

Table des matières

1. Introduction
2. Isolation du toit
- 3. Isolation des murs**
 1. Par l'extérieur
 2. Par la coulisse
 3. Par l'intérieur
4. Isolation des sols
5. Les fenêtres
6. L'isolation des conduites

Isolation des murs

Par l'extérieur



Par l'intérieur



Source : Pierre Demesmaecker

Dans la coulisse



Isolation des murs par l'extérieur



- 😊 Continuité de l'isolant
- 😊 Pas de ponts thermiques
- 😊 Pas de perte de place à l'intérieur
- 😊 N'affecte pas les finitions intérieures
- 😊 L'étanchéité de la façade améliorée
- 😊 Masse thermique préservée
- 😞 Autorisations en matière d'urbanisme : modification de l'aspect extérieur
- 😞 Coût élevé

→ A privilégier !

→ Utilisation d'un SYSTEME (isolant + enduit), de préférence

Isolation des murs par remplissage de la coulisse

- 😊 Finitions intérieures et extérieures conservées
- 😊 Pas d'encombrement
- 😊 Bon marché
- 😞 Contraintes thermiques et hygriques élevées pour le parement – GEL !
- 😞 Si coulisse suffisamment large (min 4 cm)
- 😞 Pas applicable si parement peint ou émaillé
- 😞 Epaisseur isolant limitée
- 😞 Ponts thermiques accentués (linteaux)
- 😞 Ponts de mortier
- 😞 A priori négatifs

→ Entreprise spécialisée : contrôles avant et après exécution!



Isolation des murs par l'intérieur

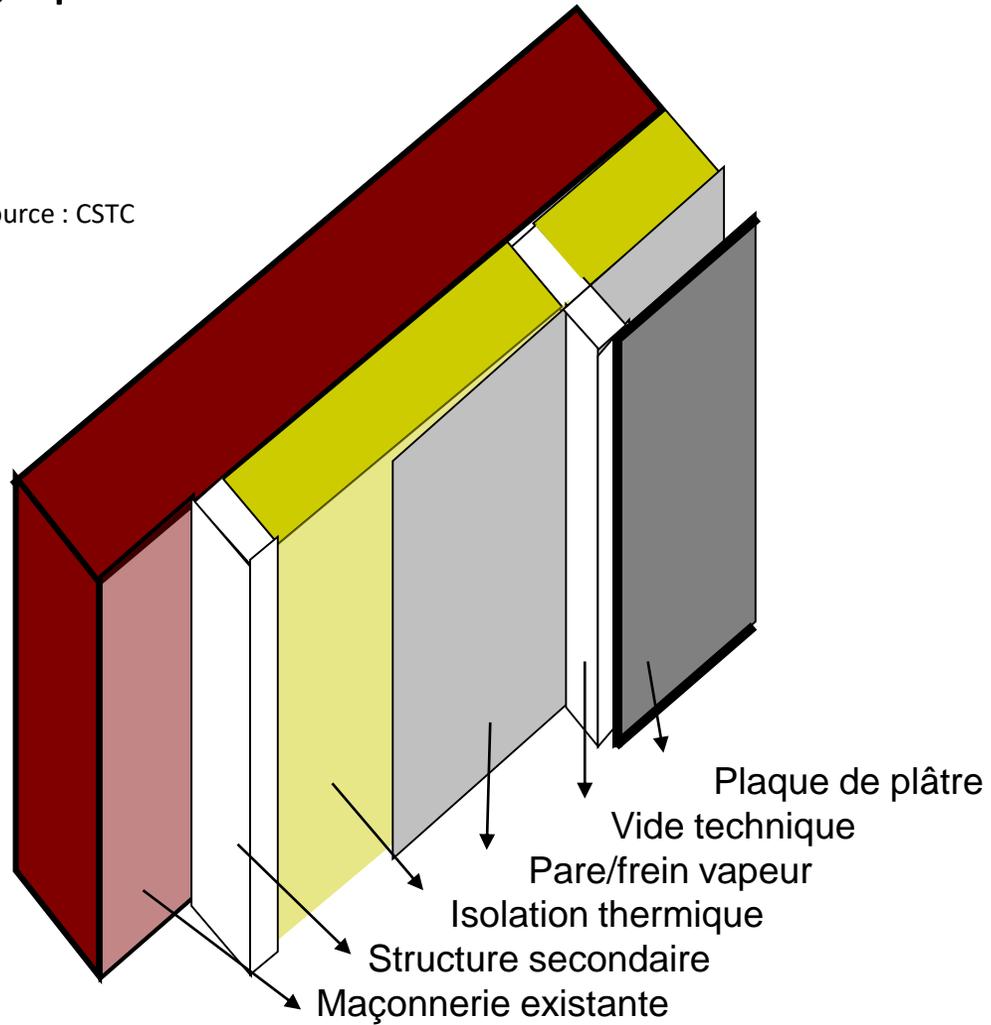


1. **Quels systèmes ?**
2. Incidences sur le mur existant (température/humidité)
3. Limiter les risques de condensation interne
4. Ponts thermiques
5. Bilan

