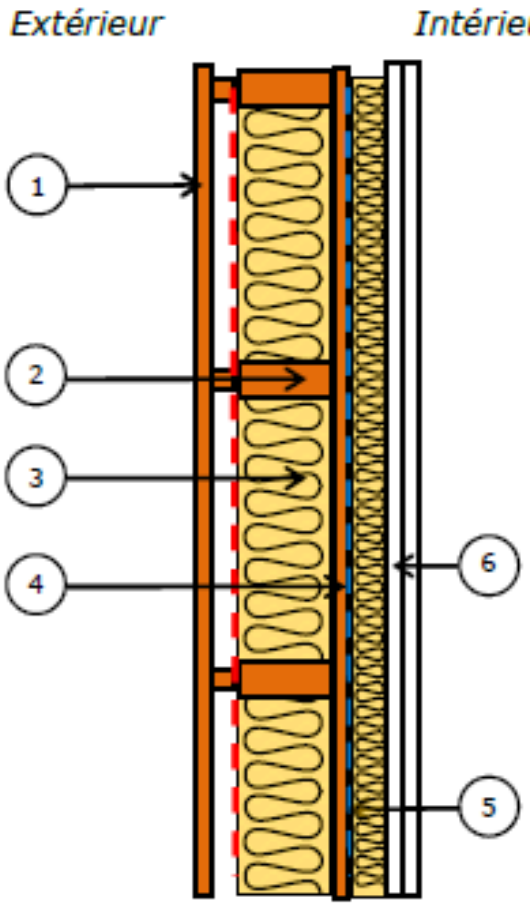


ACOUSTIQUE – OB

$[Rw + Ctr]_{base}$ = 36 dB



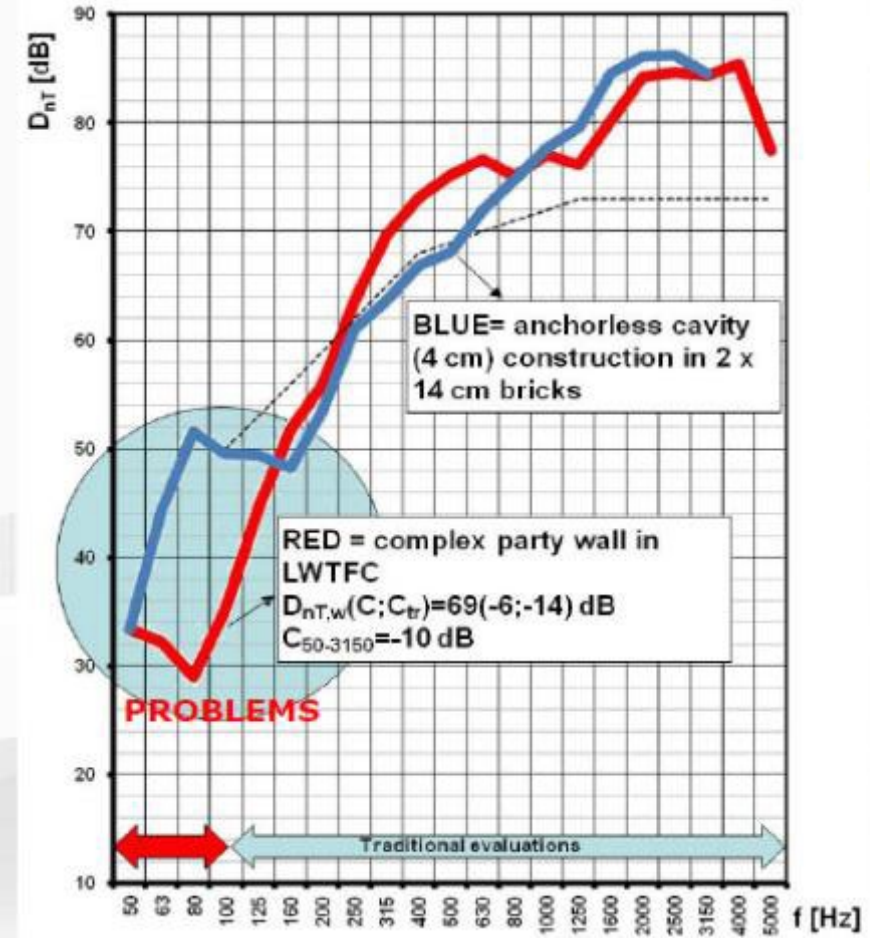
$[Rw + Ctr]_{base}$ = 35 dB



Source/Bron : CSTB

Vue en coupe horizontale

Effet de la suppression du panneau intérieur

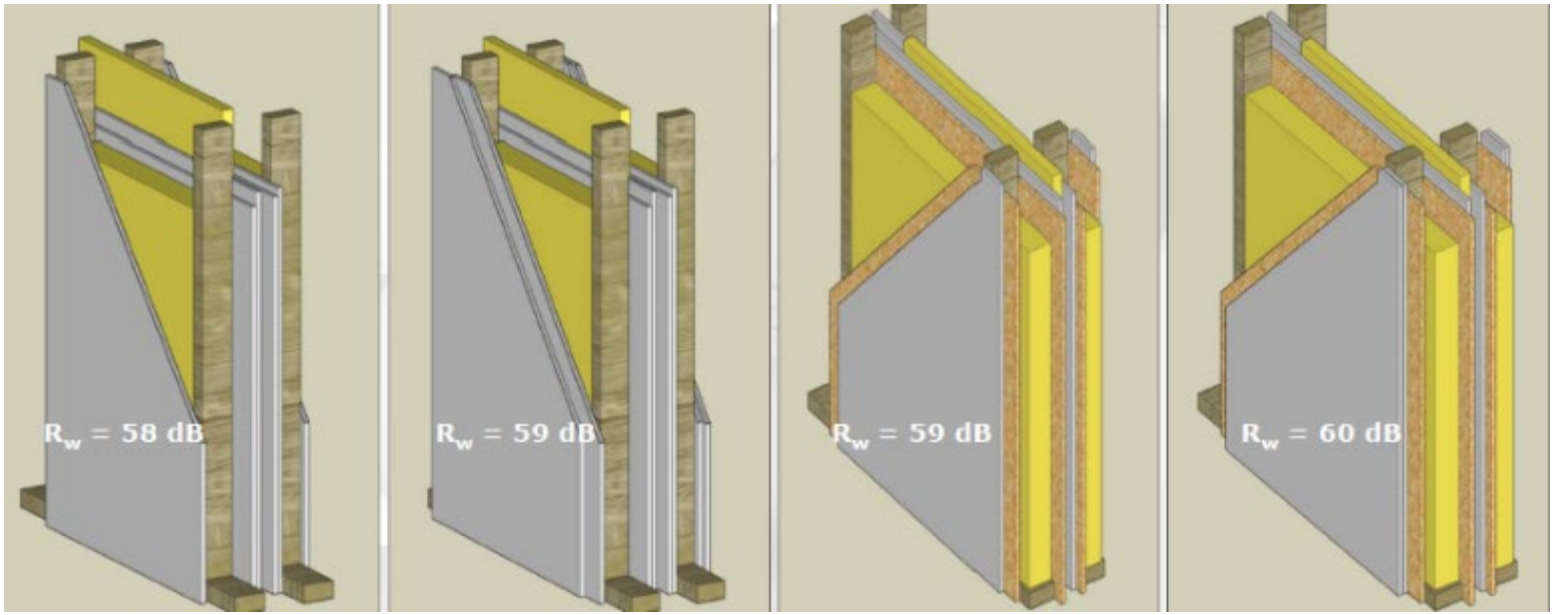




Source/Bron : CSTC/WTCB

Cloisons intérieures

- performances très intéressantes possibles



Source/Bron : CSTC/WTCB

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

PAROIS

- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- Inertie thermique
- Isolation acoustique
- **Diffusion de vapeur d'eau**
- Etanchéité à l'eau

DETAILS CONSTRUCTIFS

EXEMPLES

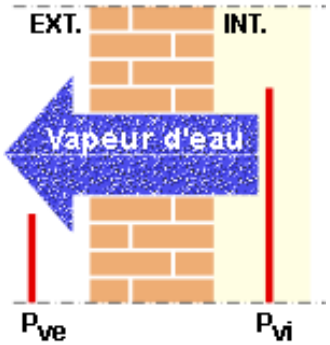
Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

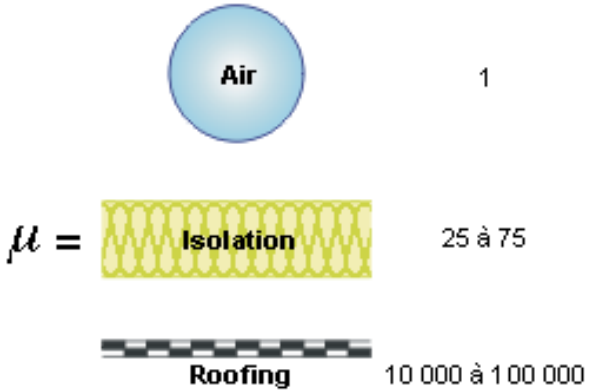
DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

- Imperméabilité (au sens général du terme) = étanchéité ☞ pas de passage (d'eau notamment)

- Perméance = quantité de vapeur d'eau qui peut traverser une surface de paroi par unité de temps sous une différence de pression donnée
  - principalement utilisé pour parler de l'air
  - [kg/m².s.Pa] ou [g/m².h.mmHg]

- **Résistance à la diffusion de vapeur d'eau** = inverse de la perméance
  - détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau
  - μ[-] ou [m².s.Pa/kg] ou … ou …





DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

- μ : facteur de résistance à la diffusion de vapeur – (-)
- μ_d : résistance à la diffusion de vapeur d'une couche – (m)

  ⇨ **$\mu_d = \mu \times d$ (pour une couche homogène)**

- μ_{dT} : résistance à la diffusion de vapeur d'un fragment d'enveloppe (μdT) – (m)

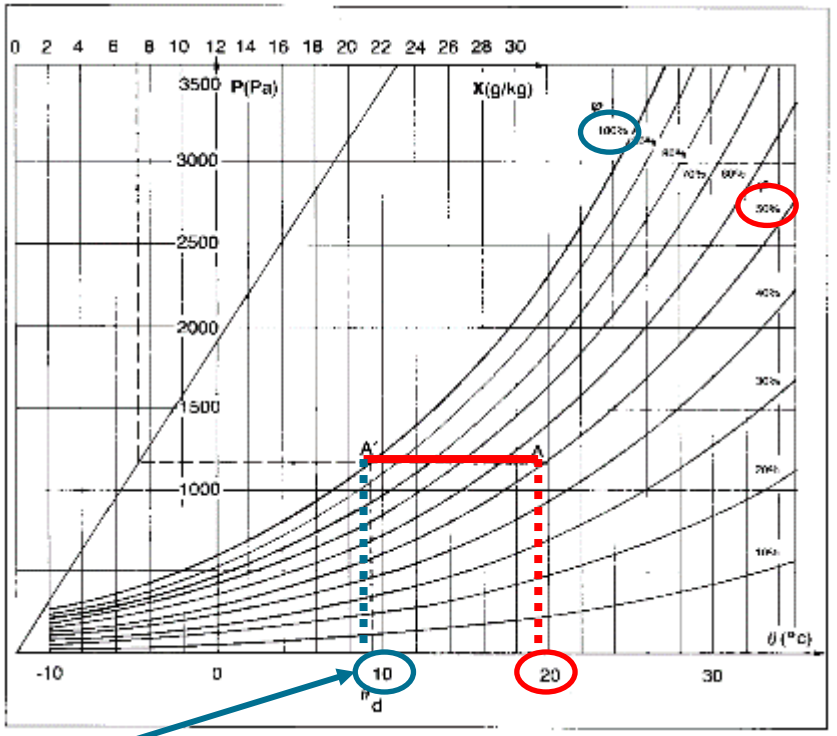
  ⇨ **$\mu_{dT} = \mu_{dsi} + \sum \mu_{di} + \mu_{dse}$**

  - $\sum \mu_{di}$: somme de la résistance à la diffusion de vapeur des couches d'isolation
  - $\mu_{di} + \mu_{dse}$: résistances de transition de surface

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

Condensation

- L'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau que l'air froid
- Quand l'air chaud se refroidit, l'humidité relative de l'air augmente
- En cas de dépassement de la température de point de rosée, la vapeur d'eau se condense



température de point de rosée

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

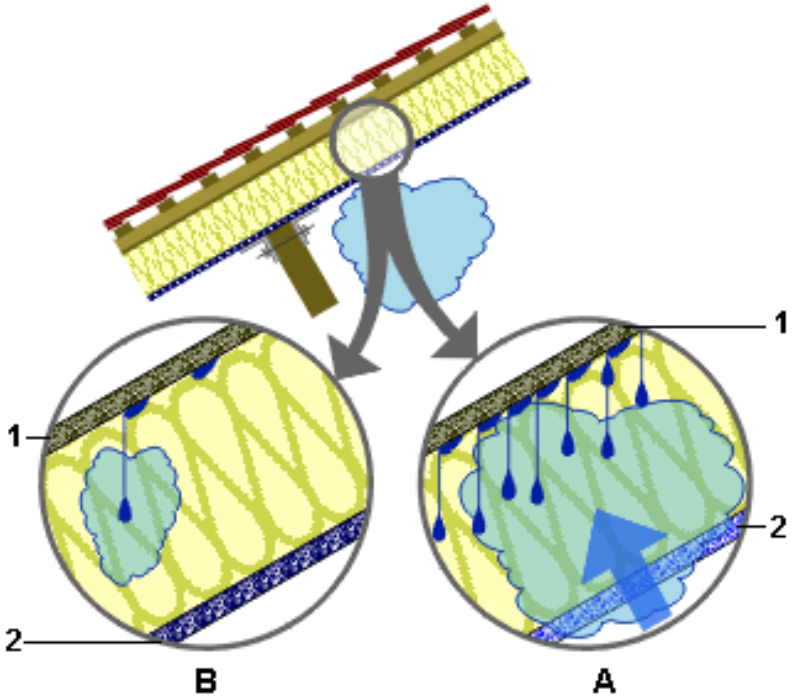
Condensation superficielle

- Condensation de vapeur d'eau contre une surface froide
- Fonction de l'humidité relative instantanée au droit d'une surface intérieure (HRsi < 100%)
- Facteur température > 0,7
  - Important dans les nœuds constructifs > permet de vérifier si condensation superficielle

