

Les ponts thermiques dans la construction bois

Enjeux, impacts,
solutions et perspectives



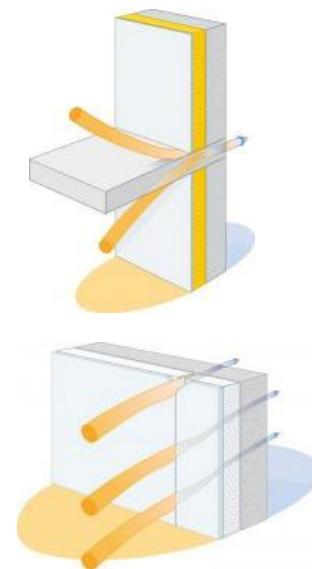
1. Pourquoi s'intéresser aux ponts thermiques ?
2. Etude de cas : « Maison Passive en Pin Maritime »

- 1. Pourquoi s'intéresser aux ponts thermiques ?**
2. Etude de cas : « Maison Passive en Pin Maritime »

■ Définition

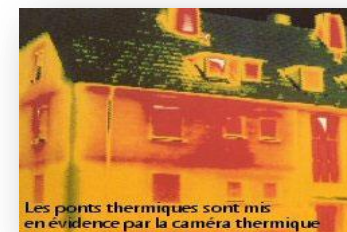
Partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique, uniforme par ailleurs, est modifiée de façon sensible par :

- Une pénétration totale ou partielle de l'enveloppe par des matériaux ayant une conductivité thermique différente (ex : systèmes d'attaches métalliques traversant une couche isolante).
- Un changement local de l'épaisseur des matériaux de la paroi ;
- Une différence entre les surfaces intérieures et extérieures (liaison entre paroi).



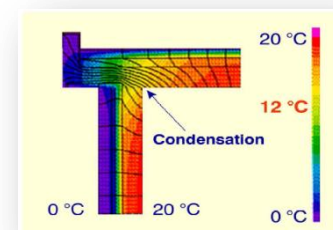
■ Ils sont responsables...

- De déperditions supplémentaires : jusqu'à 40% des déperditions thermiques totales à travers l'enveloppe.
- D'un risque de condensation superficielle coté intérieur dans le cas où il y a abaissement des températures superficielles à l'endroit du pont thermique.



■ Physiquement, ces phénomènes se traduisent par :

- Une modification de la répartition des isothermes.
- Une concentration du flux thermique.



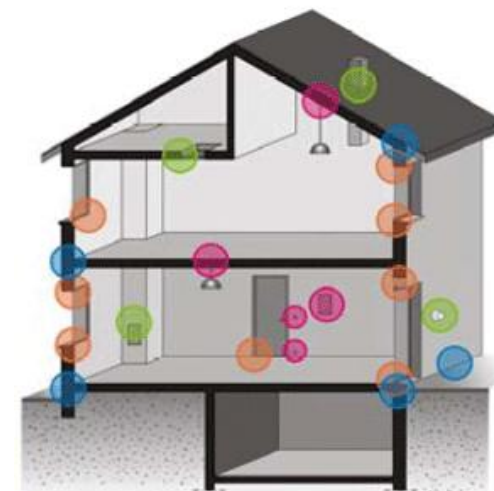
■ 2 Types de ponts thermiques :

- Les ponts thermiques **linéaires ou 2D** sont caractérisés par un coefficient linéaire Ψ exprimé en W/m.K.

Ex. : liaison plancher / mur extérieur.

- Les ponts thermiques **ponctuels ou 3D** caractérisés par un coefficient ponctuel χ exprimé en W/K.

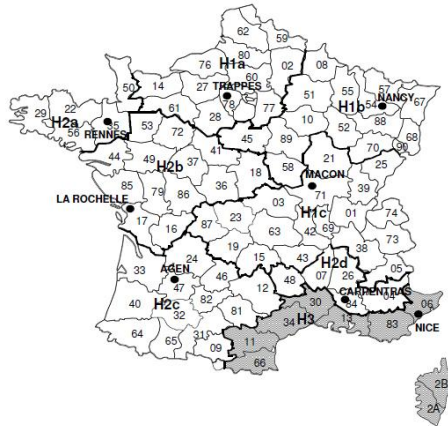
Ex. : liaison en coin : plancher / 2 murs perpendiculaires de façade.