Isolation des murs par l'intérieur – les systèmes

➤ Doublage par ossature

Source : CSTC



Source : Pierre Demesmaecker

Isolation des murs par l'intérieur – les systèmes

➤ Doublage par plaque isolante



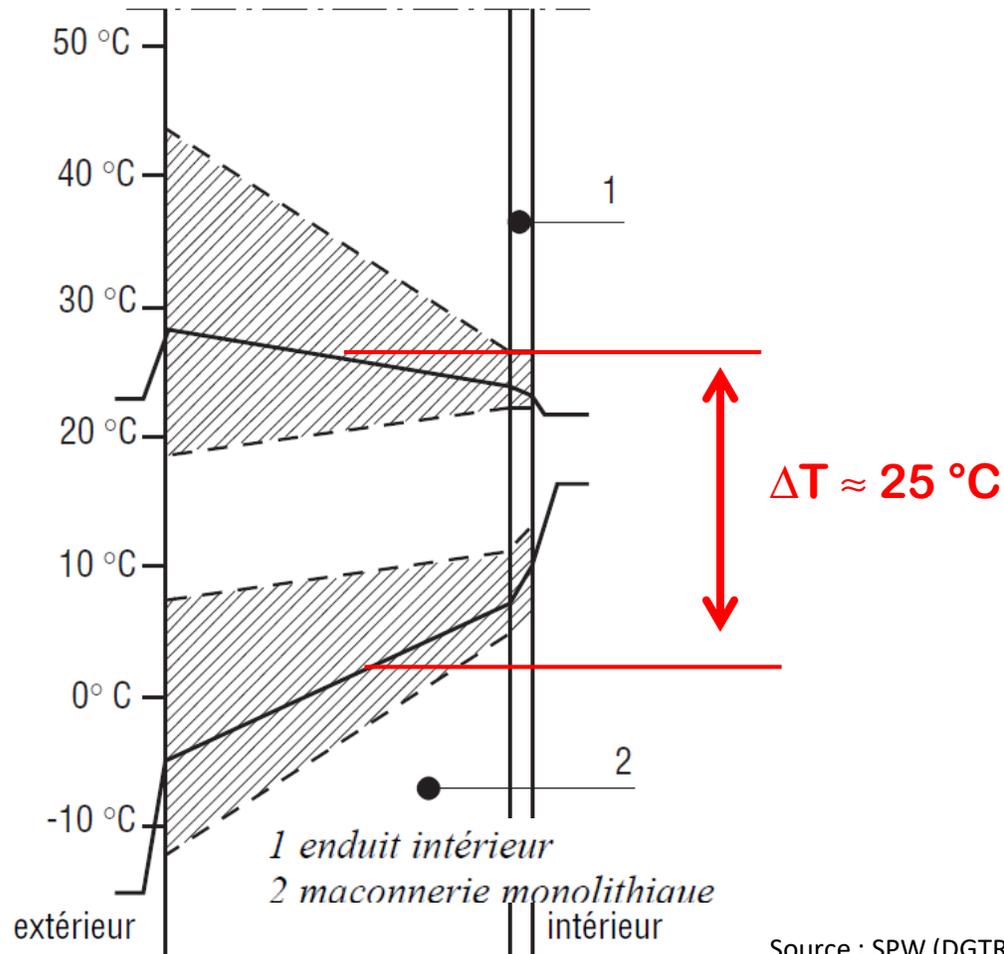
Source : Recticel



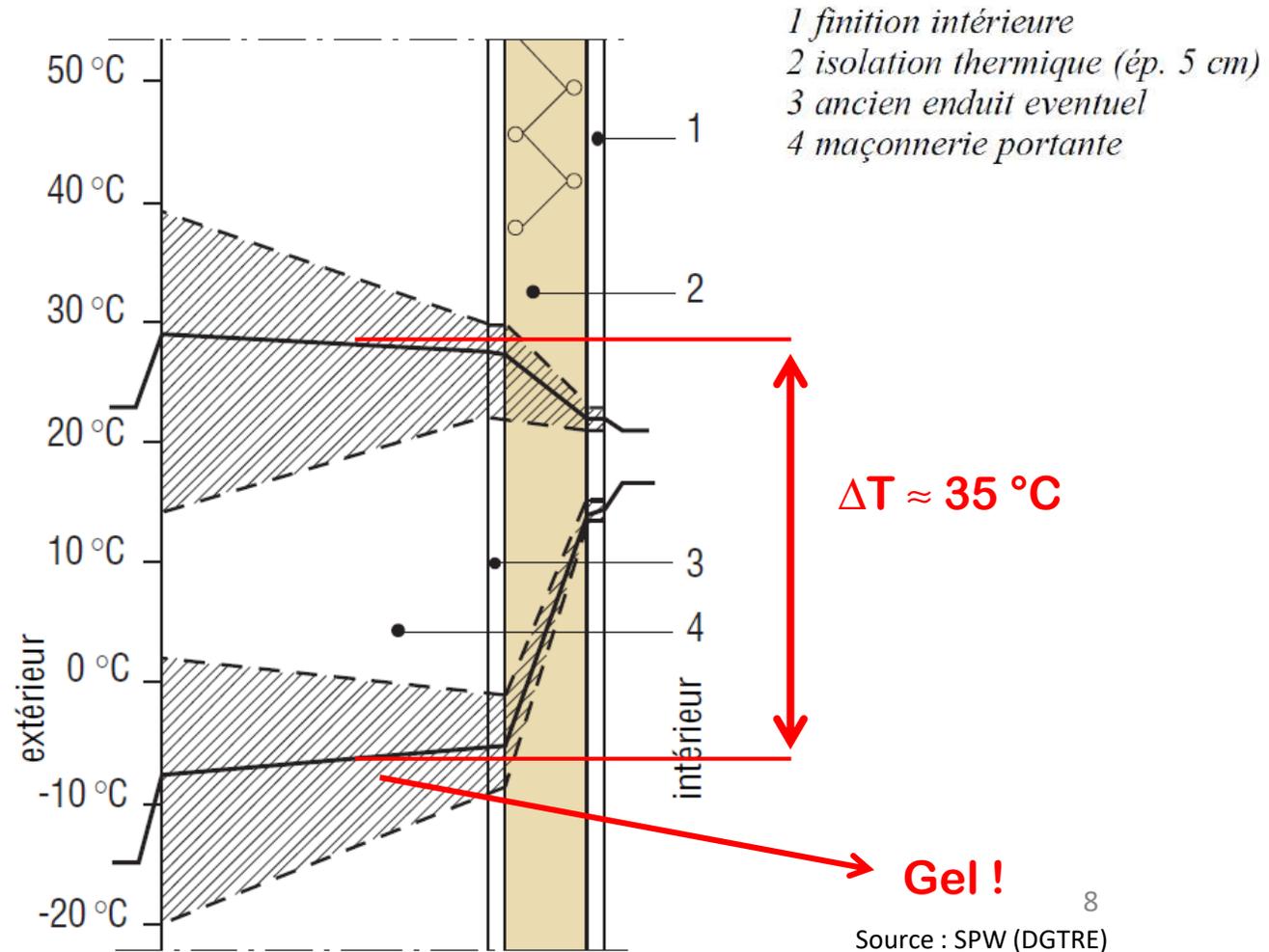
Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