⇨ **f = (Tsi – Te) / (Ti – Te)**

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

Condensation interne



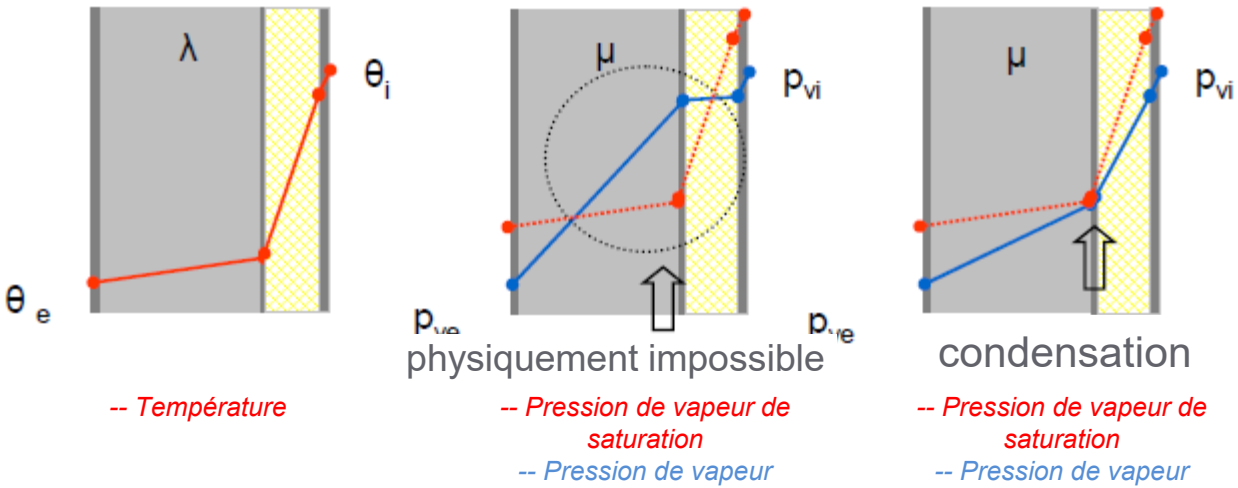
Source/bron : energie+

Principe constructif : de plus en plus ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

Condensation interne

- Condensation de vapeur d'eau dans la construction
  - Par diffusion de vapeur par les couches constituant la construction
  - Par écoulement d'air intérieur par des fentes autorisant le passage d'air
  - Par la présence d'humidité de construction



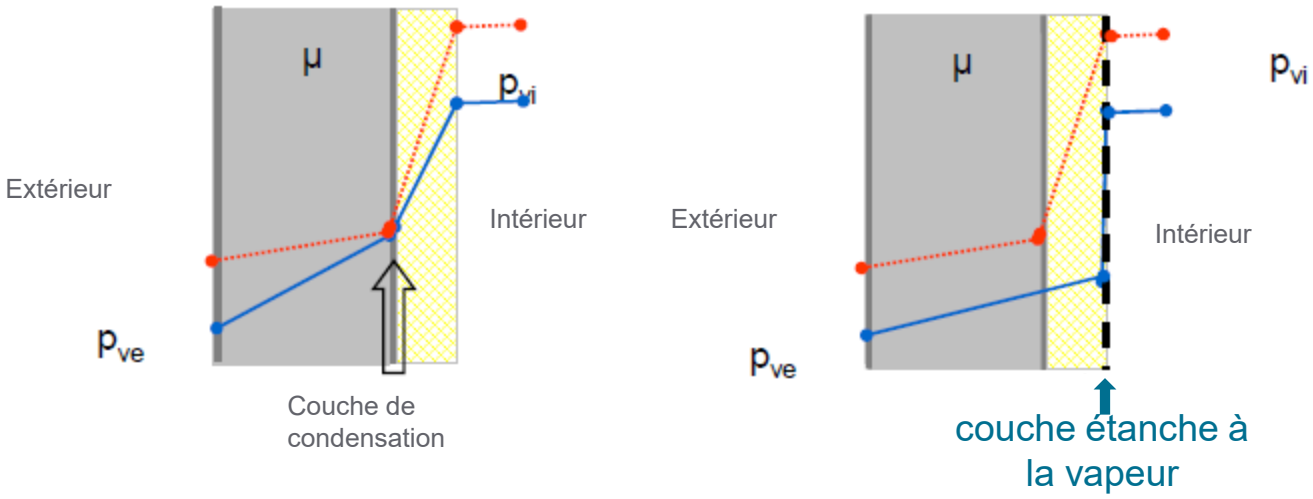
Source/bron : Module 3 – Formation conseiller PEB Bruxelles Environnement Brussels

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – Notions théoriques

Condensation interne

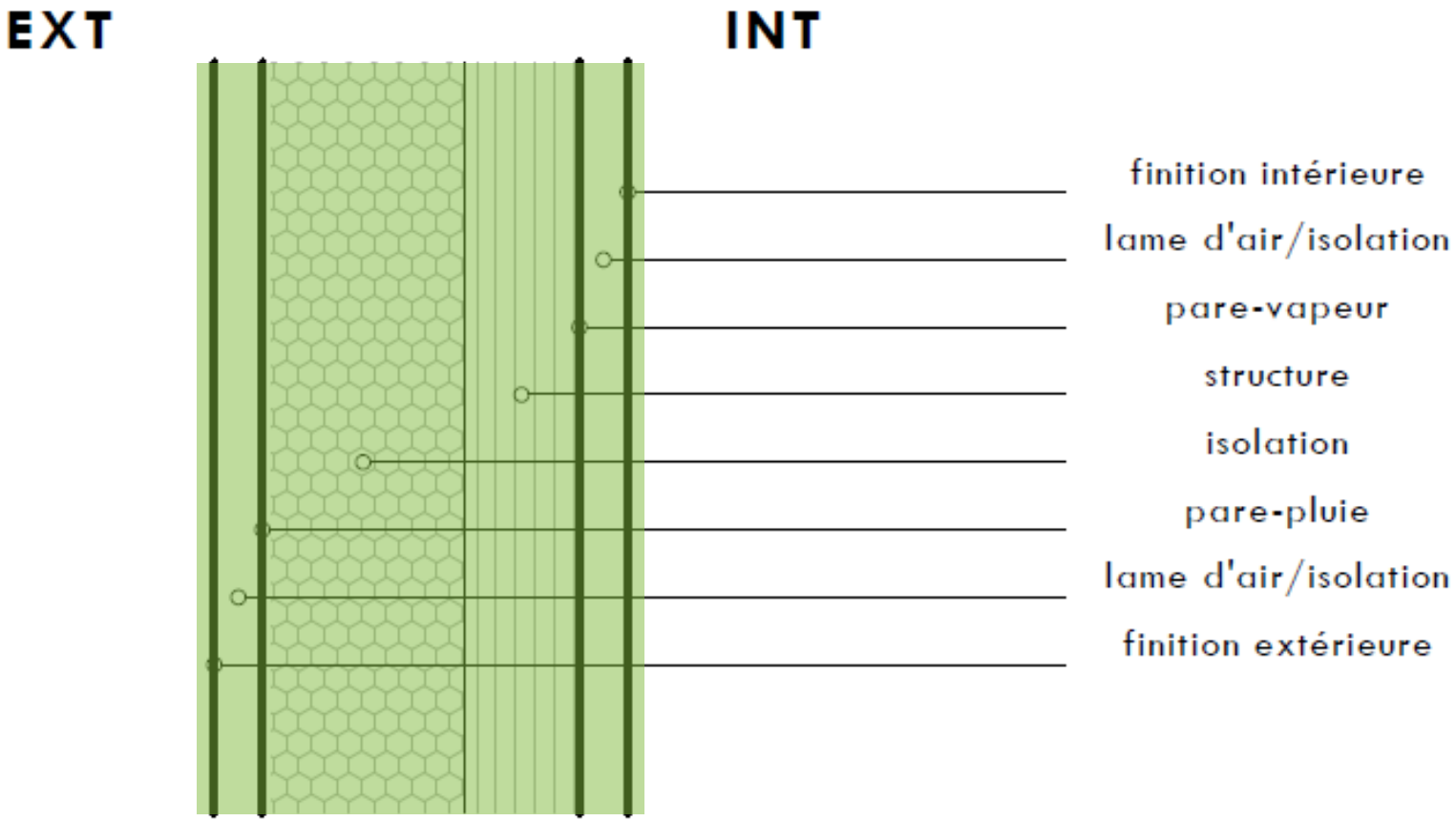
- Problématique lorsque l'accumulation d'humidité dépasse une valeur critique

- Importance de la présence d'un pare-vapeur et d'une étanchéité à l'air (continus)
  - Couche la plus isolante et la plus ouverte à la vapeur > côté froid
  - Couche la moins isolante et la plus étanche à la vapeur > côté chaud



DIFFUSION VAPEUR D'EAU – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – BM

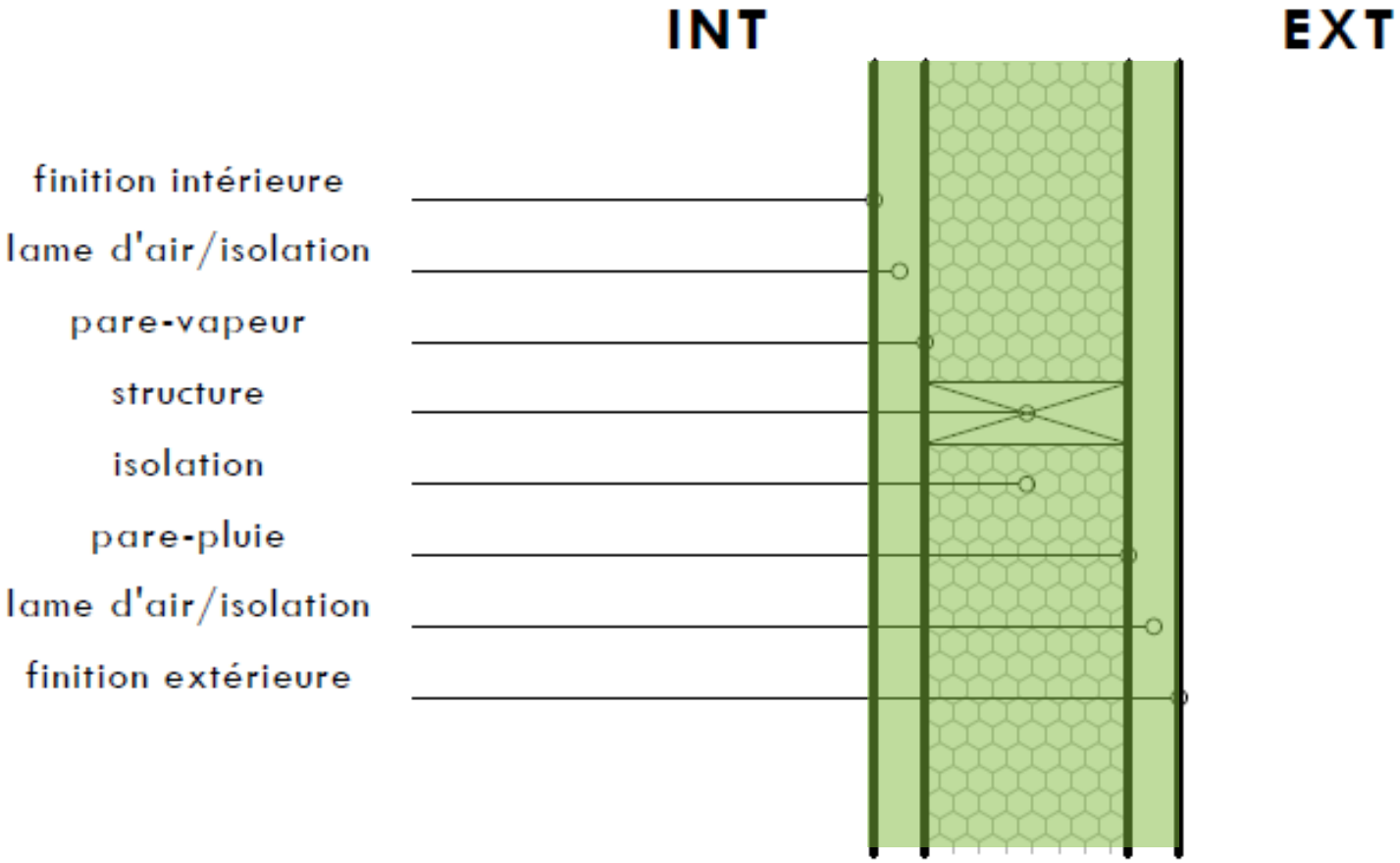
- Pas de données non commerciales
  - « *Un panneau CLT à trois plis présente la même valeur s_d qu'un bois massif en épicéa de la même épaisseur.* »
  - « *La valeur μ du joint collé diminue sensiblement dans des conditions de climat d'essai humide. Des volumes poreux se forment dans la couche d'adhésif et des contacts capillaires apparaissent entre le bois de bout et le bois longitudinal. Comparé à des conditions de climat sec, ceci permet donc par climat humide de bénéficier d'un échange d'humidité plus rapide. Ceci dépend toutefois de la colle employée ainsi que de l'humidité relative.* »