■ Le calcul

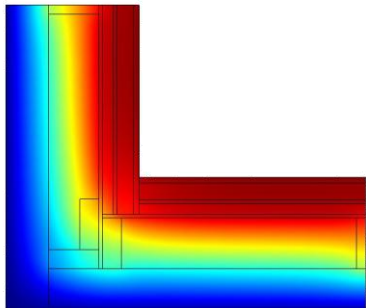
Le calcul d'un pont thermique conformément aux normes européennes nécessite l'utilisation de méthodes à résolution numérique comme les méthodes aux *éléments finis* ou aux *différences finies*.

- **La RT2012** : applicable à tous les bâtiments neufs, elle assure une consommation conventionnelle maximale à ne pas dépasser.
 - **Exigence sur l'efficacité énergétique du bâti**
Bbio max : besoins en énergie
3 usages « chauffage/ refroidissement/ éclairage »
 - **Exigence de consommation maximale**
Cmax fixé à 50 kWh ep/m².an
5 usages « chauffage/ refroidissement/ éclairage/ ecs/ auxiliaires »
 - **Exigence de confort d'été**
Tic ≤ **Tic réf**



+ Autres exigences minimales dont certaines concernent les ponts thermiques !

- Ratio transmission thermique linéique moyen global ponts thermiques $R\Psi$ du bâtiment;
 $R\Psi \leq 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Liaison « plancher intermédiaire/ façade » traitée !
 $\Psi_9 \leq 0.60 \text{ W}/(\text{ml.K})$



Etat des lieux

- La RT2005 dispose d'un catalogue général de valeurs par défaut qui permet de trouver rapidement la valeur du pont thermique pour les détails les plus courants.
- En 2007, le CSTB, sur une commande du FCBA, répertorient les configurations traditionnelles de liaisons en construction bois.
 - ▶ *Un catalogue des valeurs de ponts thermiques intégrés et linéiques courants est intégré à la réglementation.*

Ce catalogue a répondu à l'époque aux besoins spécifiques exprimés par le monde de la construction bois.

Aujourd'hui ?

- Dans le cadre de conception de bâtiments toujours plus performants, la part de déperditions liée aux ponts thermiques est grandissante.
- L'enjeu « ponts thermiques » devient un axe de travail majeur :
 - Optimiser les assemblages, jonctions et structures ;
 - Pouvoir valoriser le travail d'optimisation dans les calculs thermiques réglementaires.

Notre approche méthodologique

1. Etat de l'art

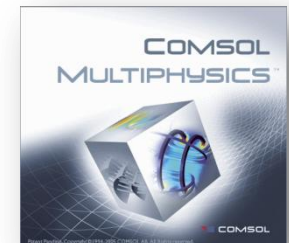
- Analyse des abaques réglementaires disponibles
- Etude des normes (NF EN ISO 10211, ...)
- Benchmark sur les outils/logiciels de calcul

2. Etude de cas : à l'échelle de la jonction

- Optimisation mécanique/structure
- Calcul de ponts thermiques avec Comsol Multiphysics®

3. Etude de cas : à l'échelle bâtiment

Intégration des résultats obtenus précédemment dans un logiciel de calcul réglementaire RT2005 afin d'obtenir les consommations du bâtiment test et évaluer l'impact des ponts thermiques réels sur ces consommations.



1. Pourquoi s'intéresser aux ponts thermiques ?
- 2. Etude de cas : « Maison Passive en Pin Maritime »**



LA RÉSINIÈRE



Projet de recherche

Maison Passive en Pin Maritime du Futur

Étude, conception, réalisation et suivi en phase exploitation de 2 maisons à ossature bois à très faible consommation d'énergie, essentiellement réalisées en pin maritime.



3. Projet Maison en Pin Maritime du Futur

Présentation de l'opération

Le projet de recherche MPPMF inclut la conception-réalisation de 2 logements (R+1, mitoyens), inscrits dans une opération de 41 logements sur Le Taillan-Médoc en Gironde.