➤ Variations de température

Evolution de la température au sein d'un mur plein non isolé

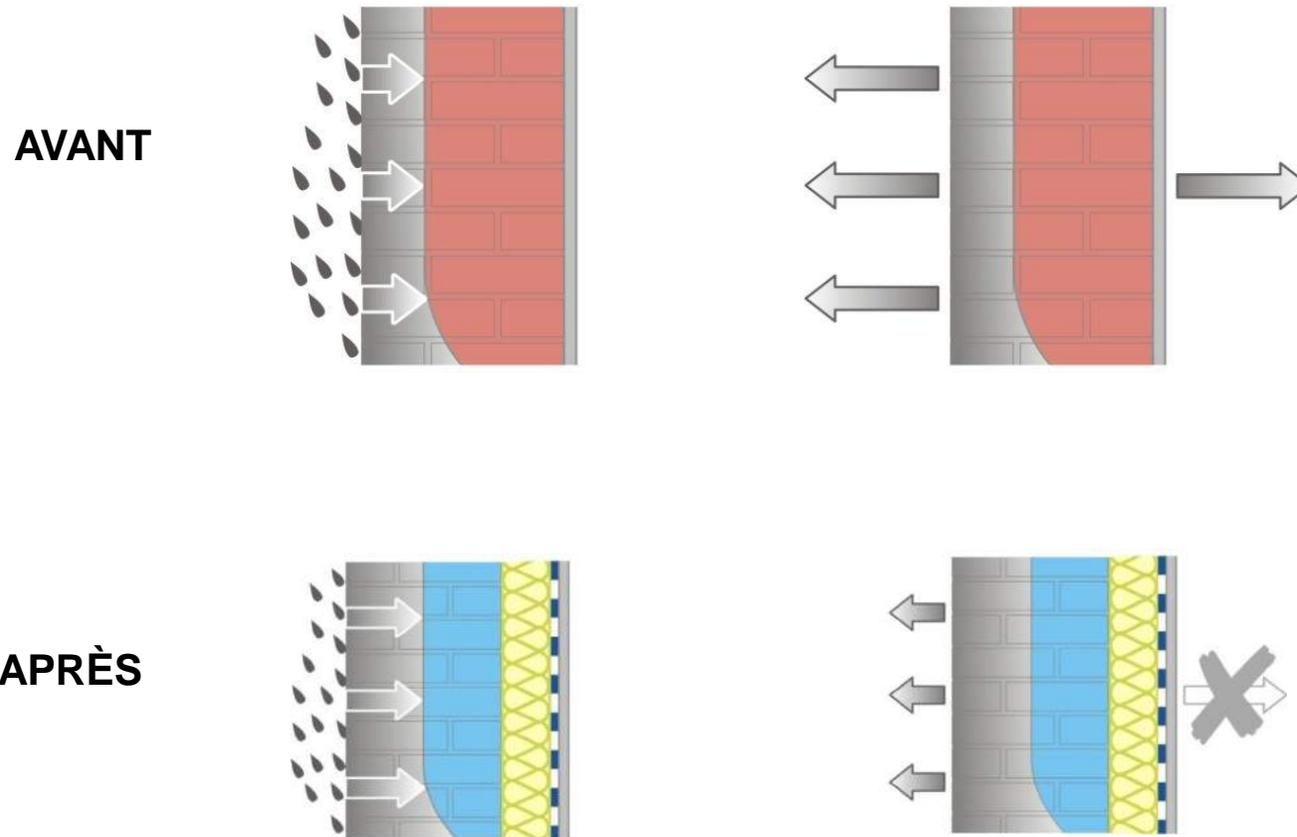


Evolution de la température au sein d'un mur plein isolé par l'intérieur



Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

➤ Variations d'humidité



 Séchage limité par l'intérieur

Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

➤ Variations d'humidité

Séchage limité



Risque de dégradation de matériaux sensibles à l'humidité encastrés dans les murs (poutres en bois,...)



Photo : Thomas Dittert, DR-Architekten GbR, Dittert & Reumschüssel, Hamburg

Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

➤ Variations de température et d'humidité

➔ Risques de dégradation de la maçonnerie par le gel



Gélvité des briques



Source : CSTC

Gélvité du mortier de pose des briques



Source : CSTC

➔ Gel des conduites d'eau encastrées dans les murs !

Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

➤ Sources d'humidité dans le mur existant

En pratique : nécessité de disposer d'un mur sec ou de le protéger de toute source d'humidification dont :

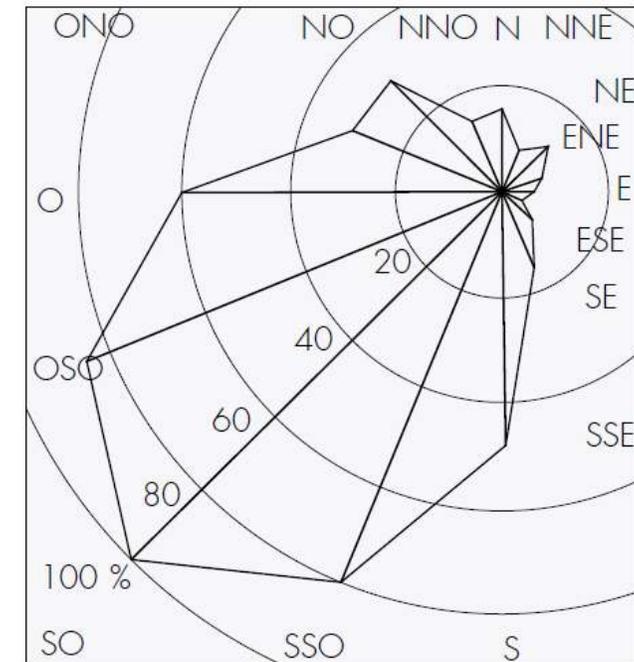
➔ **Pluies battantes**



Source : Injeco



Fig. 10 Produit de l'intensité moyenne des pluies battantes par leur durée moyenne au cours d'une année.



Source : CSTC

➤ Solutions : bardage (!), hydrofugation

Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

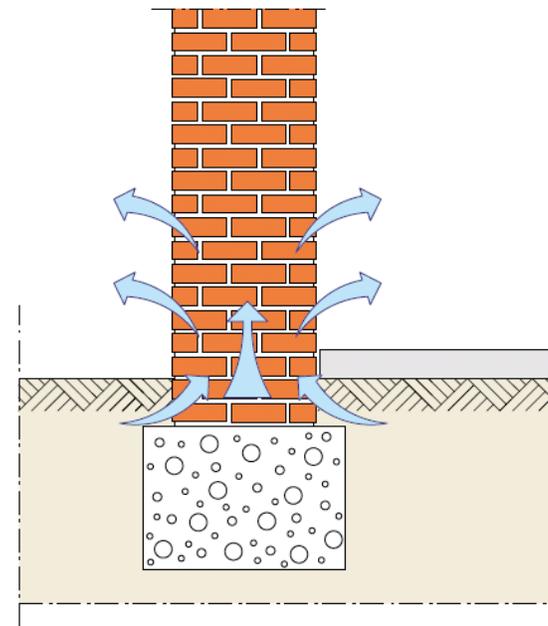
- Sources d'humidité dans le mur existant

Humidité ascensionnelle

- Quelles techniques pour le bâti existant ?



Source : The Little White House



Source : CSTC



- Solutions : injection de produits hydrophobes



Source : CSTC

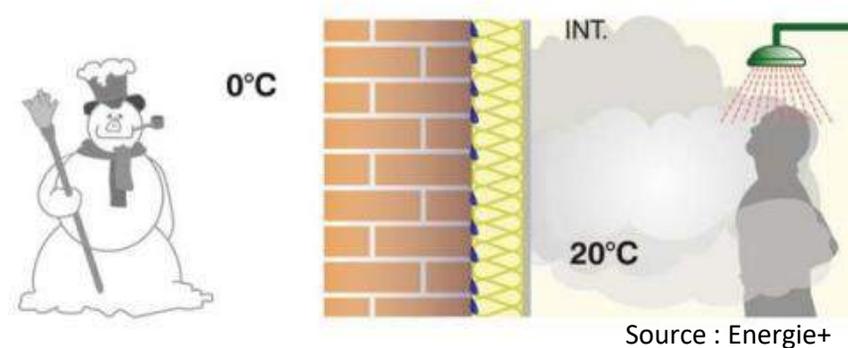
Isolation des murs par l'intérieur—incidences sur le mur existant

- Sources d'humidité dans le mur existant



Condensation

- En saison de chauffe : vapeur d'eau contenue dans l'air veut migrer vers l'extérieur.



Source : Energie+

- Si pas de barrière suffisante à la vapeur, il y a condensation au point de rosée et/ou sur surface froide.

➡ C'est une autre forme d'humidification du mur ! A éviter !

Isolation des murs par l'intérieur

Limiter les risques de condensation interne

- Disposer d'un climat intérieur « normalement sec ».