    (source: fabricant de CLT)

- Principe de diffusion (de plus en plus ouvert…)
  - plaque de plâtre armé : s_d = 0,273 m
  - panneau massif contrecollé : s_d = 3,9 m
  - isolation : s_d = 0,25 m
  - film plastique perméable à la diffusion : $s_d \leq$ 0,3 m

DIFFUSION VAPEUR D'EAU – OB

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – OB

- Principe constructif respecté
  - plaque de plâtre armé : s_d = 0,273 m
  - Lame d'air (ou isolation fibreuse) s_d = 0,04 m
  - Panneau OSB s_d = 5,5 m
  - Isolation (fibreuse) s_d = 0,25 m
  - Sous-toiture ouverte (fibre de bois, membrane) $s_d \leq$ 0,3 m

- Importance du revêtement extérieur (conserver la diffusion)

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – OB

Toiture compacte

- Délicat car la pénétration d'humidité est difficile à éviter

  ⇨ **Nécessité d'augmenter les possibilités d'assèchement**

  Plus la réserve d'assèchement d'une construction est élevée, plus la charge d'humidité imprévue peut être élevée, ce qui permet de préserver la construction d'un dommage

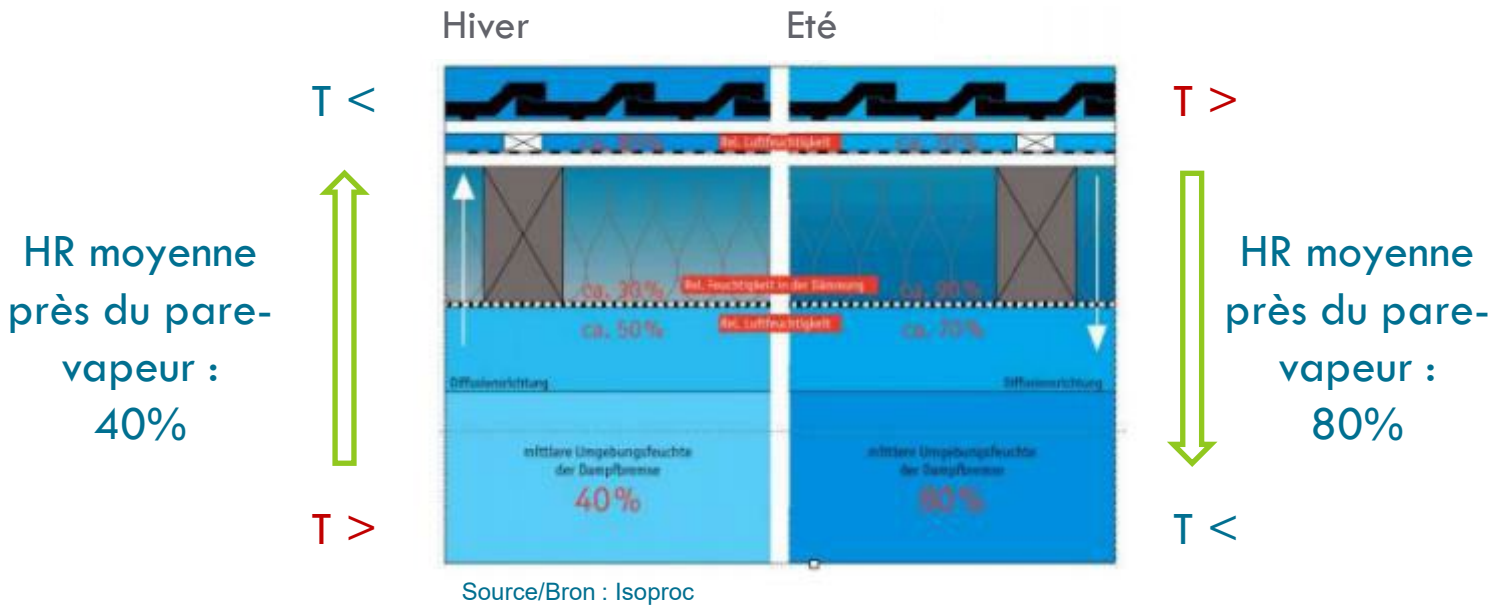
  - Peut se faire par augmentation de la température de surface de la toiture

- Autres paramètres importants
  - Capacité d'adsorption isolant
  - Propriétés du pare-vapeur

DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – OB

Toiture compacte

- Utilisation de pare-vapeur intelligents
  - Grande résistance à la diffusion en hiver ☞ Protection de la construction contre la condensation interne
  - Faible résistance à la diffusion en été ☞ Possibilité d'assèchement de l'humidité qui se trouve dans la construction vers l'intérieur

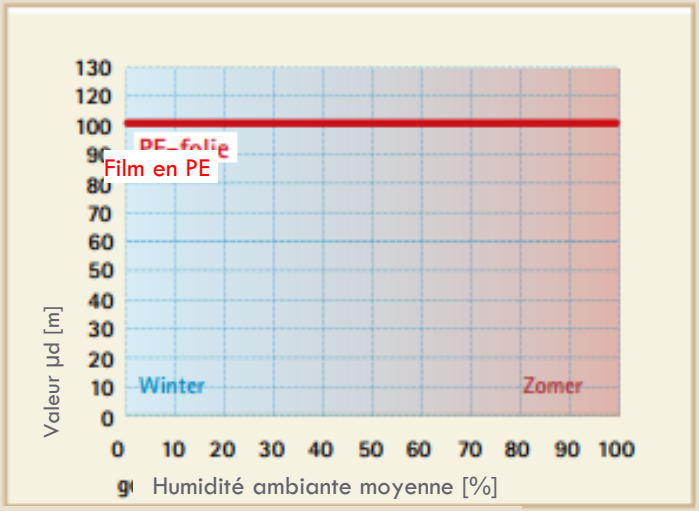


Source/Bron : Isoproc

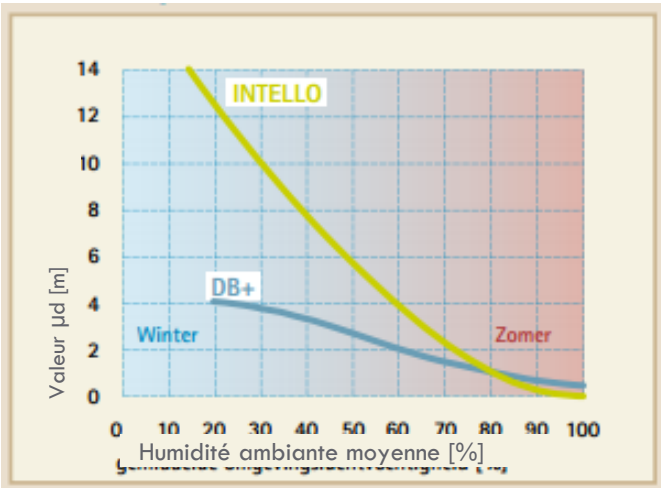
DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU – OB

Toiture compacte

- Utilisation de pare-vapeur intelligents
  - Grande résistance à la diffusion en hiver ☞ Protection de la construction contre la condensation interne
  - Faible résistance à la diffusion en été ☞ Possibilité d'assèchement de l'humidité qui se trouve dans la construction vers l'intérieur



Film en PE : pas de variabilité d'humidité



DB+ : Variabilité d'humidité moyenne
INTELLO : Grande variabilité d'humidité

INTRODUCTION

PAROIS

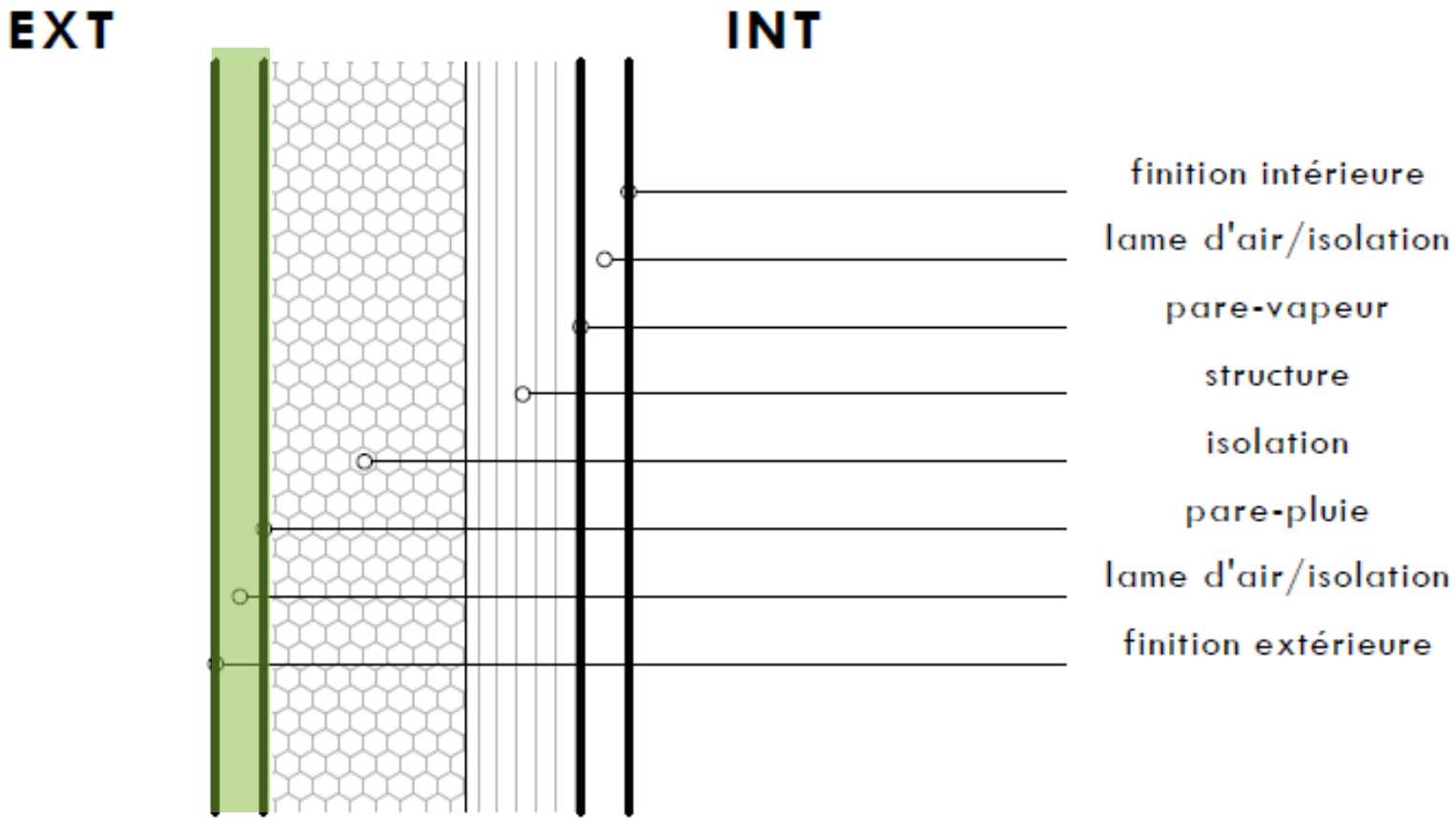
- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- Inertie thermique
- Isolation acoustique
- Diffusion de vapeur d'eau
- **Etanchéité à l'eau**

DETAILS CONSTRUCTIFS

Parois
valeurs U
composants
masse thermique accessible
composants
valeur s_d
étanchéité

ETANCHEITE A L'EAU – BM

Quel(s) élément(s) concerné(s) ?