Objectifs généraux

- Economie énergétique et confort thermique des usagers (hiver / été)
- Adaptation au climat de l'Aquitaine
- Utilisation optimale du pin maritime en structures et enveloppes
- Participation au développement de la filière régionale
- Maîtrise des coûts pour de l'habitat social

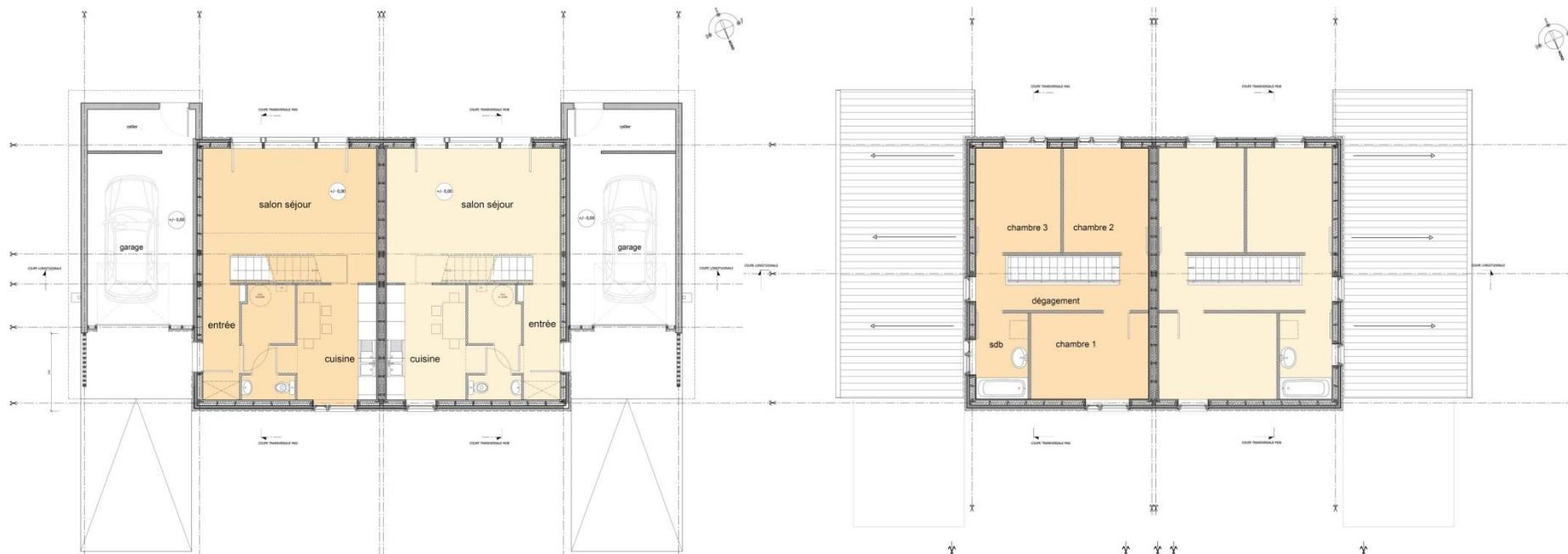


Objectifs de performance thermique

- Besoin de chauffage $< 15 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$
- Ø système de chauffage hydraulique
- Ø système de refroidissement
- Température estivale maximale $< 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Taux d'inconfort (selon zone Brager) $< 8 \%$

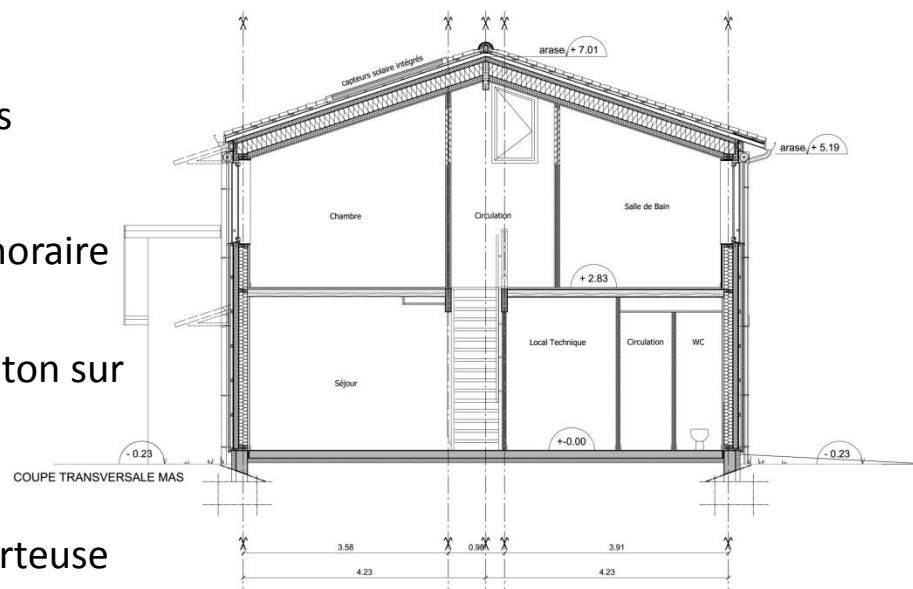
3. Projet Maison en Pin Maritime du Futur

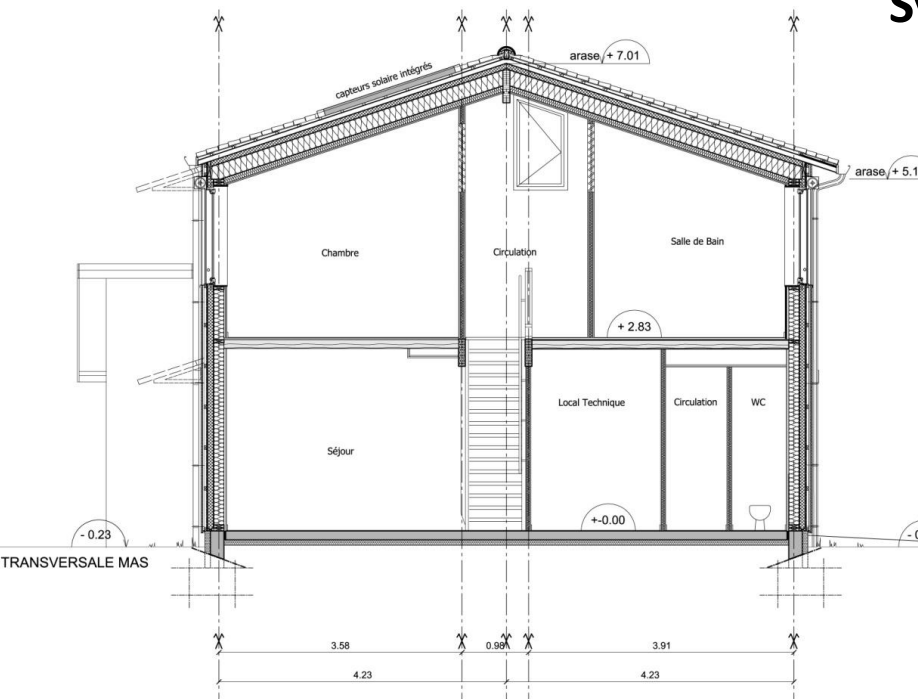
Présentation de l'opération



Caractéristiques générales de l'opération

- 2 logements contigus / 2 options techniques
- Surface habitable : 87 m² et 86 m²
- Orientation N-S + rotation 22° dans le sens horaire (façade ensoleillée S - OS)
- Infrastructure : plots et longrines dallage béton sur terre-plein
- Toiture : rampante
- Paroi séparative : double mur à ossature porteuse



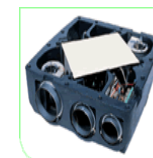


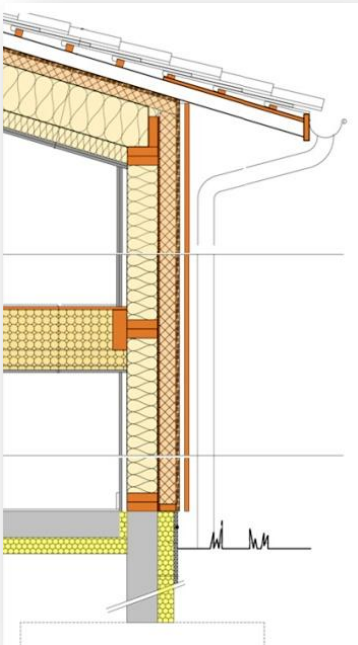
Systèmes constructifs bois structures et enveloppes

Element de paroi	Composition
Mur extérieur	ossature porteuse 150mm + laine minérale 150mm fibre de bois 98mm
Toiture	chevronnage 220mm + laine minérale 220mm fibre de bois 98mm sur-chevronnage 70mm + lame d'air
Plancher intermédiaire	lamellé-vissé massif 130 mm fibre de bois 15 mm, OSB 15 mm
Menuiseries	bois-alu, double vitrage ITR argon

Equipements techniques

Equipement	Type
Ventilation	double flux + échangeur à haut rendement + surventilation naturelle
Chauffage	Panneaux rayonnants électriques
ECS	Capteurs solaires thermiques
Production d'électricité	Capteurs photovoltaïques



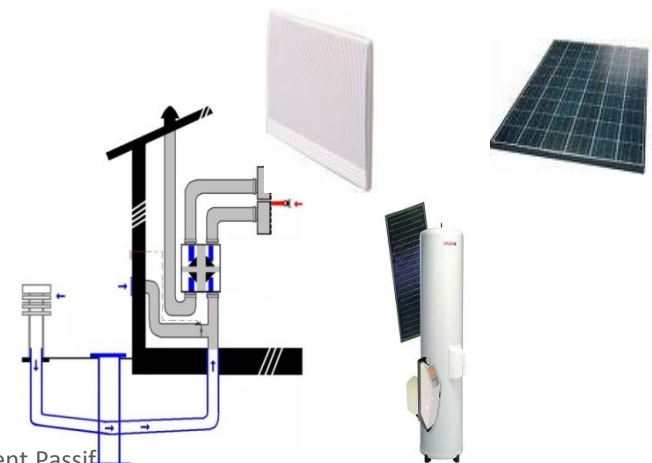


Systèmes constructifs bois structures et enveloppes

Element de paroi	Composition
Mur extérieur	ossature porteuse 150 mm + laine minérale 150 mm fibre de bois 98 mm
Toiture	chevronnage 220 mm + laine minérale 220 mm fibre de bois 98 mm sur-chevronnage 70 mm + lame d'air
Plancher intermédiaire	solivage 220 mm ouate de cellulose soufflée
Menuiseries	bois-alu, double vitrage ITR argon

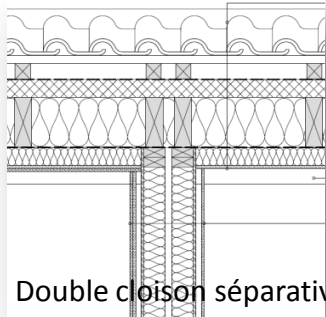
Equipements techniques

Equipement	Type
Ventilation	double flux + échangeur à haut rendement + puits canadien
Chauffage	Panneaux rayonnants électriques
ECS	Capteurs solaires thermiques
Production d'électricité	Capteurs photovoltaïques

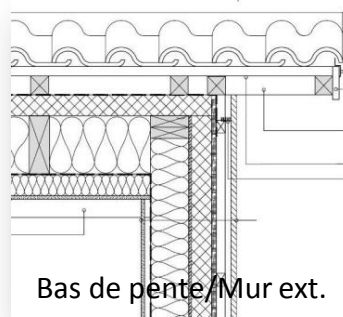


3. Projet Maison en Pin Maritime du Futur

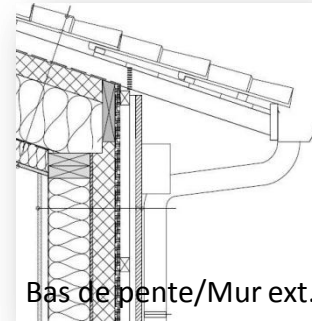
Optimisation des assemblages



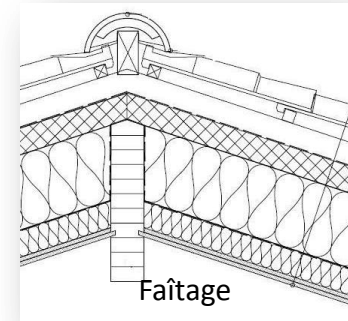
Double cloison séparative



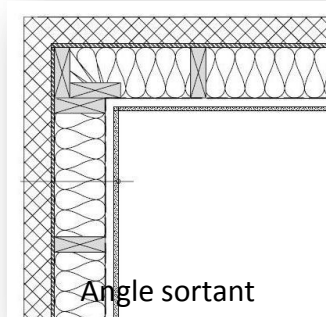
Bas de pente/Mur ext.



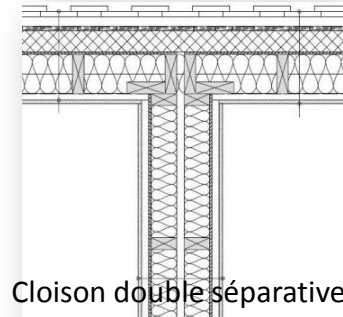
Bas de pente/Mur ext.



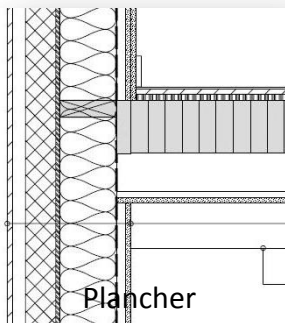
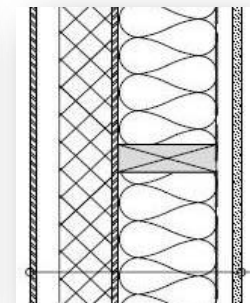
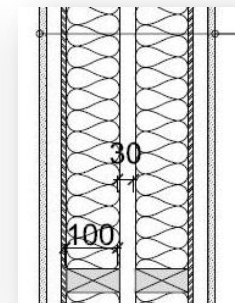
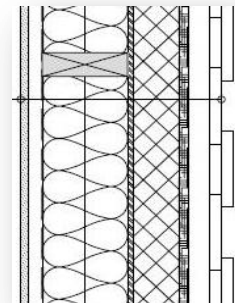
Faîtage



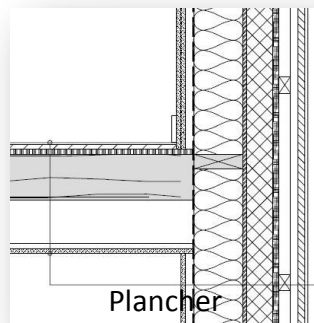
Angle sortant



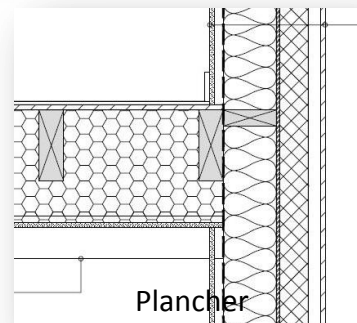
Cloison double séparative



Plancher



Plancher

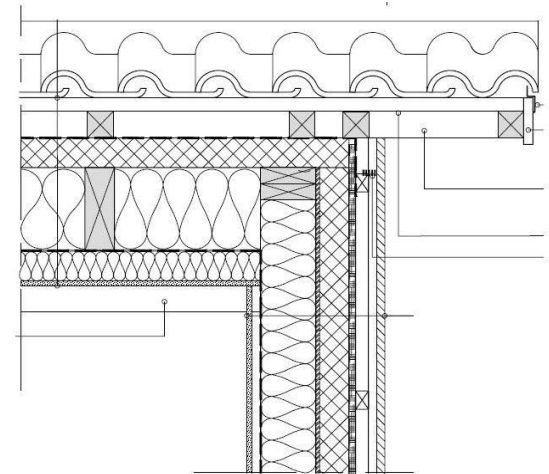
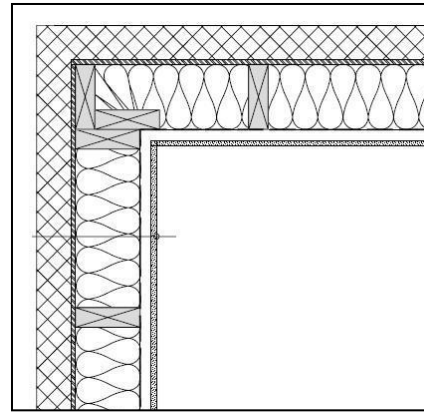
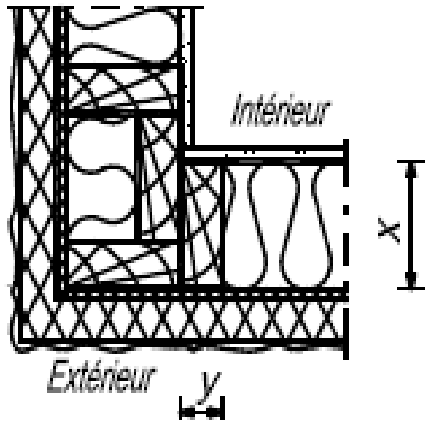
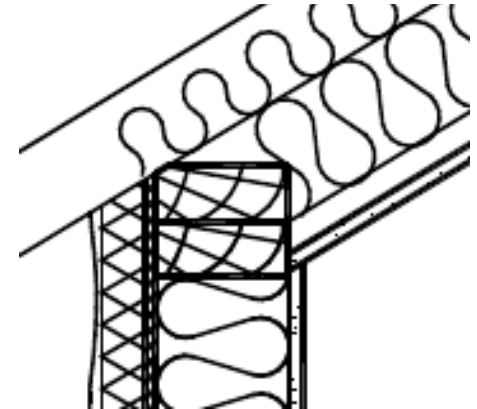
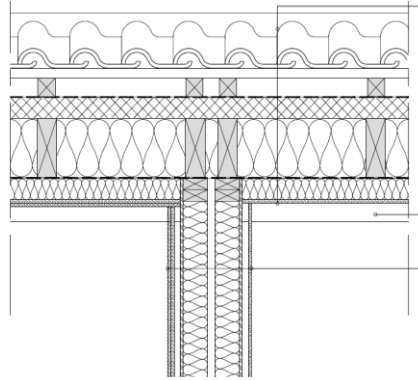
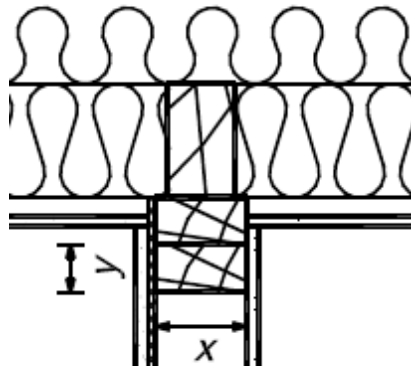


Plancher

- En toiture, murs et planchers intermédiaires

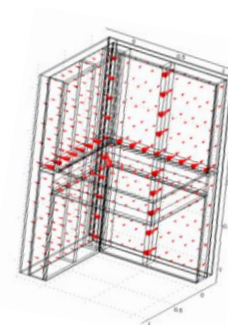
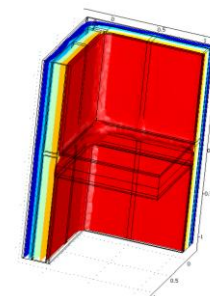
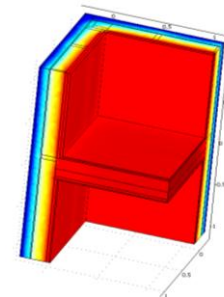
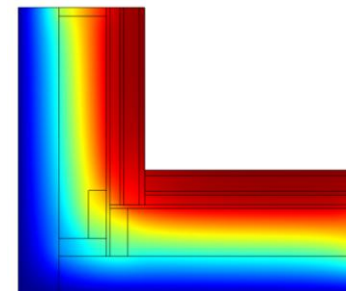
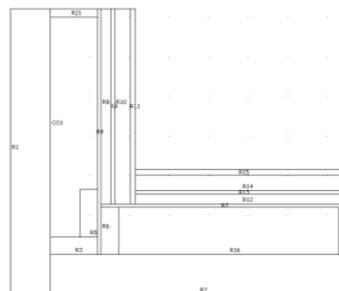
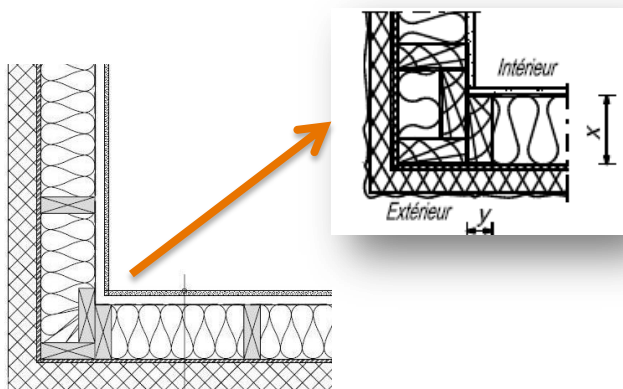
3. Projet Maison en Pin Maritime du Futur

Exemple d'erreur induit par les abaques



Passer par un calcul numérique précis pour valoriser des assemblages innovants limitant les ponts thermiques.

- Exemple : angle sortant



Ψ en W/m.K

Valeur calculée	0,051
Valeur par défaut RT 2005	0,120

Le calcul précis permet de mesurer l'écart entre valeur réelle et valeur par défaut issue du catalogue réglementaire.

► Quel impact à l'échelle énergétique globale du bâtiment ?

Impacts des ponts thermiques à l'échelle bâtiment

Liaisons	Référence [W/m,K]	Calculée [W/m,K]	Longueur d'application [m]	Référence [W/K]	Calculée [W/K]
Ossature classique	0,02	0,01	90	1,80	0,90
Ossature 2 BA	0,02	0,01	45	0,90	0,05
Ossature sur garage	0,02	0,008	50	1,00	0,40
Ossature toiture classique	0,01	0,01	40,05	0,40	0,40
Ossature toiture 2 BA	0,01	0,009	40,05	0,4	0,36
Mur-Mur 1BA0	0,12	0,051	10	1,2	0,5
Mur Mur 2BA					
Refend- Mur 1 BA	0,09	0,059	5	0,45	0,30
Refend- Mur 2 BA	0,09	0,058	5	0,45	0,29
Mur-plancher léger	0,1	0,054	19,66	1,97	1,06
Mur-plancher léger sur garage	0,08	0,043	6,05	0,48	0,26
Mur-plancher massif	0,1	0,057	19,66	1,97	1,12
Mur-plancher massif sur garage	0,08	0,046	6,05	0,48	0,28
Toiture-mur extérieur Est	0,15	0,029	8,9	1,34	0,26
Toiture-mur extérieur Ouest	0,15	0,025	8,9	1,34	0,22
toiture-mur extérieur nord sud 1 BA	0,15	0,038	11,4	1,71	0,43
toiture-mur extérieur nord sud 2 BA	0,15	0,037	11,4	1,71	0,51
Toiture-refend	0,03	0,045	8,9	0,27	0,40
poutre faîtière	0	0,036	11,4	0	0,41
Total	\	\	\	17,87	8,15

-54%

Impacts des ponts thermiques à l'échelle bâtiment

	Echelle Enveloppe			Echelle enveloppe + systèmes		
	Ubat	Gain	Part ponts thermiques	Consommation chauffage	Gain	Part ponts thermiques
	W/m²K	%	%	kWhép/m².an	%	%
Sans pont thermique	0,268			12,57		
Avec ponts thermiques de référence	0,336	Réf	20	22,23	Réf	43
Avec ponts thermiques calculés	0,306	9	12	15,50	30	19

La part des déperditions représentée par les ponts thermiques :

- Passe de **20** à **12%** sur le Ubat avec une intégration des calculs réels.
- Passe de **43** à **19%** sur la consommation chauffage.

► Intégrer l'ensemble des valeurs de ponts thermiques calculés sur le projet permet un gain de **9%** sur le Ubat et de **30%** sur la consommation chauffage.

Conclusions

- Les efforts de conception/fabrication sur les assemblages réalisés par les industriels et constructeurs permettent de réduire significativement les consommations de chauffage.
- Ces efforts peuvent aussi être valorisés dans le cadre des calculs réglementaires RT2005 moyennant un calcul de ponts thermiques précis.
- Les abaques disponibles aujourd'hui sont incomplets et sont un frein à la valorisation de ces efforts.

Perspectives

- Une approche équivalente est en cours sur d'autres projets pour confirmer les écarts constatés ici.
- Une analyse de la relation mécanique/thermique est menée afin d'identifier et évaluer l'impact des contraintes mécaniques sur la performance thermique de l'enveloppe.
- Une étude va être entamée sur les limites de la norme définissant le calcul des ponts thermiques car elle impose aujourd'hui un calcul statique et ne tient pas compte de l'apport d'inertie des éléments de structure.



Menuiseries en applique



Etanchéité à l'air des enveloppes



Volets de ventilation naturelle



"Transparence" horizontale à l'air



"Transparence" verticale à l'air

ECS solaire



Puits climatique



Merci pour votre attention



www.nobatek.com