➡ Importance de la ventilation hygiénique

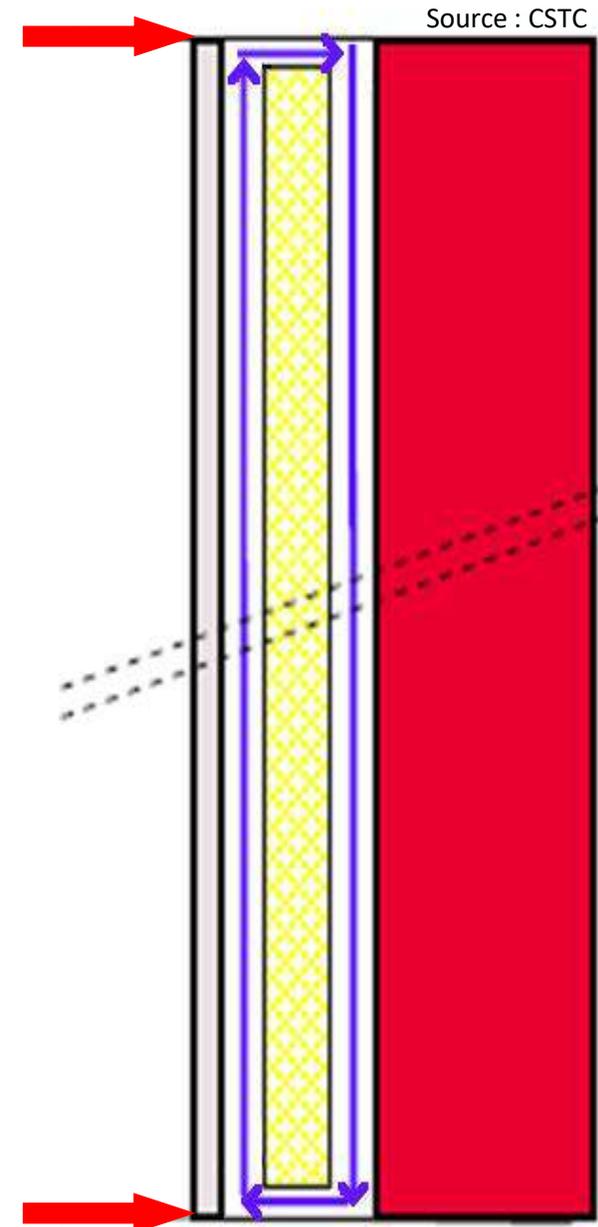
- Prévoir une étanchéité à l'air performante du côté intérieur de l'isolant

- Si isolant perméable à l'air (LM,...) : l'air humide traverse l'isolant
- Discontinuités dans l'isolant : risque de contournement de l'isolant!

➡ Quantité élevée de condensats!
Soigner particulièrement l'étanchéité à l'air!



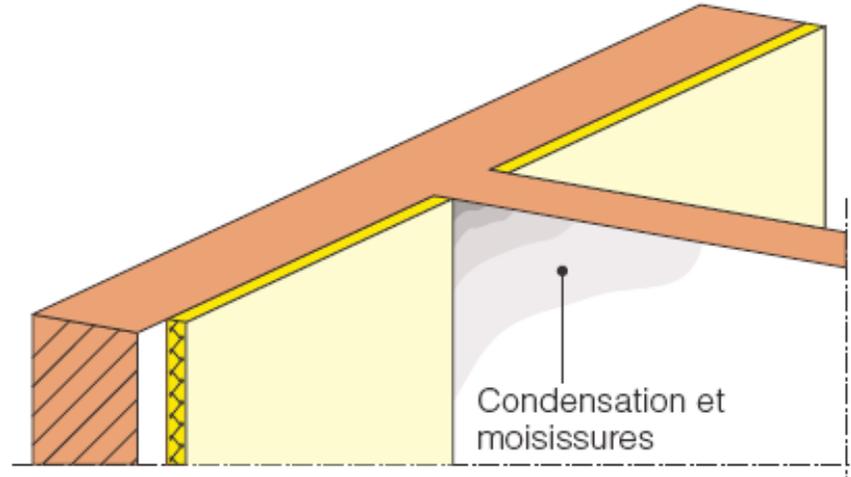
Source : Pierre Demesmaecker



Source : CSTC

Isolation des murs par l'intérieur – ponts thermiques

➤ Une discontinuité de l'isolant



Source : Energie+

➤ Impact énergétique

Une augmentation de la résistance thermique de l'isolation au-delà d'une valeur de 1,5 à 2 m²K/W (soit des épaisseurs d'isolant de 6 à 8 cm présentant une valeur λ égale à 0,04 W/mK) a peu de sens d'un point de vue énergétique sans un traitement soigné des nœuds constructifs.

Source : CSTC-contact n°38 (2-2013)

➡ Il faut résoudre les ponts thermiques et soigner les nœuds constructifs!

Isolation des murs par l'intérieur – Bilan

- 😊 L'aspect extérieur non modifié
- 😞 Mur doit être étanche et rester sec
- 😞 Ponts thermiques
- 😞 Volume intérieur diminué
- 😞 Contraintes thermiques dans la façade
- 😞 Les finitions intérieures doivent être refaites
- 😞 Risque de condensation interne
- 😞 Masse thermique diminuée



→ Technique délicate, à éviter si possible...

A étudier + soigner la mise en œuvre !

Isolation des murs

Rentabilité

- Hypothèse sur le prix de l'énergie combustible prise à : 0.09 € TVAC / kWh
- Hypothèse sur le prix de l'énergie électrique prise à : 0.17 € TVAC / kWh

Mesure	Economie (€ par m ²)	Coût (€ TVA 21 % comprise par m ²)	Temps de retour simple (hors subside, en années)	Ordre de grandeur d'épaisseur d'isolant recommandée	Points d'attention
Isoler les murs extérieurs par l'extérieur	7 ~ 15	120 ~ 160	± 12	12 à 15 cm minimum	A privilégier : limite le risque de ponts thermique, pas de perte de place à l'intérieur, pas de modification des finitions intérieures, masse thermique préservée, nécessite généralement l'obtention d'un permis d'urbanisme
Isoler les murs extérieurs par l'intérieur	7 ~ 15	50 ~ 70	± 5	12 à 15 cm	A éviter : risque élevé de ponts thermiques et de condensation interne, inertie thermique diminuée, modification des finitions intérieures et techniques (chauffage, électricité).
Isoler les murs extérieurs par le remplissage de la coulisse	5 ~ 10	20 ~ 30	± 3	Épaisseur de la coulisse	Bonne technique mais à certaines conditions : à réaliser par une entreprise spécialisée, coulisse suffisamment large (min 4 cm), pas applicable si parement peint ou émaillé. Attention au respect des critères d'isolation pour bénéficier des aides.

Table des matières

1. Introduction
2. Isolation du toit
3. Isolation des murs
- 4. Isolation des sols**
5. Les fenêtres
6. L'isolation des conduites

Isolation des sols

Où isoler ?

➤ Si présence de caves ou vides ventilés

➔ Préférer l'isolation du plafond des caves/vides ventilés
(assimilable à une isolation par l'extérieur)

😊 Finitions intérieures conservées

😊 Pas d'encombrement

😊 Bon marché

😞 Réduction de la hauteur des caves

😞 Attention à la présence de câbles/tuyauteries sur le plafond

Isolation des sols

Où isoler ?

➤ Sol sur terre-plein

Isoler par le « haut » ou « sur sol » :
remonter les niveaux des sols et y incorporer un isolant

😊 ?

- ☹️ Nombreux problèmes annexes (hauteurs portes, escaliers, WC, ...)
- ☹️ Assimilable à une isolation par l'intérieur (risques de condensation interne, ...)

➔ envisageable si rénovation « lourde »

Isolation des sols

Où isoler ?