ETANCHEITE A L'EAU – BM

Selon la finition extérieure…



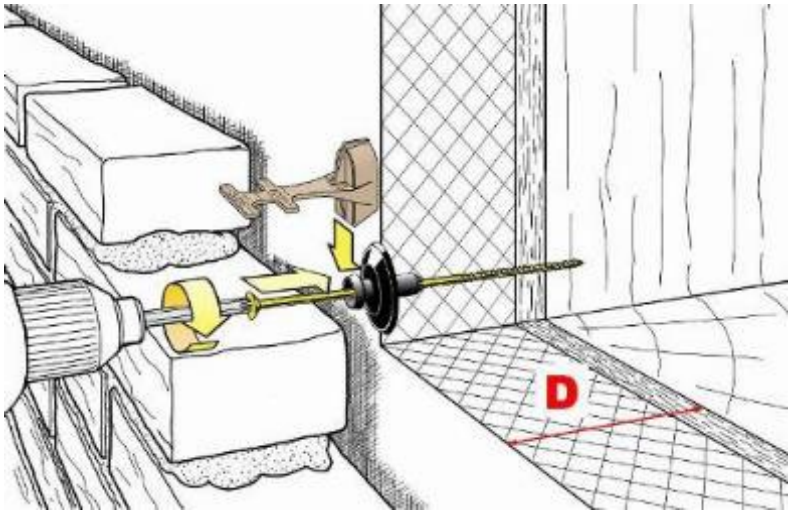
Source/bron : gdkhouse



Source/bron : le Moniteur



Source/bron : ecobati



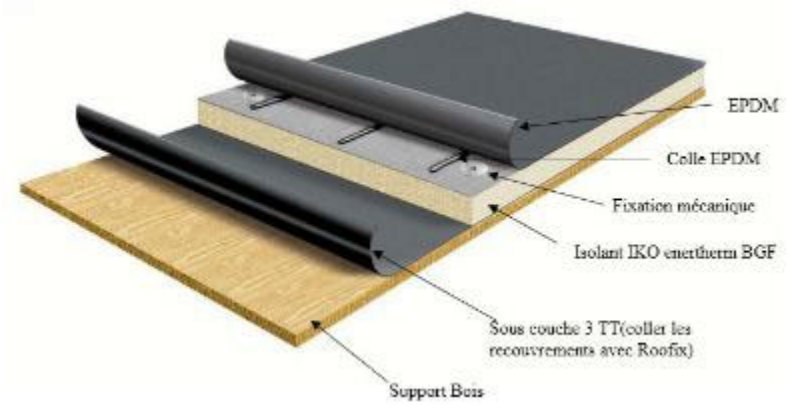
Source/bron : EMG

ETANCHEITE A L'EAU – BM

Toitures « traditionnelles »



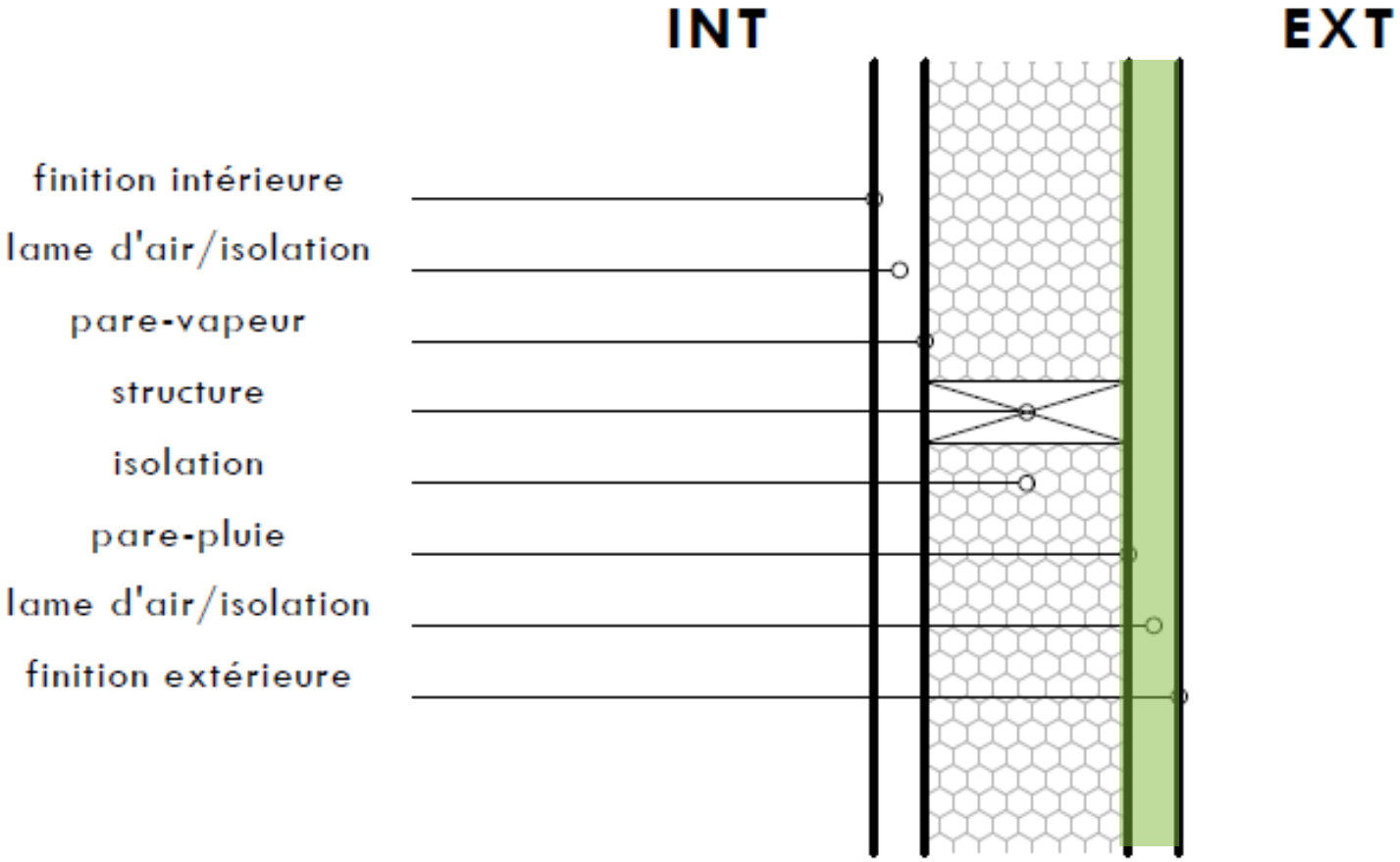
Source/bron : firestone



Source/bron : IKOesay

ETANCHEITE A L'EAU – OB

Quel(s) élément(s) concernés ?

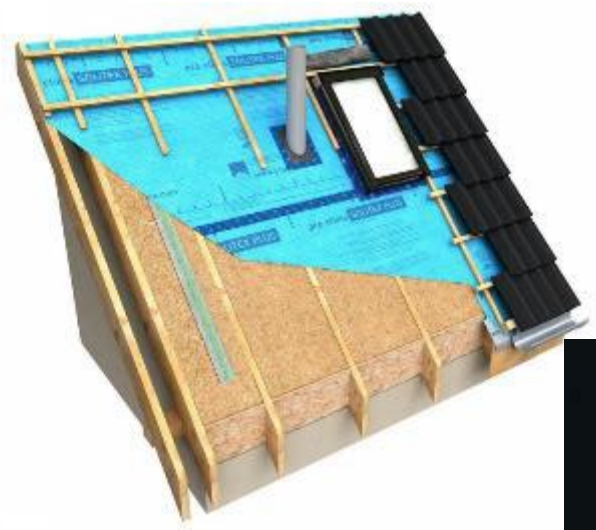


ETANCHEITE A L'EAU – OB

Idem que BM (selon revêtement extérieur)

Utilisation également d'autres « sécurités »

- panneaux pare-pluie
- sous-toiture (ouvertes à la diffusion)





Source/Bron : Isoproc



Source/Bron : Celit



Source/Bron : Steico

SYNTHESE

	OB	BM
Isolation thermique	Insufflation possible Permet de loger l'isolation dans l'épaisseur de la structure (14cm min)	Isolant complémentaire indispensable
Etanchéité à l'air	Délicat à gérer (plusieurs éléments sensibles, continuité entre éléments)	Intégrée dans l'élément massif, continuité entre éléments à assurer
Inertie thermique	Peut être complétée par des éléments dans la couche d'installation	Meilleure par nature même si pas aussi performante que le béton
Isolation acoustique	Plus sensible	Meilleure par nature
Diffusion vapeur d'eau	Doit être bien réfléchie	Principe respecté si continuité d'étanchéité à l'air
Etanchéité à l'eau	Pas étanche en soi, élément spécifique toujours rajouté	

INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- ~~Inertie thermique~~
- Isolation acoustique
- ~~Diffusion de vapeur d'eau~~
- Etanchéité à l'eau

EXEMPLES

Détails constructifs
nœuds constructifs
assurer la continuité
-
ponts acoustiques
cf étanchéité à l'air
assurer la continuité

TABLE DES MATIÈRES

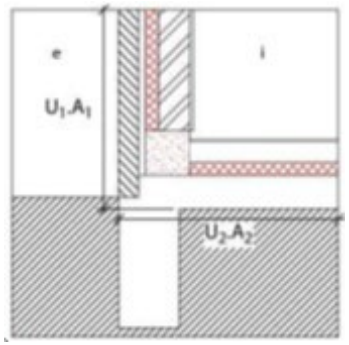
INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
- **Isolation thermique**
- Etanchéité à l'air
- Isolation acoustique
- Etanchéité à l'eau

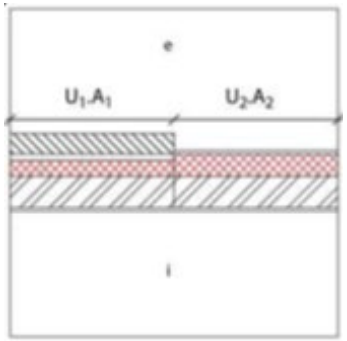
EXEMPLES

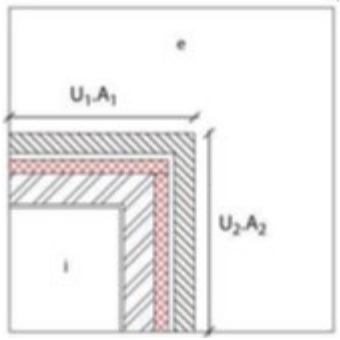
Détails constructifs
nœuds constructifs
assurer la continuité
ponts acoustiques
assurer la continuité

ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques

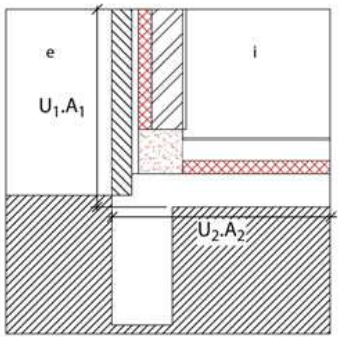
structurel **ou** **géométrique**

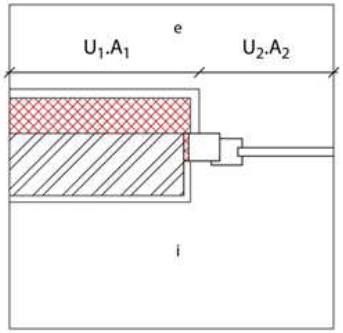


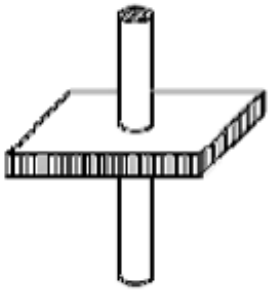




linéaire **ou** **ponctuel**







Source/bron : Prise en compte des noeufs constructifs – Module I, Bruxelles Environnement Brussels

ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques

Comment détecter les nœuds constructifs ?

- Bien déterminer les surfaces de déperditions distinctes
- Parcourir l'ensemble des plans et coupes du bâtiment en repérant :
  - Les parois (par 2) de la surface de déperdition qui se rejoignent
  - Les parois de la surface de déperdition à la limite d'une parcelle adjacente
  - Les couches isolantes interrompues linéairement
  - Les couches isolantes interrompues ponctuellement
  - Les exceptions (conduit de ventilation traversant)

nœuds constructifs ≠
"interruptions linéaires et ponctuelles propres à une paroi"





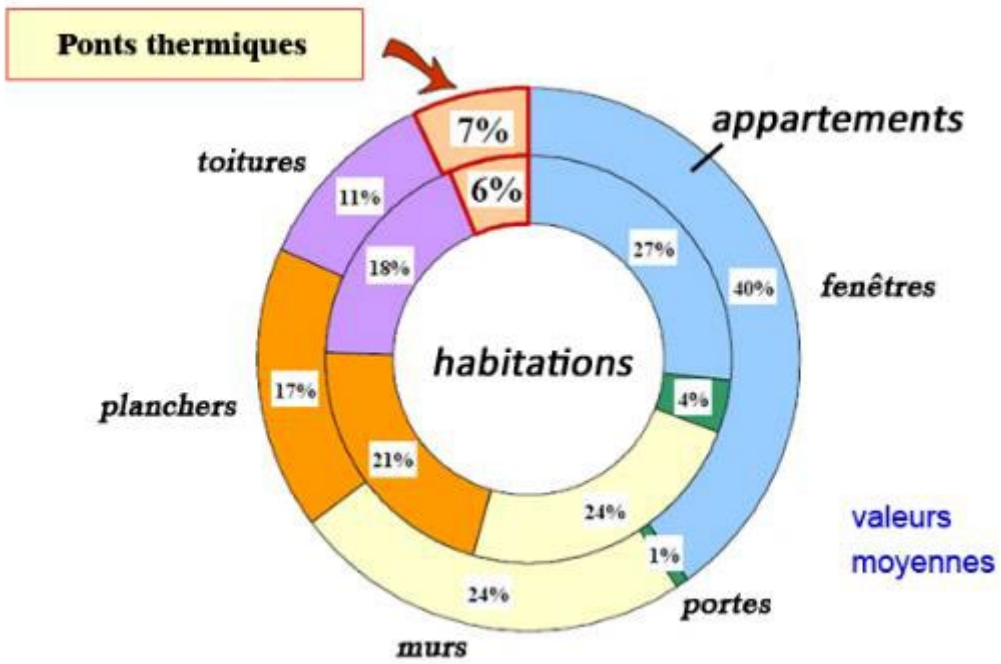




Source/bron : energie+

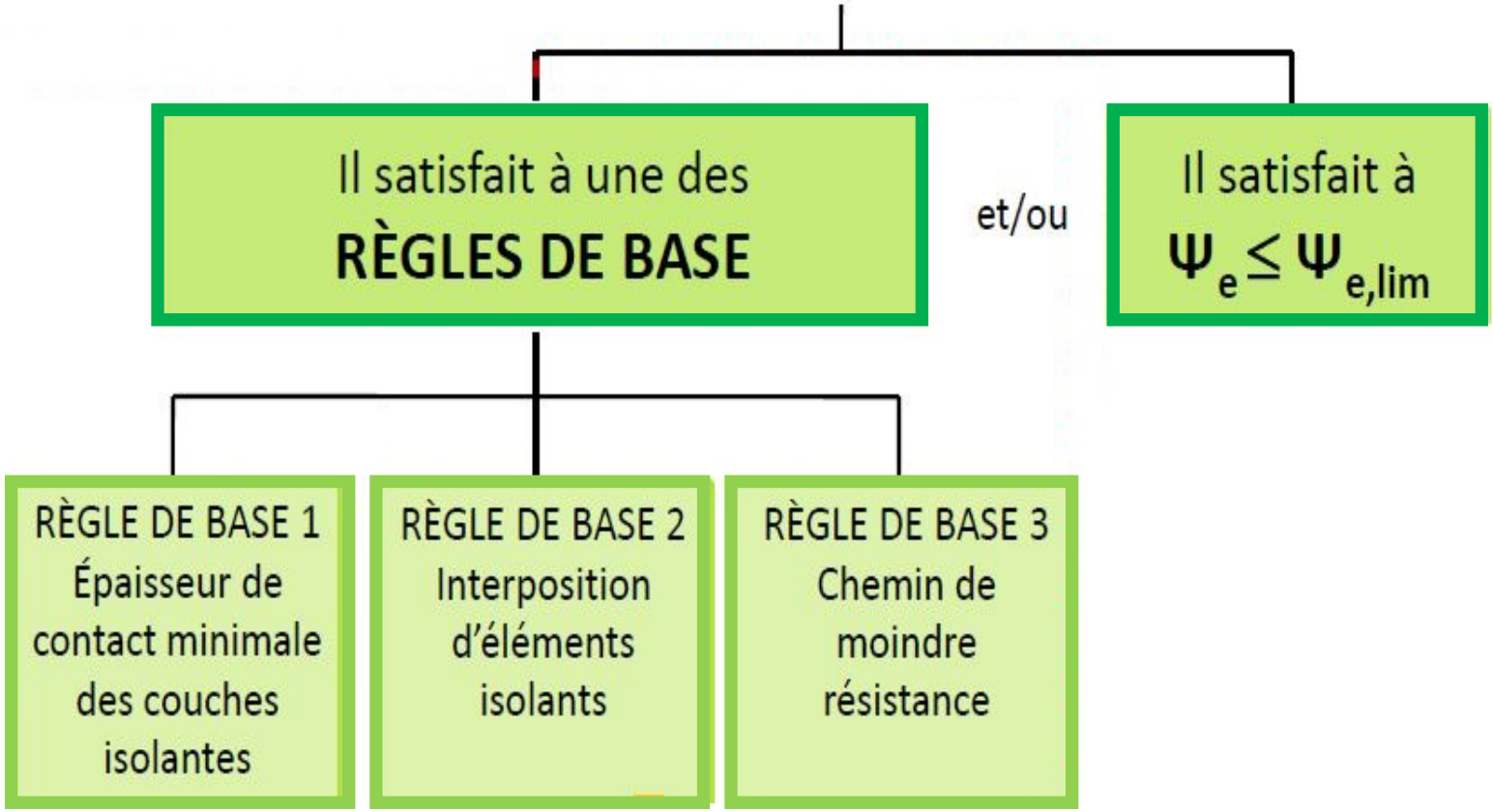
ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques

- L'impact des ponts thermiques peut être important sur le bilan énergétique d'une unité !
- Plus l'enveloppe est isolée, plus la part des déperditions par les nœuds constructifs est importante sur l'ensemble des pertes



Source : SENVIVV (1995-1997)

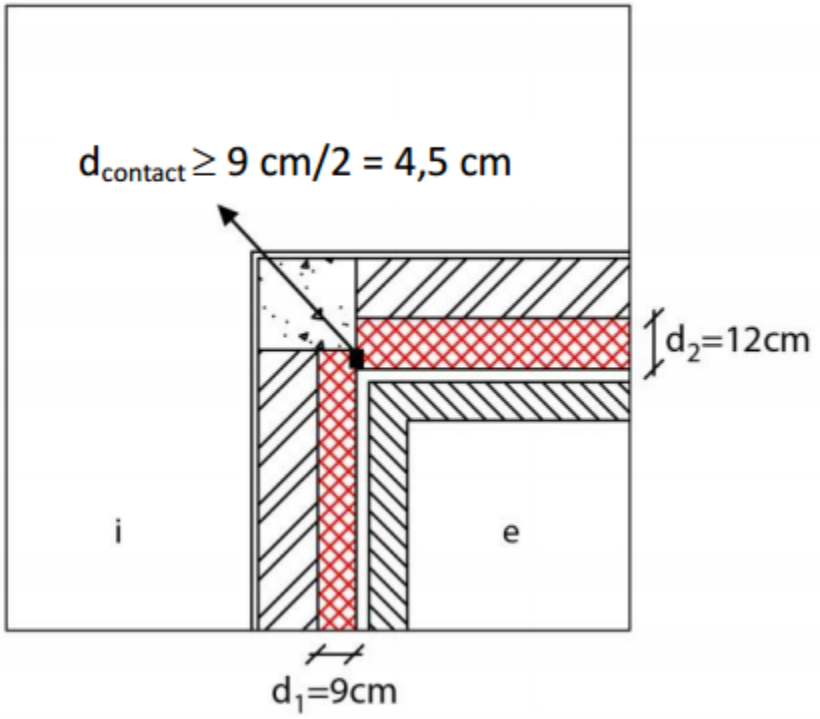
ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques – Règles PEB

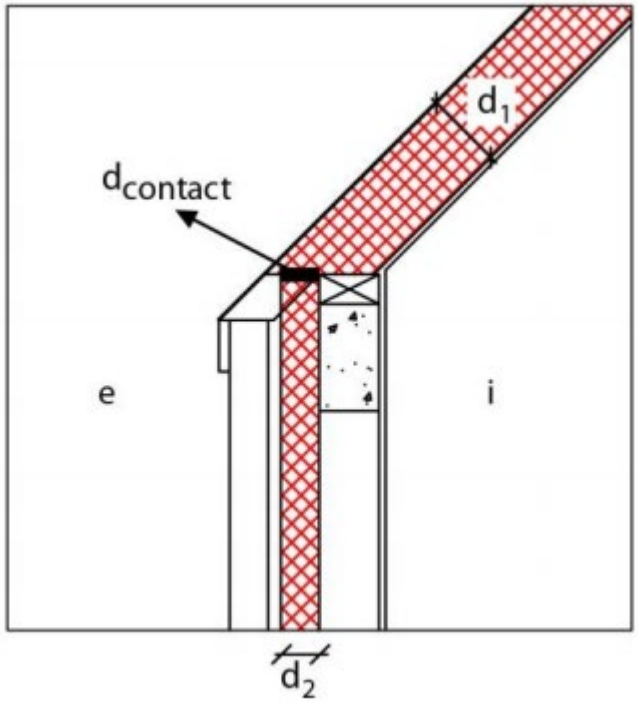


ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques – Règles PEB

Règle de base n°1 : surface de contact

$$d_{contact} \geq ½ * \min(d_1, d_2)$$





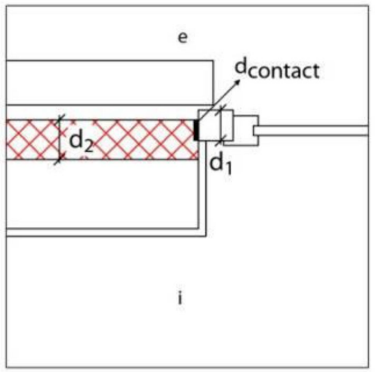
Source/bron : Bruxelles Environnement Brussels

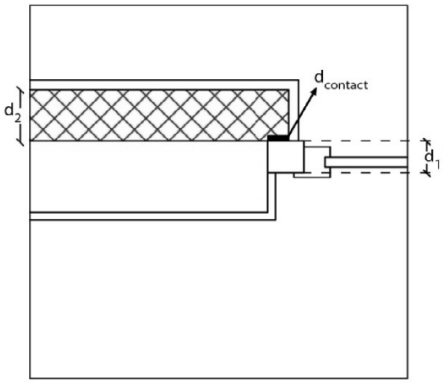
ISOLATION THERMIQUE – Notions théoriques – Règles PEB

Règle de base n°1 : surface de contact

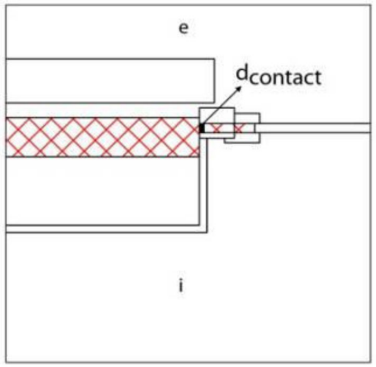
$d_{contact} \geq \frac{1}{2} * \min(d_1, d_2)$

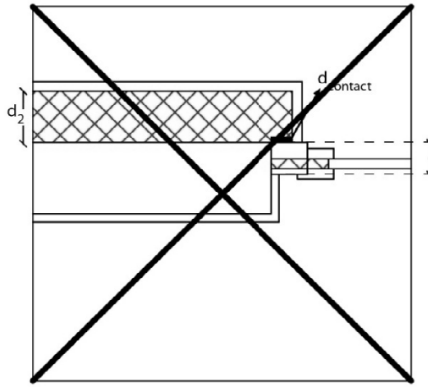
contact complet avec coupe therm.





ou





Source/bron : Bruxelles Environnement Brussels

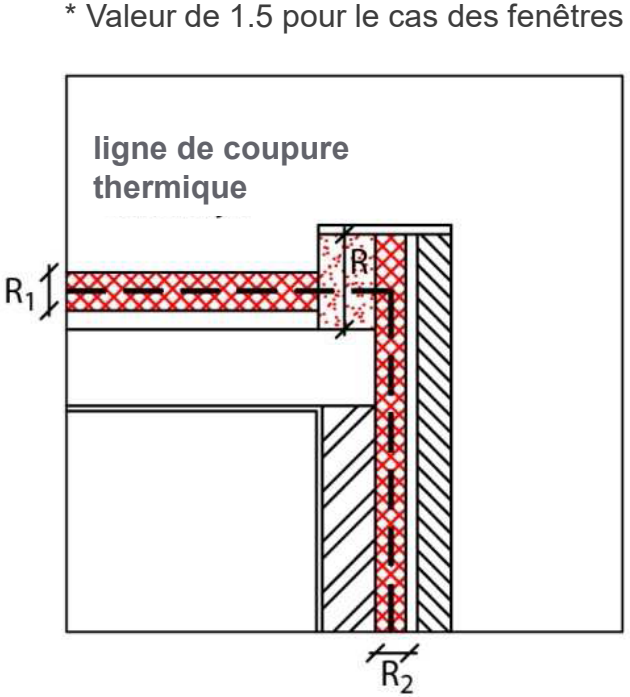
Règle de base n°2 : élément interposé > 3 obligations

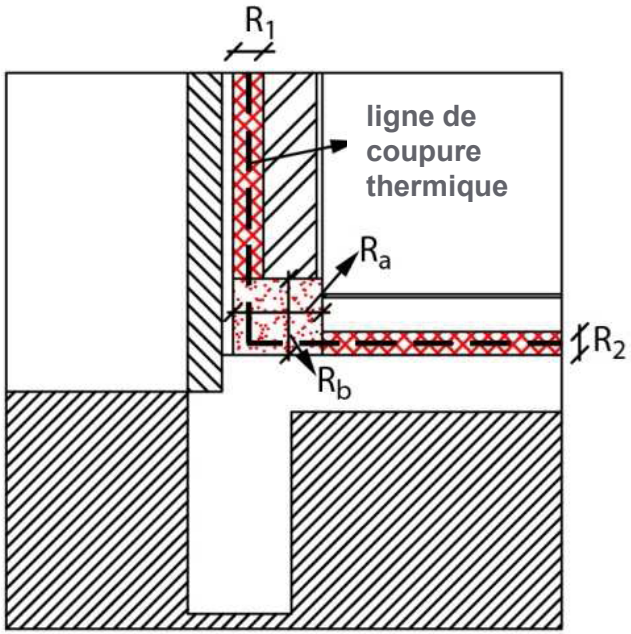
$\lambda \leq 0.2 W/mK$

$R \geq \min (R_1/2, R_2/2, 2^*)$

$d_{contact,i} \geq ½ * \min(d_{insulating\ part}, d_x)$

* Valeur de 1.5 pour le cas des fenêtres !