➤ Dans le gîtage en bois

Incorporer un isolant dans l'épaisseur du gîtage en bois

- 😊 Finitions intérieures conservées
- 😊 Pas d'encombrement
- 😊 Bon marché
- ☹️ Difficulté de réaliser une étanchéité à l'air et à la vapeur correcte (entre l'isolant et le revêtement de sol)
 - ➔ risques de condensation interne
 - ➔ Prévoir une finition sous l'isolant capillaire et/ou très perméable (ouverte) à la vapeur

Isolation des sols

Rentabilité

- Hypothèse sur le prix de l'énergie combustible prise à : 0.09 € TVAC / kWh
- Hypothèse sur le prix de l'énergie électrique prise à : 0.17 € TVAC / kWh

Mesure	Economie (€ par m ²)	Coût (€ TVA 21 % comprise par m ²)	Temps de retour simple (hors subside, en années)	Ordre de grandeur d'épaisseur d'isolant recommandée	Points d'attention
ISOLATION DE L'ENVELOPPE					
Isoler le sol par le plafond des caves ou le vide ventilé	6 ~ 12	15 ~ 25	± 3	10 à 15 cm	
Isoler le sol sur le terre-plein	5 ~ 10	25 ~ 35	± 3	8 à 12 cm	Si absence de cave ou de vide ventilé, nécessite le changement de revêtement de sol. Coût du revêtement de sol non compris.

Table des matières

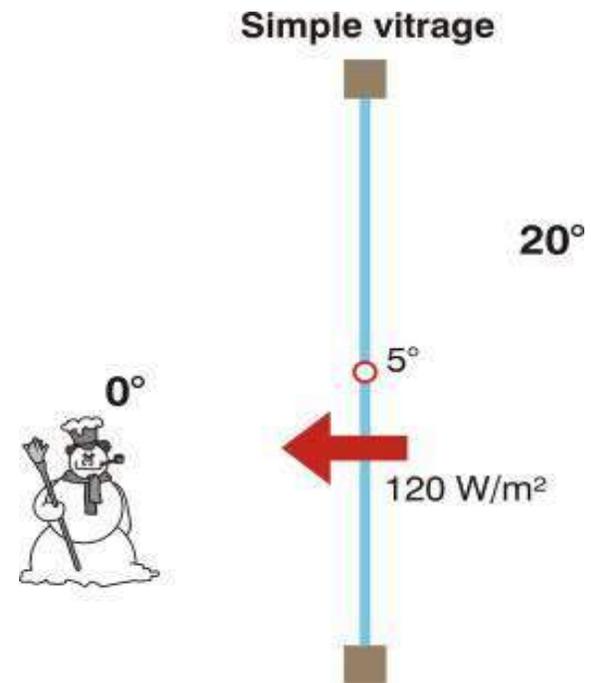
1. Introduction
2. Isolation du toit
3. Isolation des murs
4. Isolation des sols
- 5. Les fenêtres**
6. L'isolation des conduites

Les fenêtres



Source : Icedd

Le vitrage d'avant 1960-1970...



U vitre = 6 W/m².K

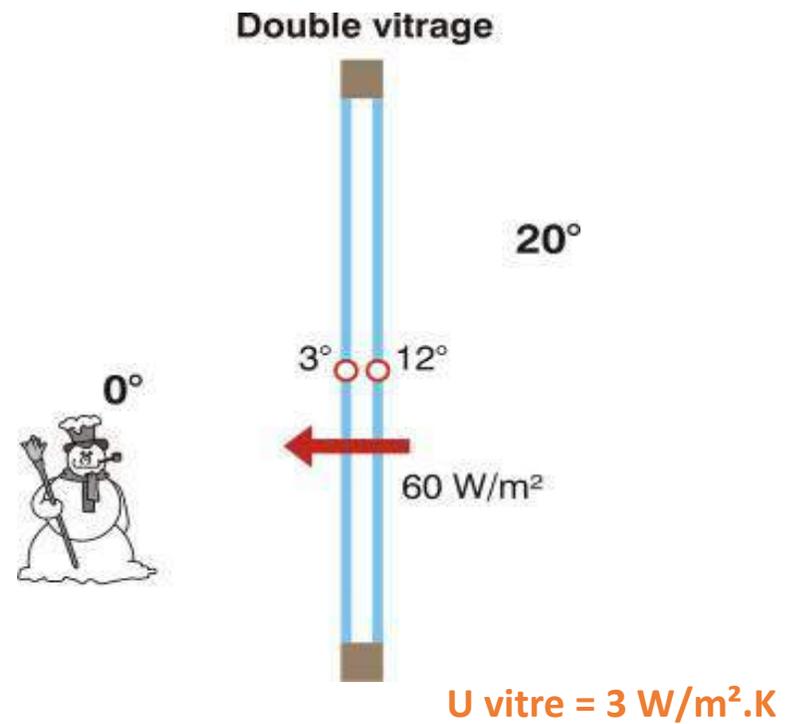
Les fenêtres



Source : Icedd

Avant 2000 - 2010...

Lame d'air entre les 2 vitres.



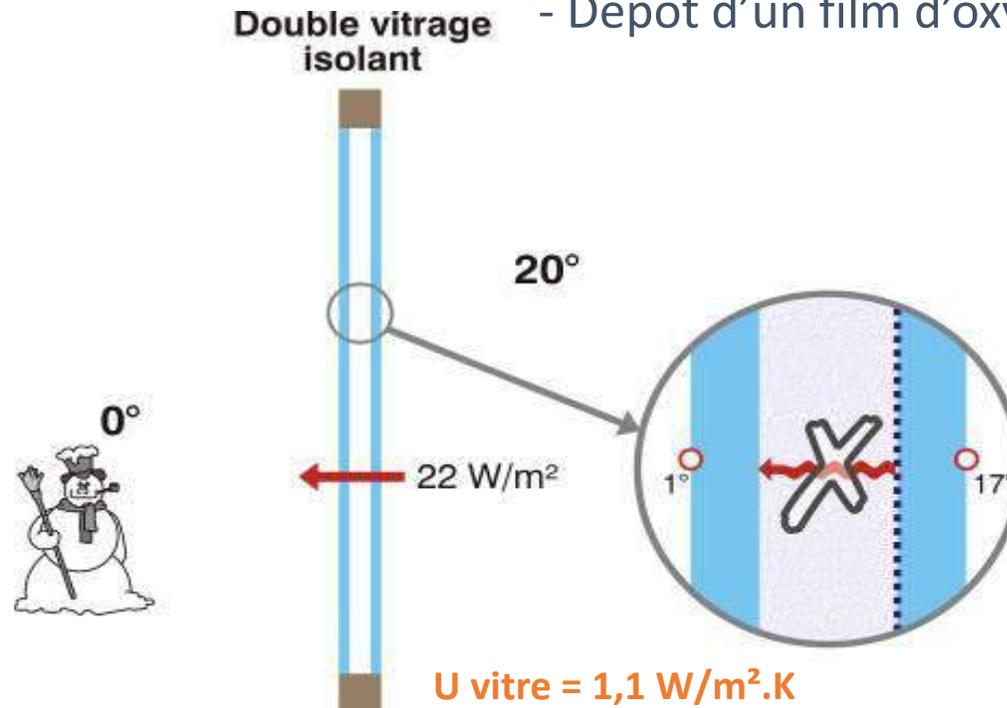
Les fenêtres



Source : Pierre Demesmaecker

Le vitrage actuel ...

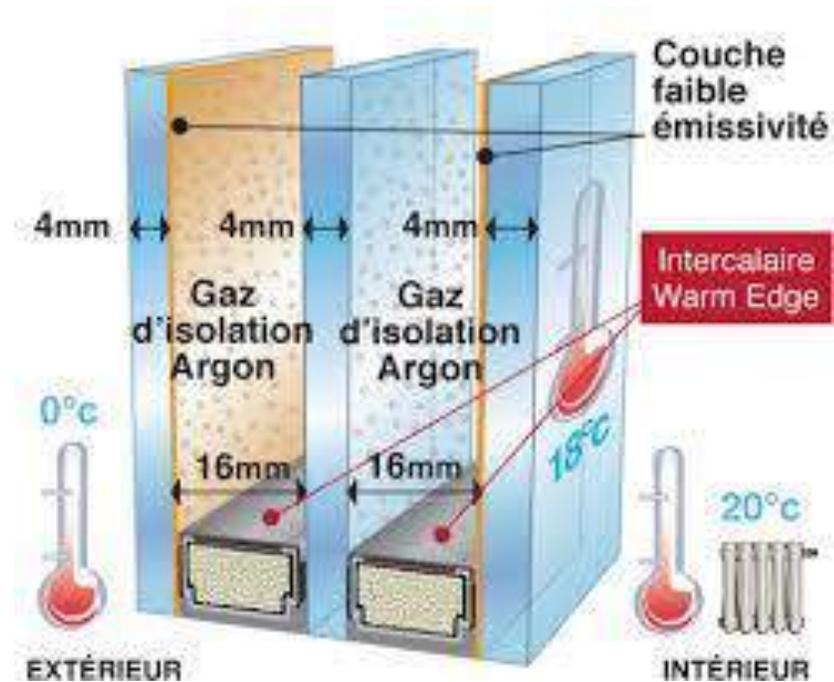
- Gaz peu conducteur entre les 2 vitres.
- Dépôt d'un film d'oxyde métallique



Les fenêtres

Le triple vitrage récent

- Gaz peu conducteur entre les 3 vitres.
- Dépôt d'un film d'oxyde métallique



Source : grosfillex.com

U vitre = 0,5 -> 0,7 W/m².K



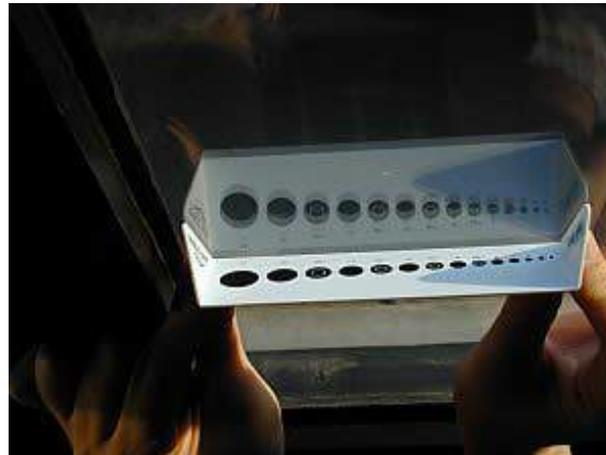
Les fenêtres

Comment reconnaître un double vitrage « ordinaire »
d'un double vitrage « super isolant » ?



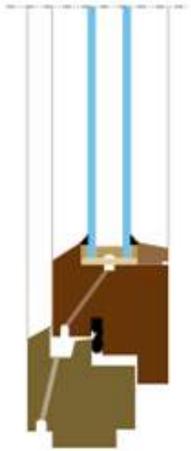
Une bonne adresse

<http://www.vgi-fiv.be/content/fr/publications/valeurs-k-des-vitrages-isolants.php?lang=FR>



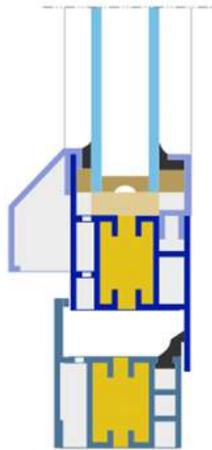
Les fenêtres

Le châssis



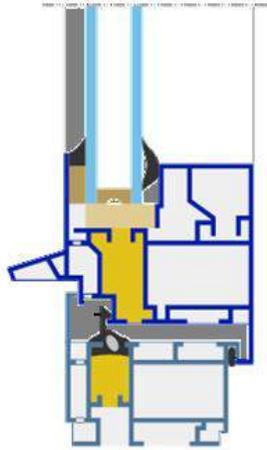
Bois

$U_f = 1,5 \rightarrow 2,2$
 W/m^2K



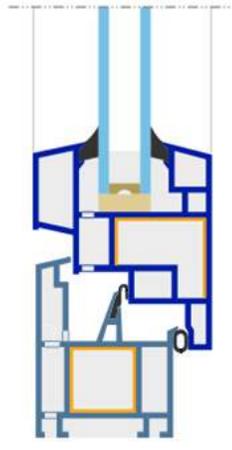
Acier

Avec coupure thermique :
 $U_f = 3 \rightarrow 4,5$
 W/m^2K



Alu

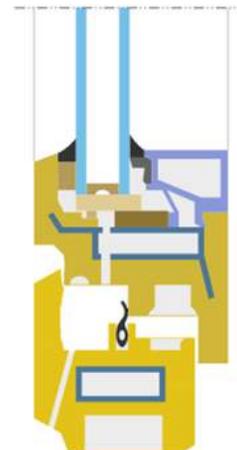
$U_f = 1,6 \rightarrow 2$
 W/m^2K



PVC

Polyuréthane (PUR)

$U_f = \sim 2,8$
 W/m^2K



Alu-PUR-bois

$U_f = \sim 0,7$
 W/m^2K

Les fenêtres

Le remplacement d'une fenêtre :

- Amélioration du confort (température de surface augmentée ET suppression des courants d'air)
- Intervention « d'entretien » du bâtiment
- Amélioration contre l'effraction
- Amélioration sécurité en cas de bris
- Amélioration de l'isolation acoustique
- Permet de soigner l'étanchéité à l'air
- ...

NE PAS OUBLIER LA VENTILATION !



Les fenêtres

Rentabilité

- Hypothèse sur le prix de l'énergie combustible prise à : 0.09 € TVAC / kWh
- Hypothèse sur le prix de l'énergie électrique prise à : 0.17 € TVAC / kWh

Mesure	Economie (€ par m ²)	Coût (€ TVA 21 % comprise par m ²)	Temps de retour simple (hors subside, en années)	Ordre de grandeur d'épaisseur d'isolant recommandée	Points d'attention
Remplacer les fenêtres simple vitrage par des châssis performants équipés de double vitrage super-isolant	15 ~ 30	400 ~ 600	± 22	Châssis U<2 W/m ² K et vitrage U=1,0 W/m ² K	Des nouveaux châssis ont un temps de retour fort long mais améliorent significativement le confort des occupants. Veiller au respect de la réglementation en matière de ventilation (une manière est de placer une grille de ventilation intégrée au châssis).
Remplacer un double vitrage classique par du double vitrage super-isolant sur châssis existant	7 ~ 15	±100,0	± 8	Vitrage U=1,0 W/m ² K	Le double vitrage super isolant (U = 1W/m ² k) est trois fois plus isolant qu'un vitrage double vitrage classique. Dans le cas de châssis en bon état, et tout particulièrement pour des grandes baies vitrées, cela vaut la peine de remplacer uniquement le vitrage.

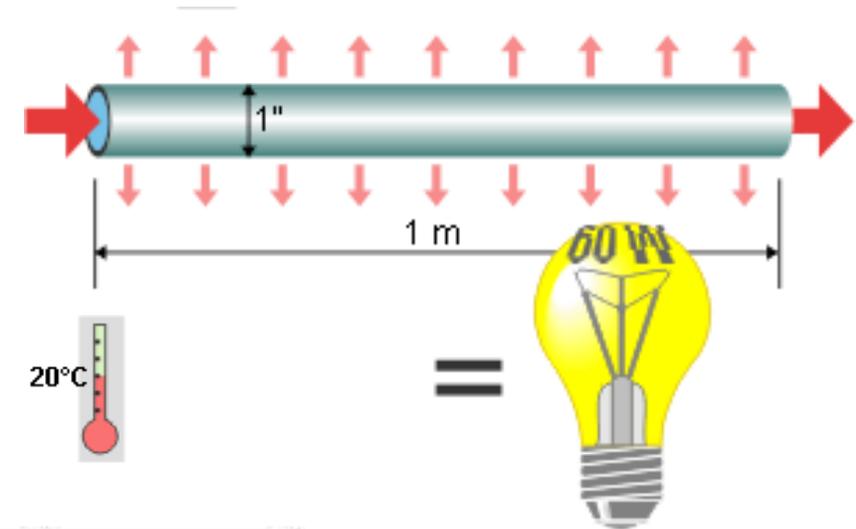
Table des matières

1. Introduction
2. Isolation du toit
3. Isolation des murs
4. Isolation des sols
5. Les fenêtres
- 6. L'isolation des conduites**

Isolation des conduites

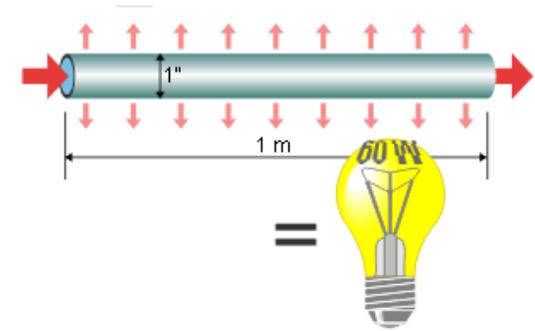
Ordre de grandeur :

1 m de tuyau en acier non isolé de 1 pouce
(DN25) avec de l'eau à 70 °C = 60 W



Perte de chaleur d'un tuyau en acier non isolé en [W/m]										
DN [mm]	10	15	20	25	32	40	50	62	80	100
Diam [pouce]	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
T _{eau} - T _{air} :										
20°C	11	13	17	21	26	30	38	47	55	71
40°C	22	29	36	45	57	65	81	101	118	152
60°C	36	46	58	73	92	105	130	164	191	246
80°C	52	67	84	105	132	151	188	236	276	355

Isolation des conduites



Chauffage :

10 m de conduite DN25 non isolée au plafond d'une cave représente :

$$10 \times 60 \text{ W} = 600 \text{ W}$$

Soit sur la saison de chauffe :

$$5800 \text{ h} \times 0,6 \text{ kW} = 3480 \text{ kWh ou } 3480 \times 0,07 = \mathbf{243 \text{ €} !!}$$

Boucle d'ECS :

100 m de conduite DN25 non isolée au plafond d'une cave représente :

$$100 \times 60 \text{ W} = 6000 \text{ W}$$

Soit sur l'année :

$$8760 \text{ h} \times 6 \text{ kW} = 52\,560 \text{ kWh ou } 52\,560 \times 0,07 = \mathbf{3679 \text{ €} !!}$$

Isolation des conduites

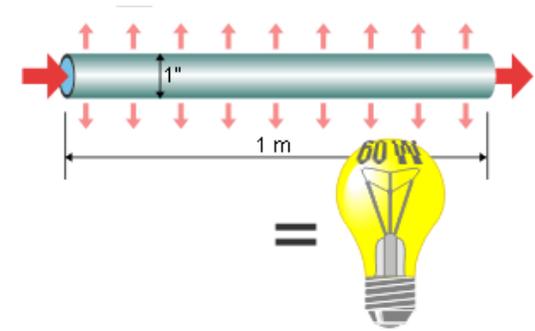
Isoler les conduites dans les espaces chauffés?



Pour éviter les problèmes de surchauffe !

Particulièrement recommandés si :

- Irrigation continue même lorsque la VT est fermée
- Longueur ou diamètre de conduite important



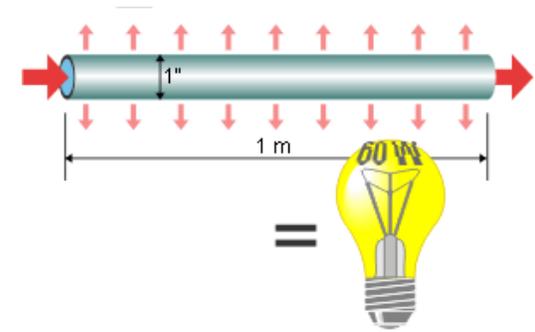
Exemple :

10 x 4 m de conduite DN32 non isolée dans le volume chauffé représente : 40 x 60 W = 2,4 kW

= puissance d'un radiateur, allumé en permanence!

Isolation des conduites

Isoler les vannes :



Au moyen de matelas
démontables

Isoler les conduites

Rentabilité

- Hypothèse sur le prix de l'énergie combustible prise à : 0.09 € TVAC / kWh
- Hypothèse sur le prix de l'énergie électrique prise à : 0.17 € TVAC / kWh

Mesure	Economie	Temps de retour simple (hors subside en années)	Points d'attention / commentaires
INSTALLATION DE CHAUFFAGE			
Isoler les conduites dans les locaux non chauffés	90% des pertes	1 à 2 ans	1 m de tuyau en acier non isolé d'un pouce de diamètre avec de l'eau à 70°C équivaut à une perte de 60W!
Coller un isolant couvert d'un réflecteur à l'arrière des radiateurs	± 1% de la consommation de chauffage	1 à 5 ans	

Isolation des conduites – réglementation PEB



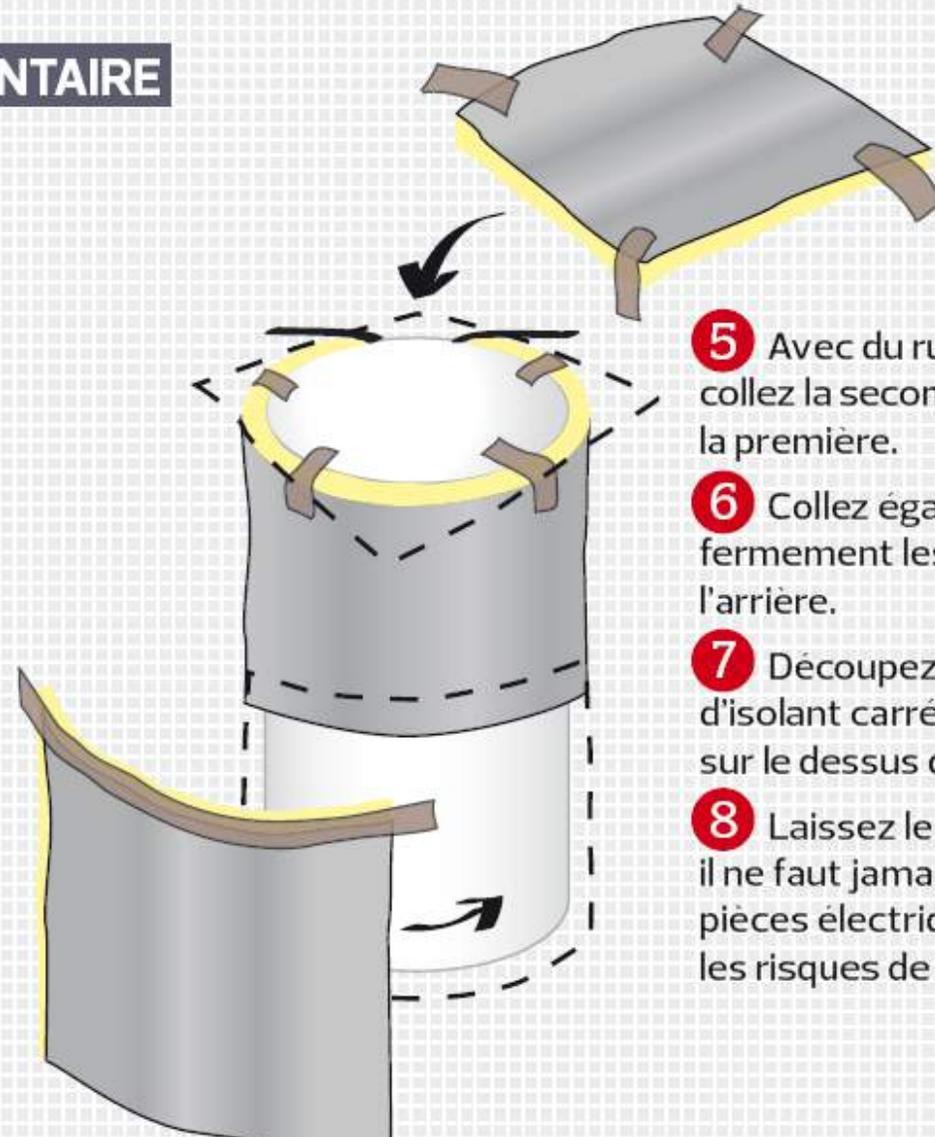
Diamètre extérieur de la conduite en mm	Epaisseur de l'isolant après pose en mm			
	Extérieur du VP		Intérieur du VP (*)	
	$\lambda < 0,035$	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$	$\lambda < 0,035$	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$
de 20 à 24,9	13	23	11	19
de 25 à 29,9	17	29	13	22
de 30 à 39,9	22	35	16	26
de 40 à 60,9	27	42	21	32
de 61 à 89,9	35	54	25	37
de 90 à 114,9	39	59	28	41
de 115 à 159,9	42	62	32	46
de 160 à 229,9	47	68	36	50
de 230 à 329,9	49	70	38	53
≥ 330	60	80	50	60

Isolation des conduites

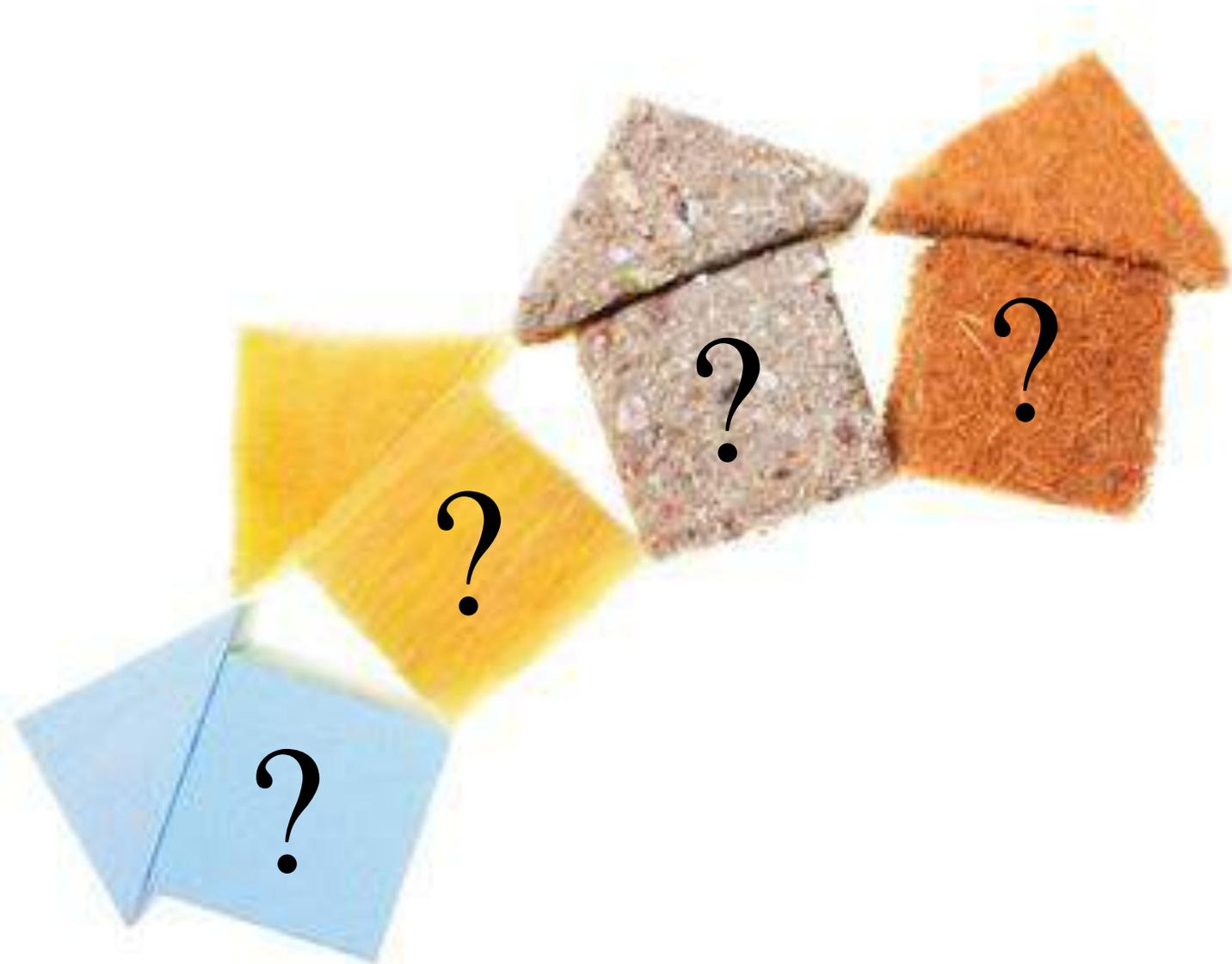
Isoler les boilers :

ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE = ÉCONOMIES!

- 1** Achetez un rouleau de laine minérale de 60 cm de largeur et 6 cm d'épaisseur. Une longueur de 6 mètres est suffisante.
- 2** Mesurez le contour de la cuve du boiler, ou du moins la partie qu'il est possible d'isoler (autour des étrier à l'arrière, l'espace est insuffisant).
- 3** Coupez deux morceaux de laine minérale de la bonne longueur.
- 4** Placez la première pièce autour de la moitié supérieure. Collez-la de manière définitive sur le dessus du boiler.



- 5** Avec du ruban adhésif, collez la seconde pièce contre la première.
- 6** Collez également fermement les deux pièces à l'arrière.
- 7** Découpez un morceau d'isolant carré et placez-le sur le dessus du boiler.
- 8** Laissez le dessous libre : il ne faut jamais isoler des pièces électriques pour éviter les risques de surchauffe.



Merci pour



votre attention

Pierre DEMESMAECKER

ICEDD asbl

Institut de Conseil et d'Etude en Développement Durable
Responsable de l'équipe Bâtiment – Consultance et Stratégie

☎ : 081 25 04 80 E-mail : pdm@icedd.be