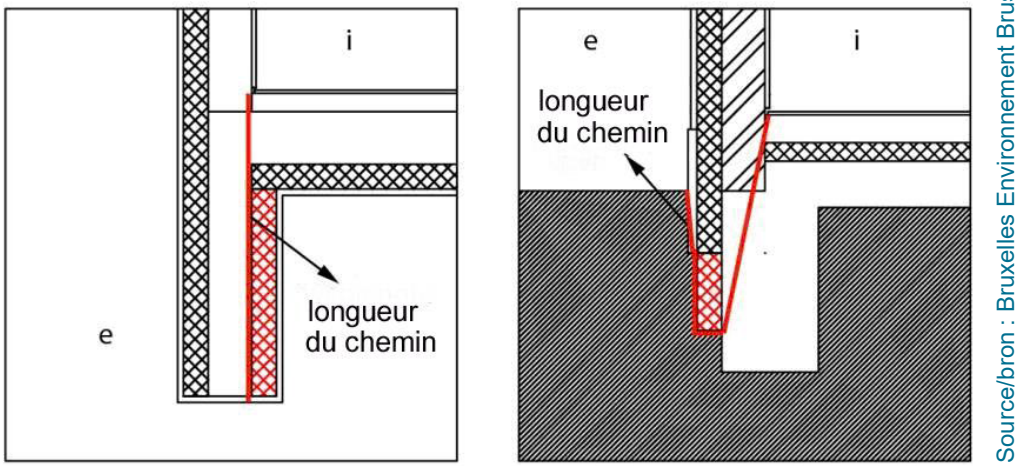


Source/bron : Bruxelles Environnement Brussels

Règle n°3 : chemin de moindre résistance

Longueur l ≥ 1 mètre

- = le plus court trajet …
- … entre l'environnement intérieur et l'environnement extérieur ou EANC…
- … qui ne coupe nulle part une couche d'isolation ou une partie isolante dont Rthermique ≥ min (R1 ; R2)



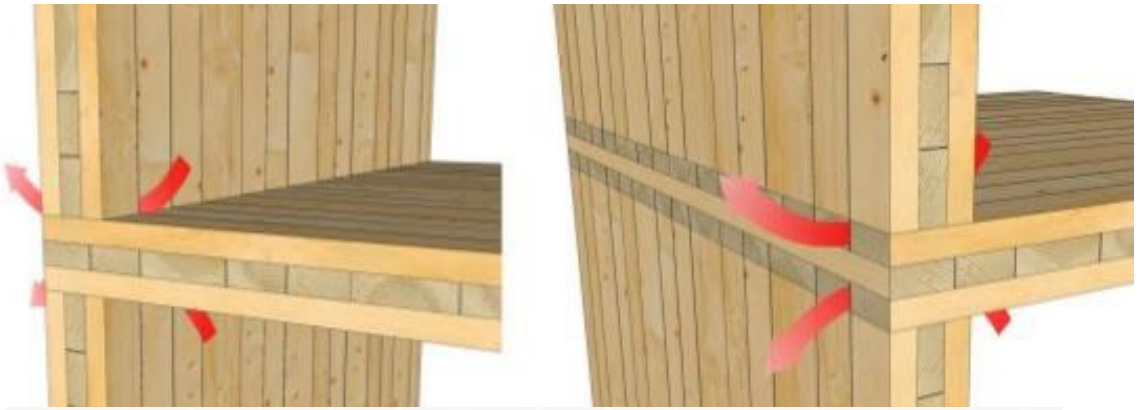
Source/bron : Bruxelles Environnement Brussels

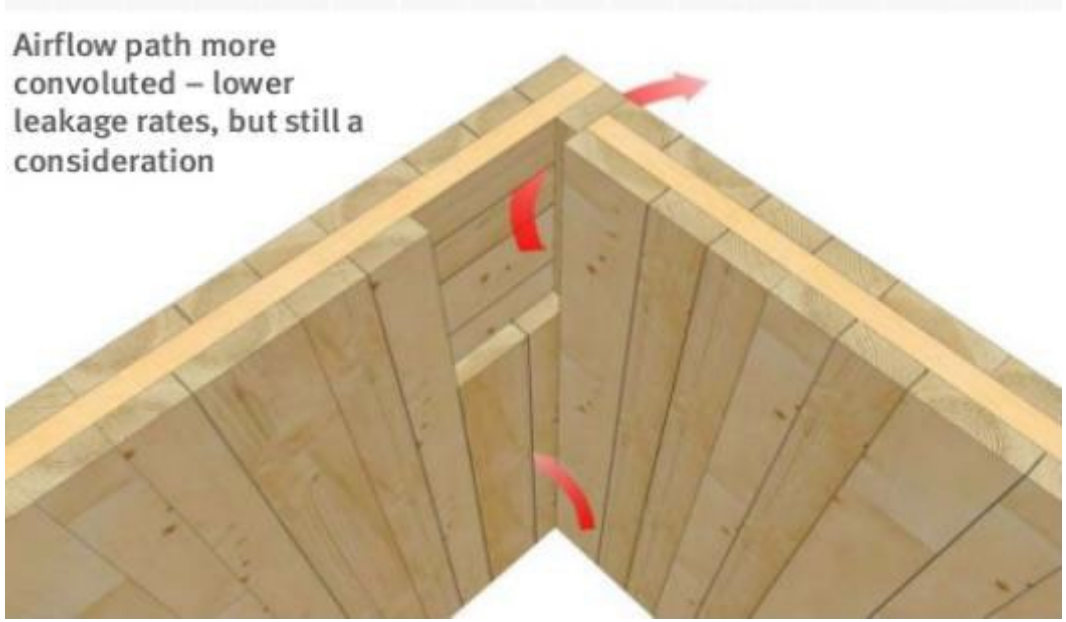
INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
- Isolation thermique
- **Etanchéité à l'air**
- Isolation acoustique
- Etanchéité à l'eau

EXEMPLES

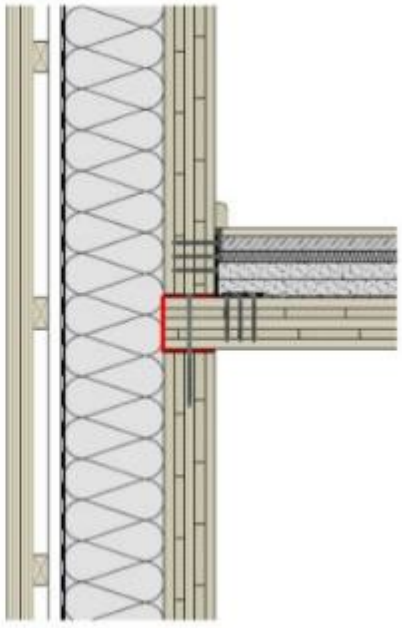
Détails constructifs
nœuds constructifs
assurer la continuité
ponts acoustiques
assurer la continuité

ETANCHEITE A L'AIR – BM





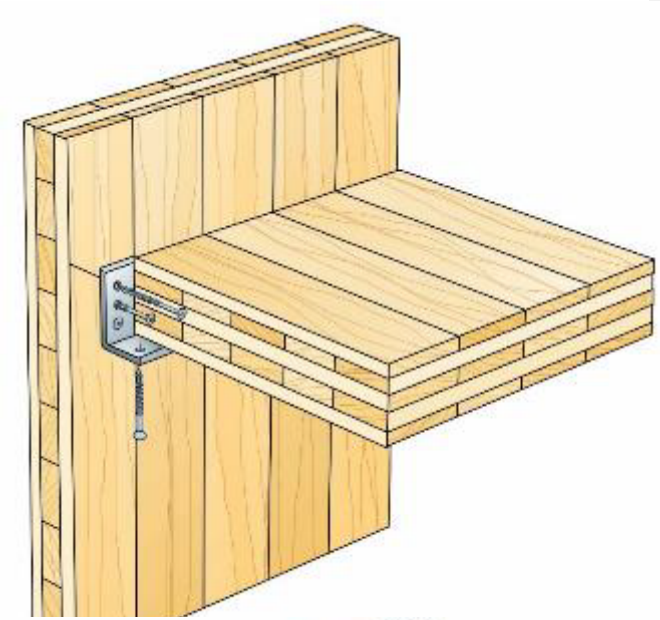
Source/bron : CLT

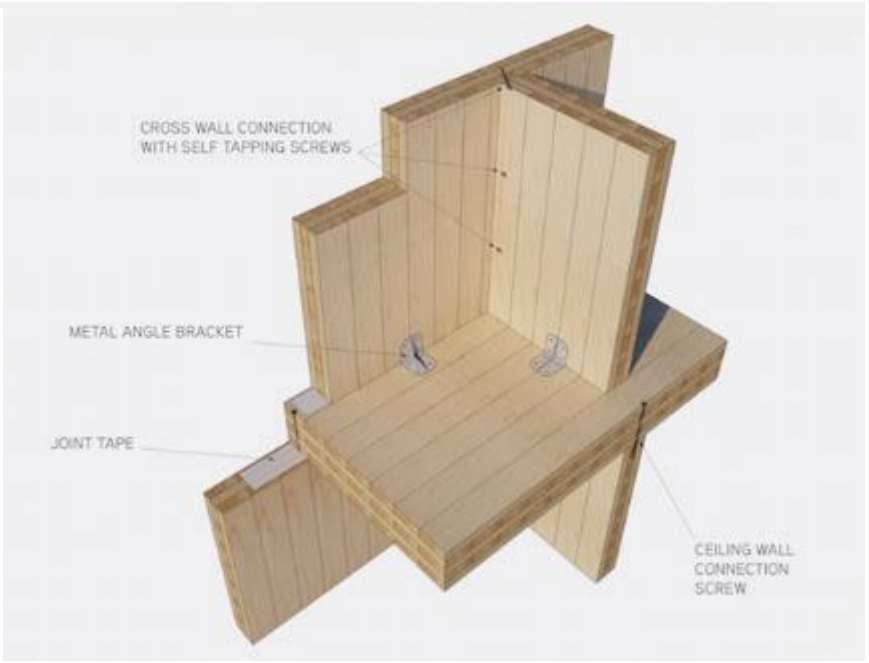


Source/bron : SPAX

96

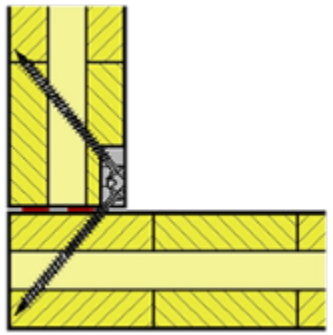
ETANCHEITE A L'AIR - BM







Source/Bron : Solid Timber

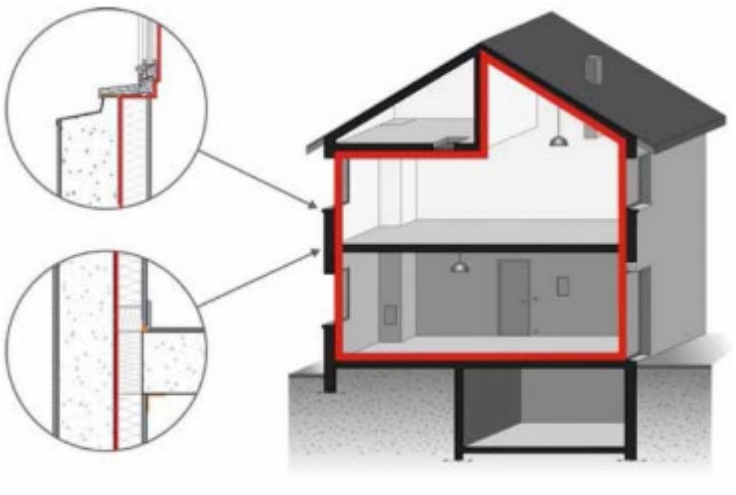


Source/Bron : CLT

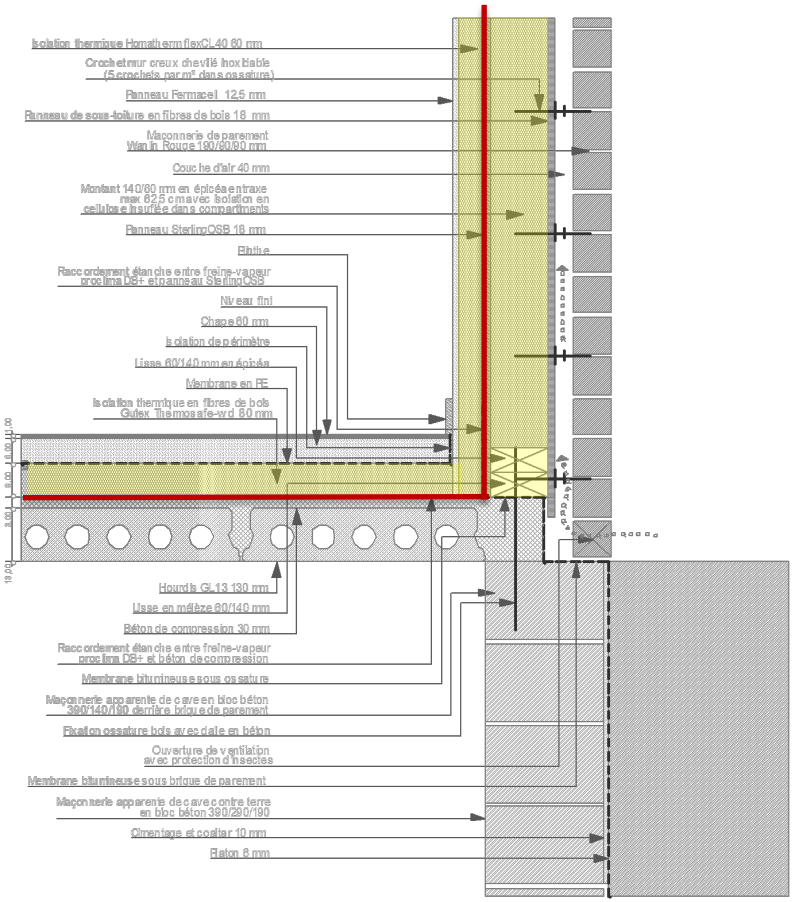
ETANCHEITE A L'AIR – OB

Faire ressortir les éléments importants

- De manière générale (situation du nœud)
- Et détaillée !!!



(Source : « Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux ; Elaboration et application d'une démarche qualité » ; CETE LYON + ADEME + AIR.h ; Mai 2008.)



ETANCHEITE A L'AIR – OB

Avoir une vision 3D



et anticiper !



Source : fhw, architectes

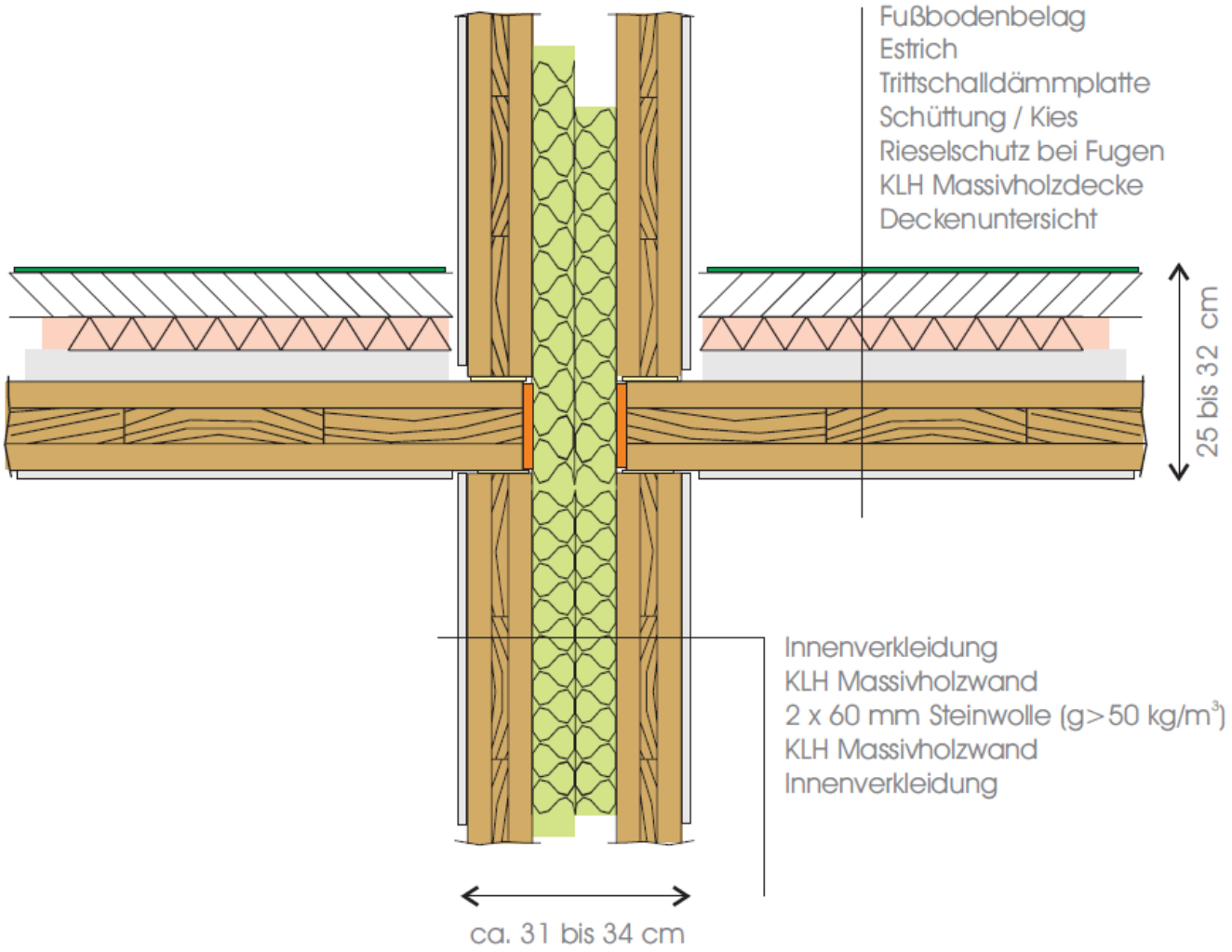
TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- **Isolation acoustique**
- Etanchéité à l'eau

EXEMPLES

Détails constructifs
nœuds constructifs
assurer la continuité
ponts acoustiques
assurer la continuité

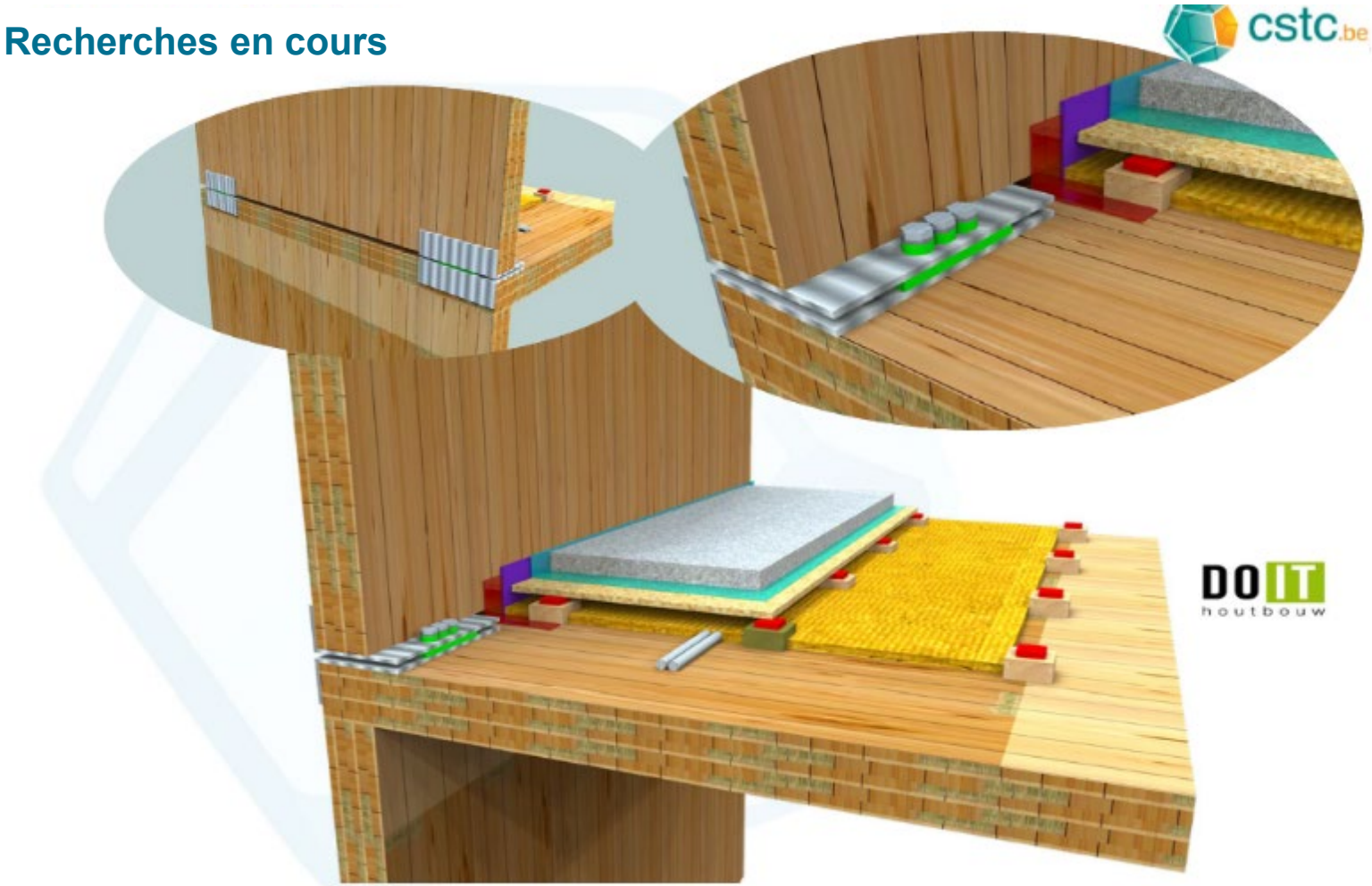
100 ACOUSTIQUE – BM



Source/Bron : CLT

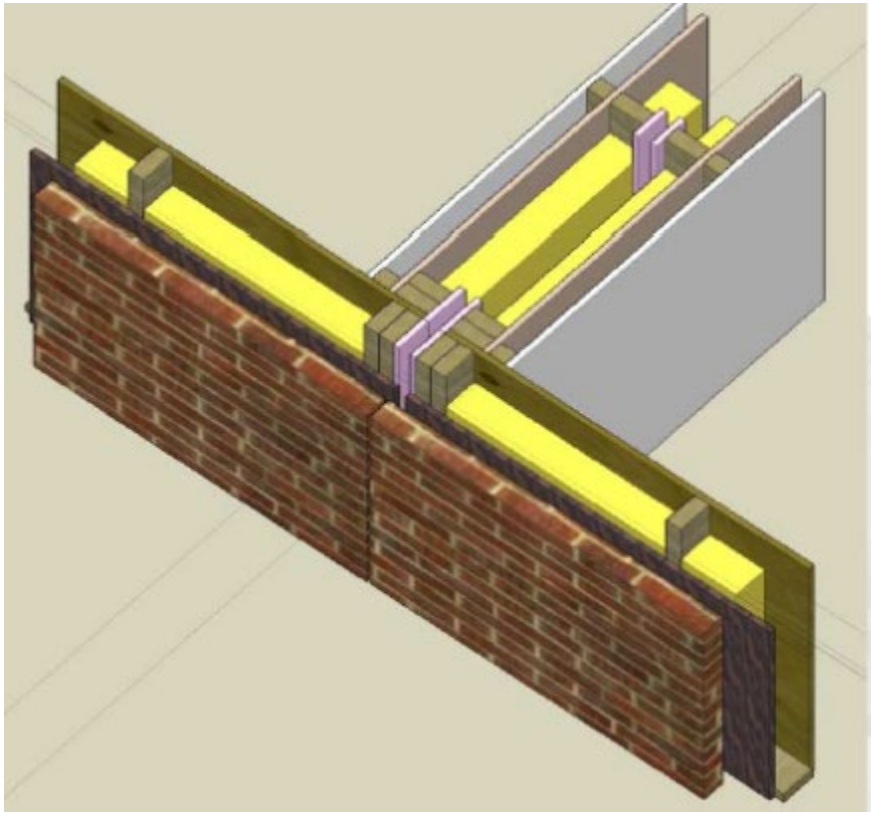
ACOUSTIQUE - BM

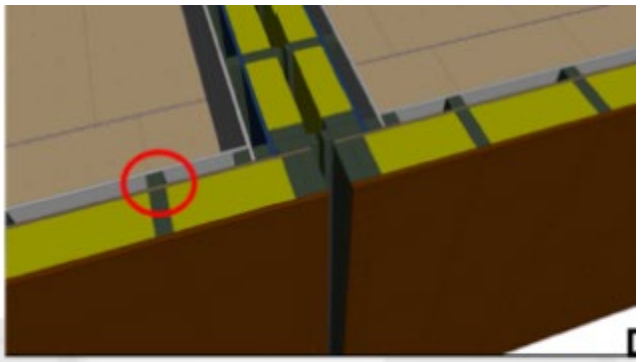
Recherches en cours

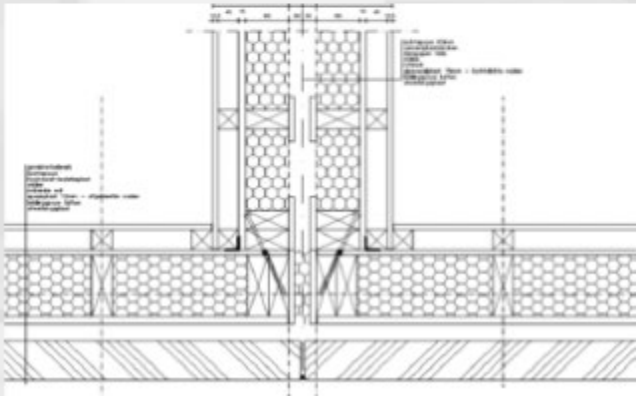


Source/Bron : CSTC//WTCB

Exemples

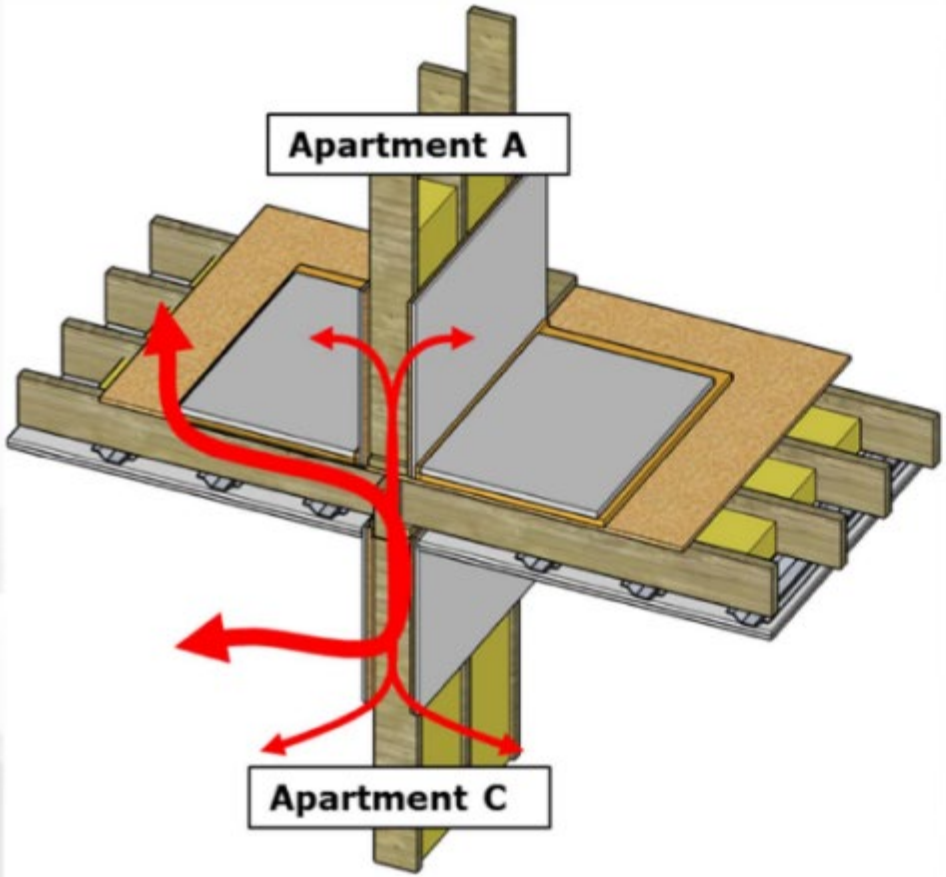






Source/Bron : CSTC/WTCB

Exemples



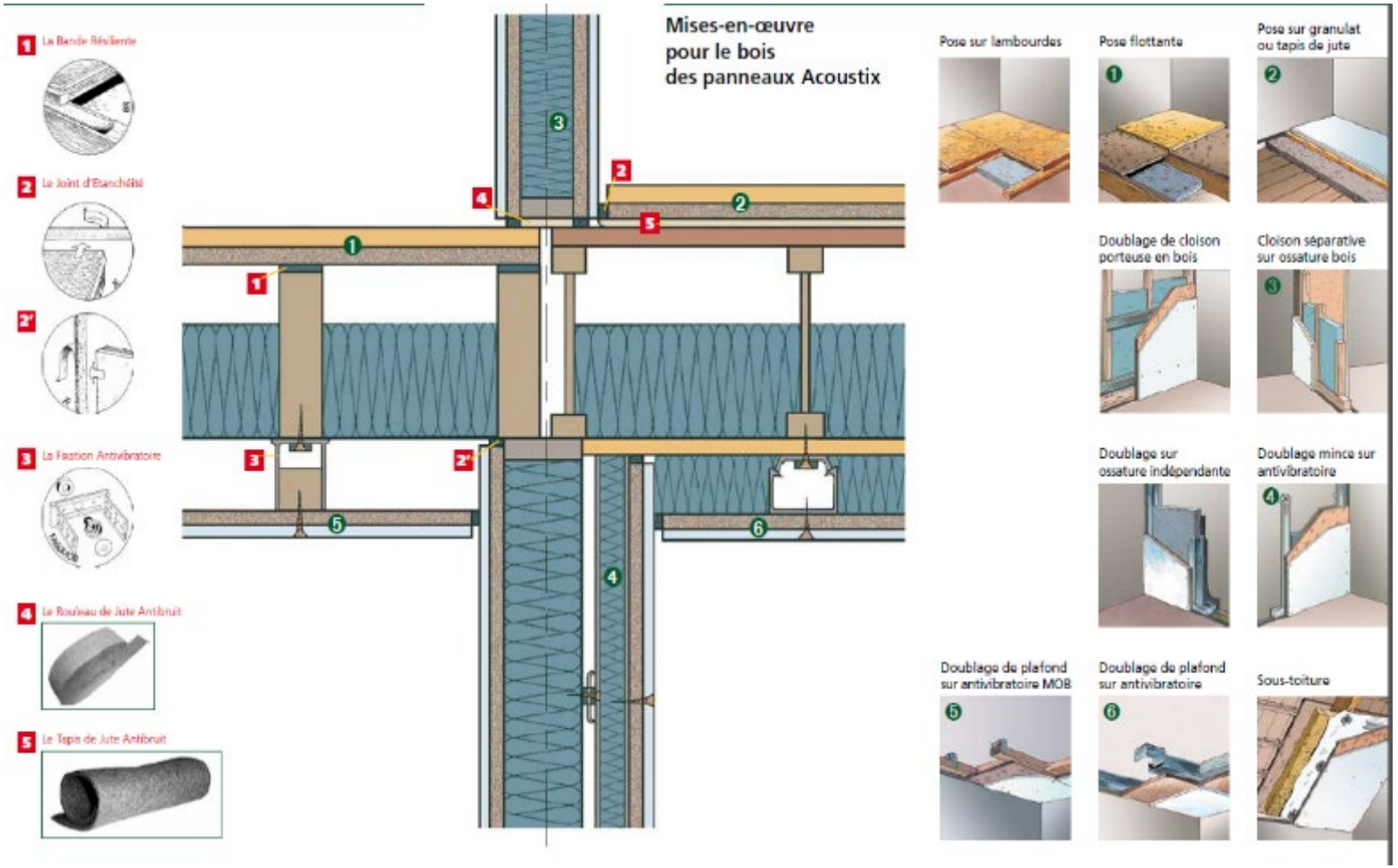


Traitements possibles des voies latérales :

- Masse des panneaux
- Doublages techniques
- Joints résilients dans la structure

Source/Bron : CSTC//WTCB

Exemples



Source/Bron : Acoustix

Exemples



CLT floor slabs with glulam columns and steel connectors



partial encapsulation during construction



completed construction



encapsulated structure

Source/Bron : Pinterest

INTRODUCTION
PAROIS
DETAILS CONSTRUCTIFS
- Isolation thermique
- Etanchéité à l'air
- Isolation acoustique
- **Etanchéité à l'eau**

EXEMPLES

Détails constructifs
nœuds constructifs
assurer la continuité
ponts acoustiques
assurer la continuité

ETANCHEITE A L'EAU

Sol/Mur

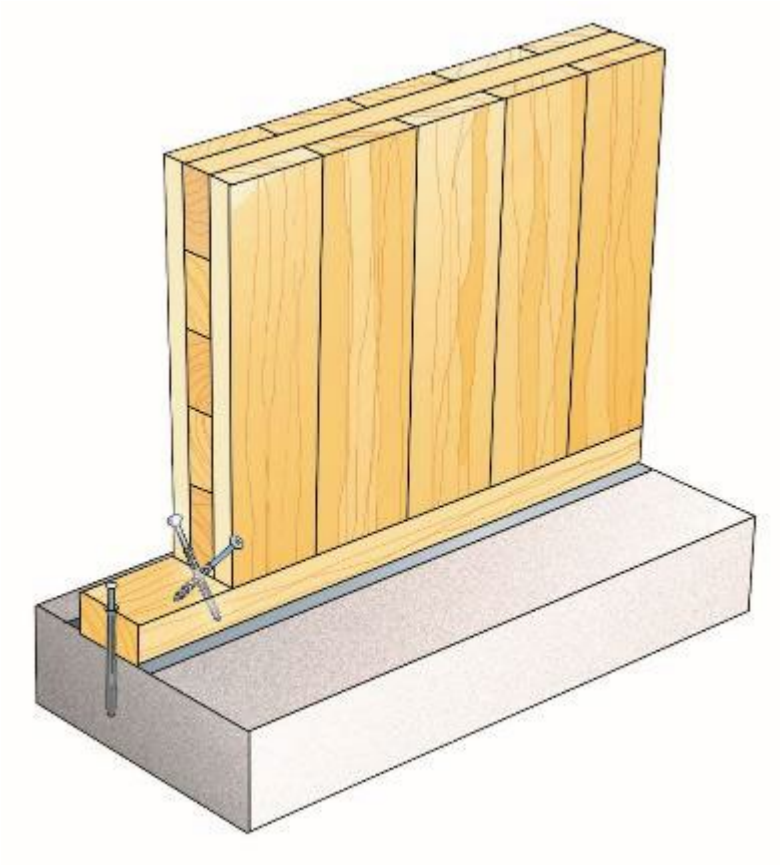
- Principe: éviter le contact entre la structure (OB ou BM) et le sol
  - Surélever la structure par rapport au sol
- Barrière à la remontée capillaire

par ex. : double-lisse au pied (mélèze > bois plus résistant à l'humidité) + membrane)

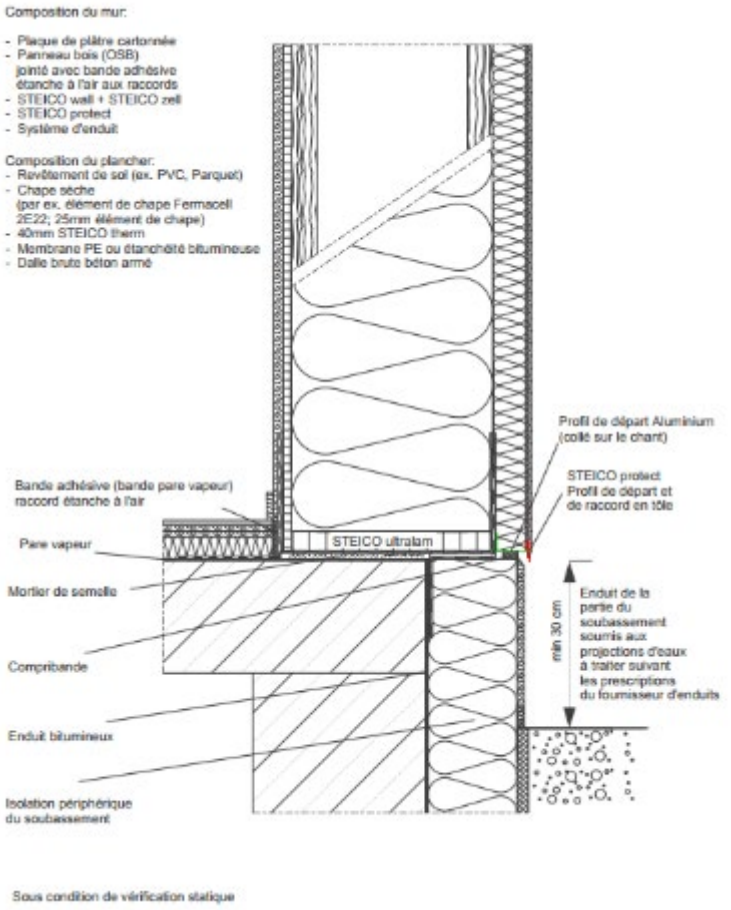
Toiture/Mur

- Principe: assurer la continuité au niveau de l'acrotère (solutions traditionnelles couvre-mur)

ETANCHEITE A L'EAU



Source/Bron : Solid Timber



Source/Bron : Steico

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

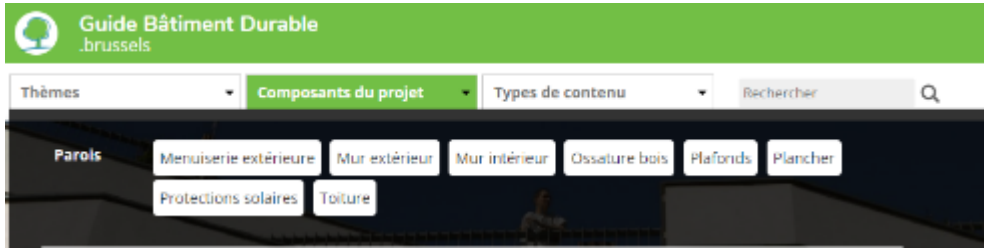


- Les possibilités de construction sont multiples: il convient de trouver la solution la plus adaptée au cas de figure rencontré

- Les éléments à prendre en considération sont les suivants :
  - Isolation thermique
  - Etanchéité à l'air
  - Inertie thermique
  - Isolation acoustique
  - Stabilité
  - Diffusion de vapeur d'eau
  - Etanchéité à l'eau

Guide bâtiment durable

- Thème ENERGIE > Composants du projets (parois)



Ouvrages

- Construire en bois
  Presses polytechniques et universitaires romandes
- Construction de maisons à ossature bois
  Editions Eyrolles
- Bois 6.2 - Ossature Bois
  Fonds de Formation professionnelle de la Construction en collaboration avec Centre de Formation Bois

Sites internet

- Houtinfobois
  http://www.houtinfobois.be/construction-2/tutoriaux/

- Formations Bâtiment durable
  https://environnement.brussels/thematiques/batiment/les-bonnes-pratiques-pour-construire-et-renover/pour-vous-aider/formations-116
  Quelques formations pour aller plus loin:
  - TOTEM
  - Acoustique: conception et mise en oeuvre
  - Matériaux d'isolation: comment choisir?

Pierre WILLEM

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION