

Rénovation

Modernisation futée
avec la laine de verre Isover.

4^e édition actualisée



Table des matières

INTRODUCTION À LA THÉMATIQUE DE LA RÉNOVATION DES BÂTIMENTS	4
Rénover aujourd'hui	4
Le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®)	7
Rénovations des bâtiments subventionnées par l'État - vue d'ensemble	8
Aide à la planification	10
 1 TOITURES INCLINÉES	 12
Toiture inclinée	13
1.1 Isolation entre chevrons	13
• Rénovation depuis l'extérieur et l'intérieur	13
• Assainissement depuis l'intérieur	14
• Assainissement depuis l'extérieur	20
 2 MURS	 22
Murs extérieurs	23
2.1 Isolation extérieure (maçonnerie)	23
• Assainissement depuis l'extérieur	
2.2 Isolation intérieure (maçonnerie)	26
• Assainissement depuis l'intérieur	
2.3 Isolation dans l'ossature et isolation extérieure (construction à ossature bois)	28
• Assainissement depuis l'extérieur	
2.4 Isolation extérieure (madrier)	29
• Assainissement depuis l'extérieur	
2.5 Isolation intérieure (madrier)	30
• Assainissement depuis l'intérieur	

3 SOLS ET PLAFONDS	31
3.1 Combles	32
3.1.1 Isolation dans l'ossature (construction à ossature bois)	32
• Assainissement par le dessus	
3.1.2 Isolation sur l'ossature (construction à ossature bois)	34
• Assainissement par le dessus	
3.2 Plafond de cave	36
3.2.1 Isolation dans l'ossature (construction à ossature bois)	36
• Assainissement par le dessous ou le dessus	
3.2.2 Isolation sous l'ossature (construction à ossature bois)	37
• Assainissement par le dessous	
3.2.3 Isolation sous la structure (béton)	38
• Assainissement par le dessous	
4 AMÉNAGEMENT DE CAVE	39
4.1 Variante 1	40
4.1.1 Isolation intérieure (paroi)	40
• Assainissement depuis l'intérieur	
4.1.2 Isolation intérieure (plancher)	41
• Assainissement depuis l'intérieur	
4.2 Variante 2	42
4.2.1 Isolation intérieure (paroi)	42
• Assainissement depuis l'intérieur	
4.2.2 Isolation intérieure (plancher)	43
• Assainissement depuis l'intérieur	
ANNEXES	44
I Liens utiles	44
II Amortissements	45
III Glossaire	49

Rénover aujourd'hui

L'assainissement énergétique, un engagement pour l'avenir

L'énergie est un bien précieux et **rares sont les sources d'énergie disponibles en quantité illimitée**. Les énergies fossiles sont responsables des émissions de CO₂ et donc du réchauffement climatique. Notre approvisionnement énergétique se caractérise en outre par une **forte dépendance vis-à-vis de l'étranger**, les trois quarts de l'énergie étant importés de l'étranger. Or le développement des énergies renouvelables ne progresse que très lentement.

En Suisse, les bâtiments sont responsables d'environ 40 pour cent de la consommation d'énergie et d'environ un tiers des émissions de CO₂. Plus d'un million de maisons ne sont pas ou peu isolées et **nécessitent donc une rénovation énergétique urgente**. Le taux de rénovation des bâtiments mal ou pas du tout isolés n'a pu être augmenté que de manière insuffisante ces dernières années.

Pourtant, les solutions techniques sont connues ; de nombreux bâtiments ont été rénovés avec succès au cours des vingt dernières années. Et les bénéfices sont majeurs : les besoins en chauffage - et donc les émissions de CO₂ - peuvent être réduits de 60 à 90 % avec une rénovation globale.

Quelques motifs de rénovation énergétique :

- Réduction des émissions de CO₂
- Contribution à la réalisation de la société à 2000 Watt
- Minimisation de la dépendance vis-à-vis des fournisseurs d'énergie étrangers
- Augmentation du confort et de la valeur tout en réduisant les frais annexes
- Création de valeur ajoutée et d'emplois locaux supplémentaires dans le secteur de la construction.



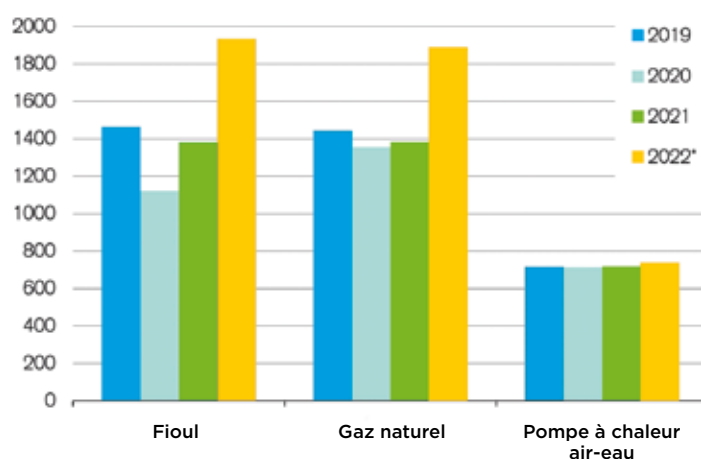
Économiser des coûts d'énergie grâce à des mesures de rénovation

L'évolution des coûts de l'énergie - une chose incertaine

Nous devons partir du principe que les coûts de l'énergie vont augmenter à l'avenir. Rien n'indique le contraire. La seule question est de savoir quelle sera l'ampleur de ces augmentations. Le consommateur est le plus souvent impuissant face à l'évolution des prix. Nous sommes en revanche en mesure de réduire notre consommation d'énergie. Quand la quantité d'énergie consommée est faible, les augmentations de prix ont nettement moins d'impact !

Évolution des frais de chauffage d'un ménage suisse moyen (2,2 personnes et 99 mètres carrés) entre 2019 et 2022 en fonction des sources d'énergie en francs.

* Année 2022 : prévision



Source : Office fédéral de la statistique, Prognos, Énergie Suisse, energie.ch, Credit Suisse

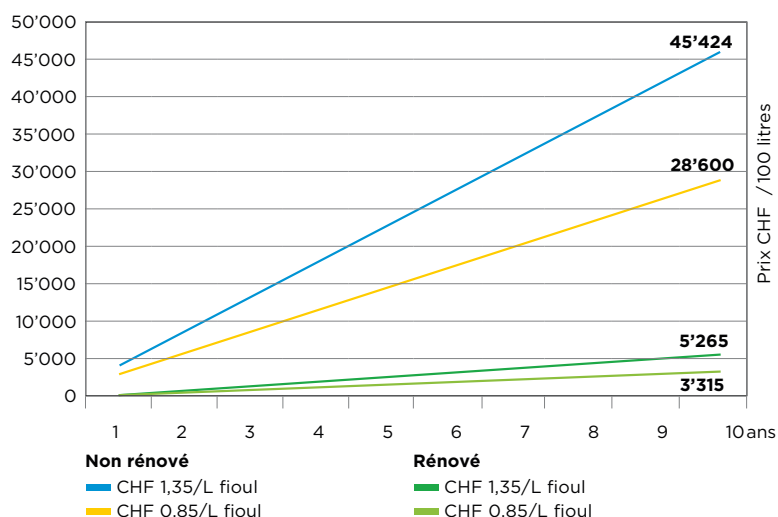
L'impact du prix de l'énergie sur les frais de chauffage : l'exemple du fioul

Le prix du fioul est soumis à de fortes fluctuations et il est pratiquement impossible d'émettre des hypothèses fiables sur son évolution sur quelques années. Il en va de même pour d'autres sources d'énergie comme le gaz ou l'électricité. Dans le cas d'un scénario avec un prix relativement bas de CHF 0.85 par litre et un prix relativement élevé de CHF 1.35, on obtient les économies de frais de chauffage suivantes pour l'appartement décrit, grâce à une rénovation énergétique conséquente.

*Économies de chauffage dans un immeuble d'habitation sur dix ans
Rénovation d'un bâtiment selon le standard Minergie-P : comparaison avant - après (surface habitable 130 m²)*

Bâtiment ancien de 1980
avant rénovation :
220 kWh/m² an

Bâtiment ancien rénové
Minergie-P : 30 kWh/m² an



Source : Isover

La dépendance vis-à-vis de l'évolution des prix de l'énergie - indépendamment du système de chauffage - est nettement moins élevée dans un bâtiment rénové sur le plan énergétique, et les économies s'accumulent considérablement au fil des ans.

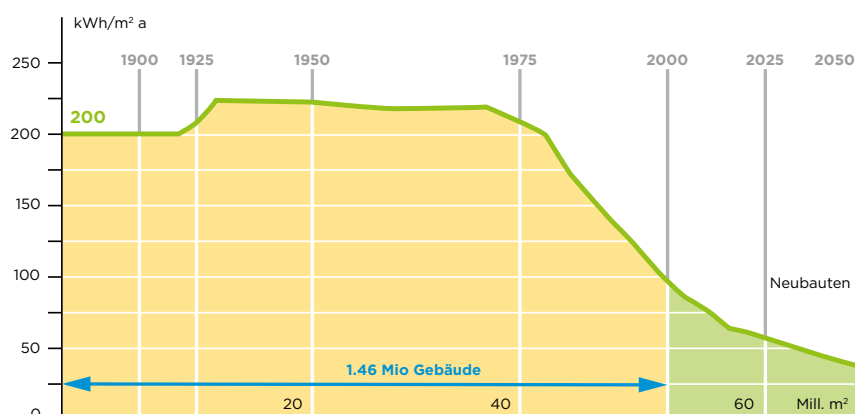
Économiser l'énergie et réduire les émissions de CO₂

Les bâtiments anciens qui n'ont pas été rénovés depuis longtemps consomment inutilement beaucoup d'énergie. L'isolation thermique des murs, des sols et du toit a pour effet de mieux protéger l'intérieur d'un bâtiment contre le climat extérieur. Des fenêtres étanches et bien isolées jouent aussi un rôle important.

De telles mesures peuvent permettre de réduire considérablement la consommation d'énergie dans les bâtiments suisses et donc de diminuer les émissions de CO₂.

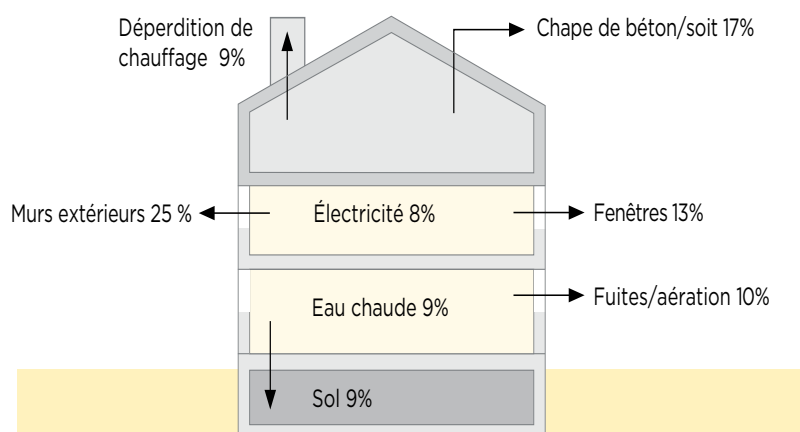
La rénovation des édifices permet ainsi non seulement de réduire les coûts énergétiques, mais apporte aussi une contribution importante à la protection du climat.

Consommation d'énergie des bâtiments résidentiels par année de construction



Source: Empa

Ordre de grandeur des pertes d'énergie dans une maison individuelle non rénovée jusqu'à présent



Quelle: : Brochure EnFK « Rénover les bâtiments - réduire de moitié la consommation d'énergie »

Améliorer le confort et augmenter la valeur du bâtiment sur le marché

Une isolation thermique et phonique appropriée augmente le confort d'habitation en été et en hiver en permettant un climat intérieur équilibré, une bonne répartition de la température et moins de bruit. L'aménagement des combles et de la cave permet d'augmenter la surface utile du bien immobilier. Une maison avec de bas coûts énergétiques et un grand confort d'habitation se loue ou se vend nettement mieux qu'un bâtiment non rénové sur le plan énergétique.

Le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®)

L'association CECB a pour but de développer, diffuser, gérer, contrôler et encourager un système suisse uniforme de certificat énergétique des bâtiments conformément à la loi fédérale sur l'énergie.

L'association certifie des experts pour l'établissement des certificats énergétiques et la rédaction d'un rapport contenant des conseils. Ils sont répertoriés sur le site www.cecb.ch/expertes/trouver-des-expertes/

Domaines d'application

Un certificat CECB peut être établi aussi bien pour les immeubles résidentiels que pour les bâtiments administratifs ou scolaires, les hôtels, les commerces, les restaurants ou les affectations mixtes de ces catégories.

CECB® : le produit de base CECB® est l'étiquette énergétique officielle des cantons et est constitué d'un document de quatre pages qui indique la qualité de l'enveloppe du bâtiment, le bilan énergétique global ainsi que la classification des émissions directes de CO₂ sur une échelle de sept classes (de A à G).

CECB Plus : outre l'étiquette énergétique, le CECB® Plus comprend un rapport de conseil indiquant des mesures d'amélioration.

CECB Nouveau bâtiment : il fixe les valeurs cibles pour atteindre l'efficacité énergétique planifiée. Cela influence positivement l'exploitation et l'utilisation du nouveau bâtiment.

Méthode de calcul

À l'aide de l'outil CECB®, un(e) expert(e) CECB® évalue la performance énergétique du bâtiment dans sept classes allant de A à G, d'abord pour son enveloppe, puis pour son efficacité énergétique globale et enfin pour ses émissions directes de CO₂. Les caractéristiques des classes CECB® sont les suivantes :

Classe	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale	Émissions directes de CO ₂
A	Excellente isolation thermique (toit, façade, cave), fenêtres avec triple vitrage (par ex. Minergie-P)	Installations techniques du bâtiment à haut rendement pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, éclairage et équipements efficaces ; utilisation d'énergies renouvelables et production propre d'électricité (par ex. Minergie-A)	Le bâtiment ne génère pas d'émissions directes de CO ₂ .
B	Nouvelles constructions satisfaisant aux critères de la catégorie B selon la législation en vigueur	Enveloppe et installations techniques conformes aux standards des nouvelles constructions, utilisation d'énergies renouvelables (par ex. modèles de rénovation Minergie)	Le bâtiment ne génère que de très faibles émissions de CO ₂ , par exemple pour couvrir les pointes de charge.
C	Bâtiment ancien dont l'enveloppe a subi une réhabilitation complète (par ex. avec modèles de rénovation Minergie)	Bâtiment entièrement réhabilité (enveloppe et installations techniques), le plus souvent combiné avec l'utilisation d'énergies renouvelables	Le bâtiment émet peu de CO ₂ , peut-être en raison de la combinaison d'une très bonne enveloppe du bâtiment avec un chauffage fossile ou une couverture des pointes de consommation par énergie fossile.
D	Bâtiment ancien ayant bénéficié ultérieurement d'une bonne isolation, mais avec des ponts thermiques subsistants	Bâtiment largement réhabilité, avec toutefois des lacunes manifestes, ou sans recours à des énergies renouvelables	Le bâtiment émet d'importantes émissions de CO ₂ . Une réduction peut être envisagée grâce à l'utilisation d'énergie renouvelable et l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment.
E	Bâtiment ancien dont l'isolation thermique a été améliorée, y.c. avec nouveaux vitrages isolants	Bâtiment ancien partiellement rénové, avec par ex. nouveau générateur de chaleur et éventuellement de nouveaux appareils et éclairage	Le bâtiment émet beaucoup de CO ₂ , par exemple en raison d'un chauffage purement fossile (mazout ou gaz) ou d'une enveloppe de bâtiment jugée insuffisante.
F	Bâtiment partiellement isolé thermiquement	Bâtiment avec divers nouveaux éléments (enveloppe du bâtiment, installations techniques, éclairage, etc.)	Le bâtiment émet trop de CO ₂ et présente un potentiel considérable pour le passage aux énergies renouvelables et l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment.
G	Bâtiment ancien sans isolation ou avec une isolation ultérieure insuffisante, avec fort potentiel de rénovation	Bâtiment ancien avec installations techniques dépassées, sans énergies renouvelables, et avec fort potentiel d'amélioration.	Le bâtiment est chauffé par des énergies fossiles et émet beaucoup de CO ₂ . L'utilisation d'énergies renouvelables et l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment sont fortement recommandées.

Rénovations des bâtiments subventionnées par l'État – vue d'ensemble

La rénovation des bâtiments est une mesure efficace pour réduire les émissions de CO₂. Cette réduction est une étape importante vers la concrétisation des objectifs de la politique environnementale et climatique. C'est pourquoi la Confédération et les cantons ont mis en place des programmes de subventions visant à soutenir financièrement l'assainissement des bâtiments et les énergies renouvelables.

Programmes de soutien cantonaux

Combinés au Programme Bâtiments (voir ci-contre), il existe des programmes de subventions cantonaux pour les nouvelles constructions ou l'utilisation d'énergies renouvelables et de rejets thermiques dans le domaine du bâtiment. Sur le site de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie www.endk.ch/fr, vous aurez aisément accès aux services cantonaux de l'énergie, où vous pourrez vous informer sur les différentes possibilités de subventions et les démarches à suivre.

Portail synoptique « www.energiefranken.ch »

Si, jusqu'à récemment, il fallait s'armer de patience pour connaître toutes les possibilités de subventions, c'est désormais très simple : il suffit de se rendre sur le site Internet www.energiefranken.ch et de saisir le code postal de la commune où se trouve votre bien immobilier pour obtenir instantanément une liste des sources des subventions possibles. La liste, ventilée par thèmes :

Conseil - Chauffage - Eau chaude - Assainissement de l'enveloppe du bâtiment - Nouvelle construction -

Production d'électricité - Appareils ménagers, éclairage - Ventilation -

Allègements fiscaux, présente les domaines susceptibles d'être subventionnés, avec les organismes de soutien correspondants.



© Philippe Weisbrodt

Le Programme Bâtiments

Avec le Programme Bâtiments, la Confédération et les cantons veulent réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ du parc immobilier suisse. Grâce au Programme Bâtiments, vous recevez des subventions pour des mesures de construction efficaces sur le plan énergétique telles que :

- l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment,
- le remplacement de chauffages utilisant des énergies fossiles ou une alimentation électrique par des énergies renouvelables ou par le raccordement à un réseau de chauffage,
- des rénovations énergétiques complètes ou des rénovations par étapes de grande ampleur ainsi que des constructions neuves répondant à la norme Minergie-P.

Montant des subventions et conditions

Les cantons déterminent individuellement quelles mesures ils encouragent et les conditions sur la base du Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa). Le CECB Plus (Certificat énergétique cantonal des bâtiments) vous aide à planifier votre projet de construction et constitue également en partie une condition pour l'obtention de subventions. Tenez compte en temps voulu des conditions de subventions de votre canton !

Comment obtenir une subvention en cinq étapes

1

Contactez le service cantonal de l'énergie

Renseignez-vous auprès du service de l'énergie de votre canton avant de commencer le projet de construction. Les mesures de subventions et les contributions varient d'un canton à l'autre.

Renseignez-vous sur les possibilités de conseil dont vous disposez et si vous pouvez demander un soutien financier à votre canton. Clarifiez également la procédure à suivre.

2

Demandez un conseil énergétique

Il peut être judicieux de demander un conseil énergétique professionnel et/ou de faire établir un CECB Plus (certificat énergétique cantonal des bâtiments avec rapport de conseil). Pour ce faire, adressez-vous à un expert indépendant en énergie ou en CECB. Vous pouvez obtenir une liste de contact des experts cantonaux certifiés auprès du service d'information énergétique. Nous vous recommandons de demander au moins deux offres concurrentes et d'exiger des références.

Un CECB Plus comprend non seulement des analyses approfondies de l'état actuel de la construction de votre bâtiment, mais aussi des propositions concrètes pour la suite de la procédure ainsi que l'ampleur de la rénovation, toujours en fonction de vos objectifs et de votre budget. Le CECB Plus est un excellent instrument de planification.

3

Réalisez un concept d'assainissement

Avant le début des travaux, élaborer un plan de rénovation bien réfléchi. Un tel plan comprend l'étendue de la rénovation et l'échelonnement des travaux. Les besoins d'utilisation futurs doivent également être clarifiés et planifiés. Il est ainsi possible de décider si une démolition et une nouvelle construction de remplacement, un assainissement partiel ou une rénovation complète ou encore une rénovation avec extension doivent avoir lieu. Vous pouvez également opter pour un standard, comme Minergie, ou pour un passage aux énergies renouvelables.

Un concept global prévoyant offre en outre une protection contre les erreurs d'investissements et permet une planification budgétaire détaillée ainsi que des optimisations fiscales.

4

Faire une demande de subvention

Effectuez une demande de subvention dès qu'un concept de rénovation détaillé est disponible. Il est important que vous déposiez la demande de subvention avant le début des travaux. Outre le Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons, il existe d'autres offres de subvention intéressantes. Vous trouverez des informations à ce sujet auprès du service cantonal de l'énergie ou sur le site www.energiefranken.ch.

5

Rénover

Vous pouvez dorénavant commencer les travaux. Les subventions vous seront versées une fois la rénovation achevée.

Aide à la planification

La brochure Rénovation d'Isover - outil de planification et documentation

La présente brochure offre une sécurité de planification pour les projets de rénovation : elle présente en détails des mesures de rénovation concrètes et éprouvées (croquis avant et après) dans tous les éléments de construction. Les « faits et chiffres » constituent également une sorte de liste d'achat et de contrôle ainsi qu'une base de calcul pour la durée d'amortissement escomptée.

Ce document peut également servir d'aide lors de la première orientation vers un projet de rénovation. Les exemples et les données techniques présentés peuvent en outre aider à effectuer un contrôle précis de l'exécution des travaux en cours.

Définitions et indicateurs complémentaires se trouvent dans le glossaire.

Dans le présent document, les quatre normes suivantes évaluent le degré de modernisation ou la profondeur de rénovation des structures de construction proposées :

Standard d'isolation		
Désignation	Coefficient de transmission thermique (valeur U)	Conforme à
SIA 380/1	$U \leq 0.25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	Valeur limite d'exigence individuelle pour les transformations et les changements d'affectation d'après SIA 380/1 « L'énergie thermique dans le bâtiment »
ModEnHa	$U \leq 0.20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	Exigence pour le droit à subventions de mesures individuelles d'après le « Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa) »
Maison à basse énergie	$U \leq 0.15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	Maison à faible consommation d'énergie ; par ex. standard Minergie
Maison à très basse consommation d'énergie	$U \leq 0.10 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	Maison à très faible consommation d'énergie ; par ex. maison Minergie-P, maison passive

Les produits Isover vous simplifient la tâche

Isover propose une gamme complète d'isolants en laine de verre, issue à 80 % de verre recyclé. Ce matériau naturel a non seulement d'excellentes propriétés d'isolation, mais il est aussi incombustible, chimiquement neutre, léger, facile à mettre en œuvre et résistant au vieillissement. Souvent, lors de rénovations, la hauteur de construction disponible est inférieure à celle qui serait nécessaire pour atteindre le standard souhaité. Exceptionnellement performants, les isolants SWISSROLL 030 et PB M 030 permettent alors de résoudre ce problème : en effet, avec une valeur λ de 0,030 W/(m K), la performance d'isolation visée est atteinte aisément, mais avec une épaisseur de matériau nettement moins élevée.

SWISSROLL 030 et PB M 030 sont parfaitement adaptés comme isolation supplémentaire pour les toitures et les murs - en particulier en combinaison avec le pare-vapeur Vario® Xtra qui s'adapte à l'humidité.



Points importants dont il faut impérativement tenir compte lors d'une rénovation :

1. Analyse de la situation, objectif de la rénovation (clarification des besoins). Horizon temporel, flexibilité pour d'éventuelles étapes ultérieures de rénovation/investissements, financement, enveloppe budgétaire
2. Liste des éventuelles restrictions et prescriptions en matière de droit de la construction, de délais, de construction ou autres
3. Planification globale, gestion des coûts, coordination
4. Clarification détaillée des différents éléments comme la question du chauffage, le système d'évacuation de l'air, les avantages/inconvénients de certaines démarches et produits

1 Toitures inclinées

L'isolation thermique et acoustique des toits joue un rôle décisif dans la qualité des bâtiments. Réalisées selon les règles de l'art, une bonne isolation et une bonne étanchéité à l'air permettent de maintenir la chaleur à l'intérieur de la maison en hiver et d'assurer un climat intérieur agréablement frais en été, tout en protégeant du bruit, de l'humidité et des courants d'air.

Les toits en pente peuvent être rénovés de l'intérieur ou de l'extérieur. La pose du pare-vapeur est plus simple et moins coûteuse lors d'une rénovation depuis l'intérieur. Le fait que les travaux de rénovation n'affectent pas les habitants plaide cependant souvent en faveur d'une rénovation depuis l'extérieur.

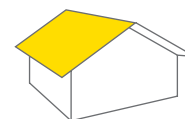
Pour les toitures inclinées, Isover propose en plus d'isolants thermiques des produits de sous-toiture, des pare-vapeurs et les produits de collage appropriés.



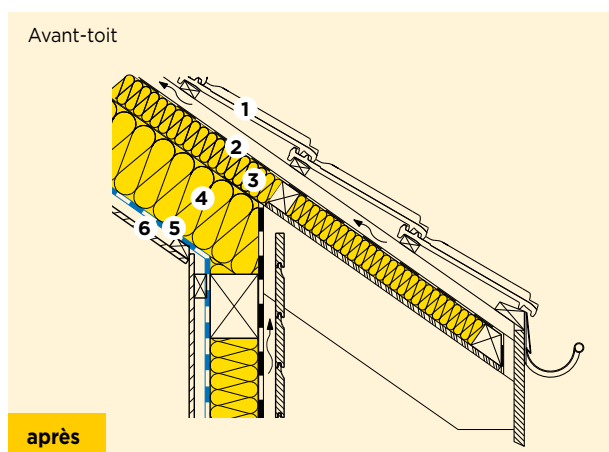
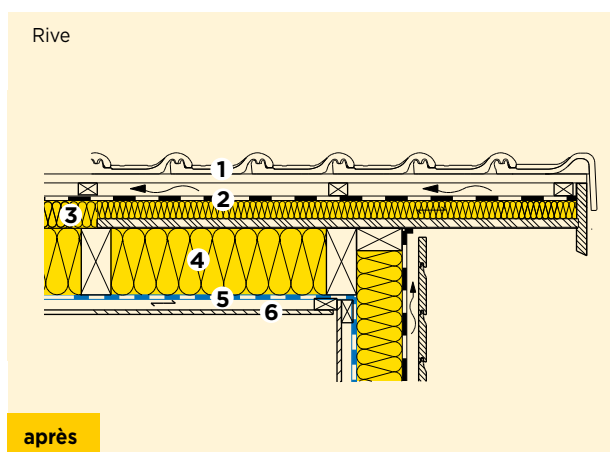
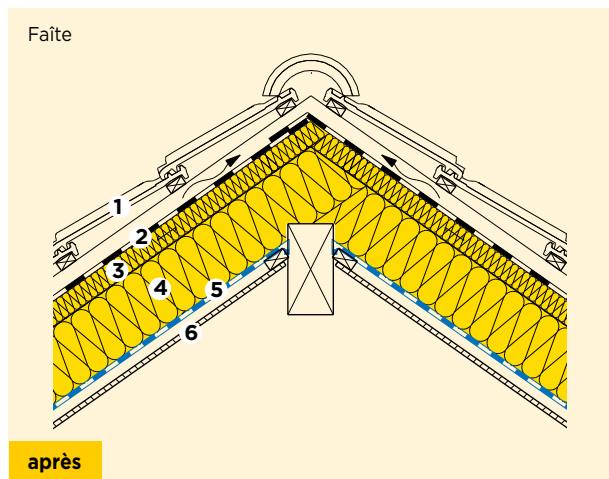
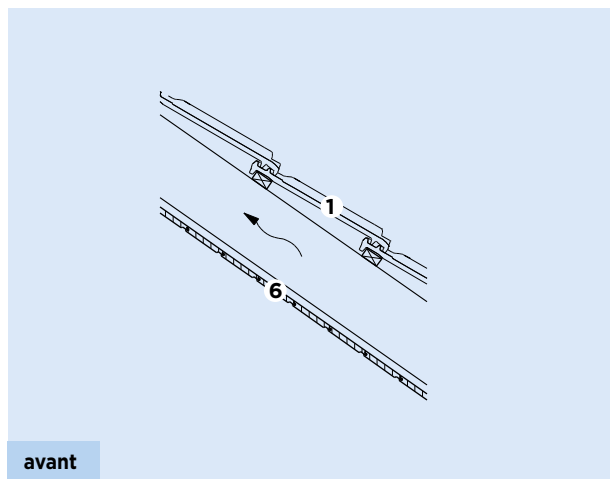
© Philippe Weissbrodt

Toiture inclinée

1.1 Isolation entre chevrons Rénovation depuis l'extérieur et l'intérieur



Toiture inclinée

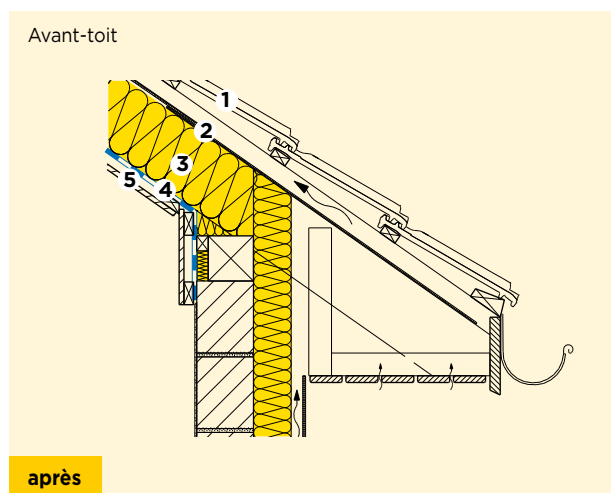
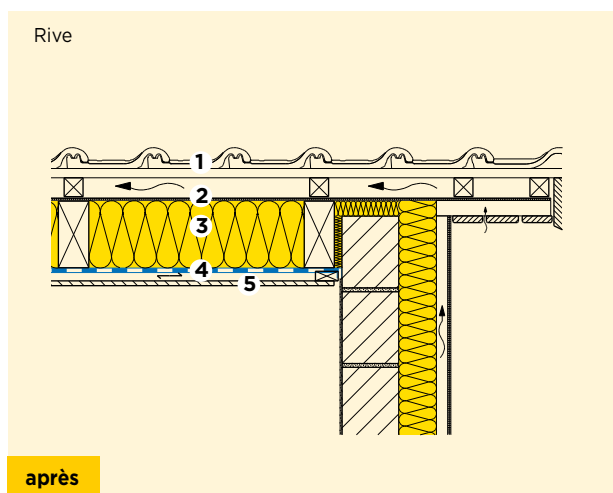
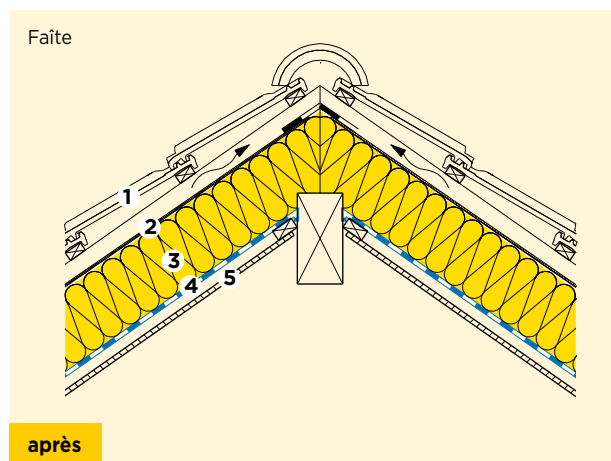
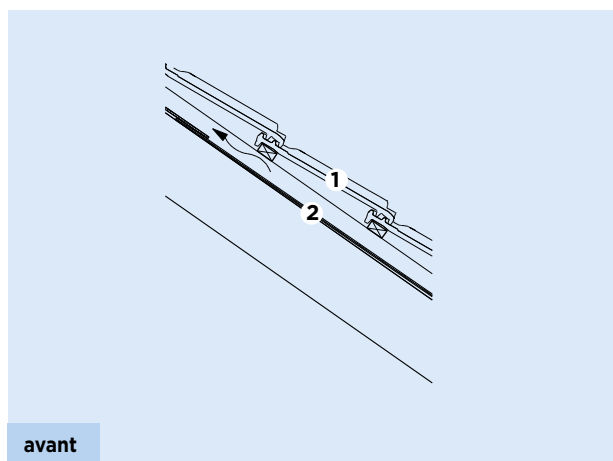


- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Lé de sous-toiture **Integra ZUB**
- ③ Panneau isolant de sous toiture **ISORIGID**
- ④ Isolation thermique et phonique **SWISSROLL 030**
- ⑤ Pare-vapeur / Étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑥ Revêtement intérieur
avant : lambris 13 mm
après : panneau de plâtre 12,5 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	2.94	0.17	0.15
③ ISORIGID $\lambda_D = 0.036$ W/(m K)		mm		60	60
④ SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm		160	200
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	29.7	1.7 (-94%)	1.5 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.9	2.1
Amortissement écologique		mois	-	2.2	2.4
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	3.6	3.5
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	3'726	215 (-94%)	190 (-95%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

1.1 Isolation entre chevrons Assainissement depuis l'intérieur

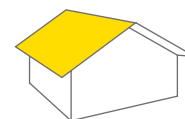


- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Sous-couverture rigide 8 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑤ Revêtement intérieur
Panneau de plâtre 12.5 mm

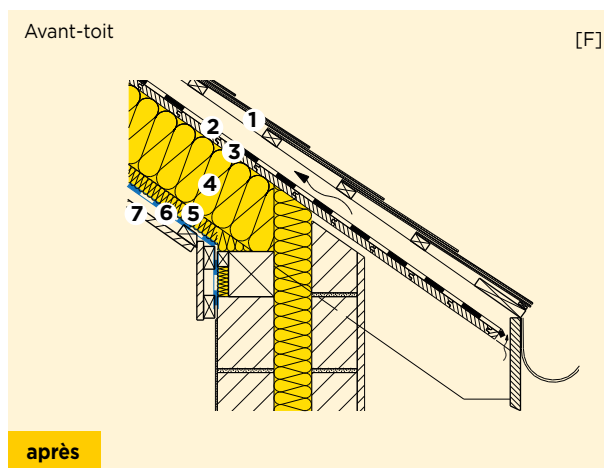
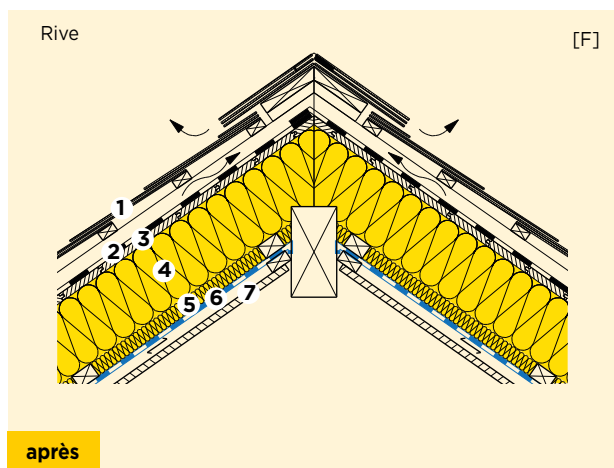
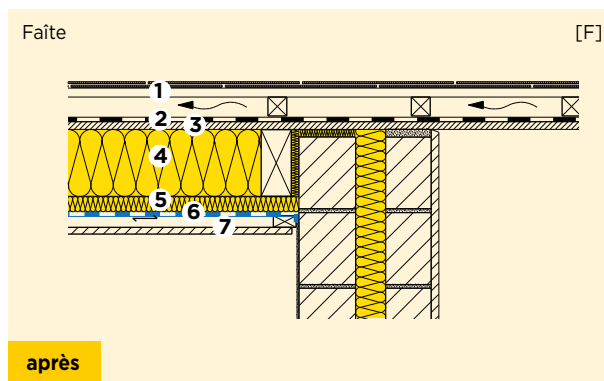
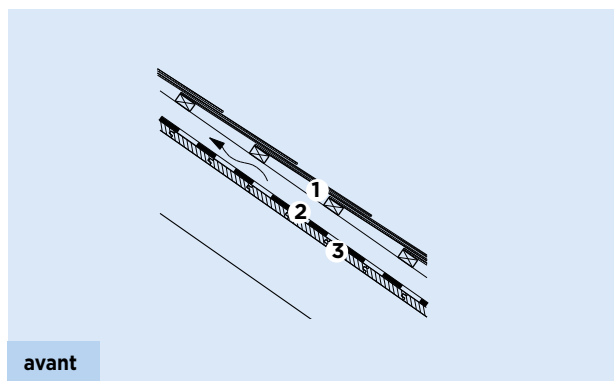
Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	3.90	0.24	0.20
③ SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm		160	200
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	39.4	2.4 (-94%)	2.0 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.5	0.6
Amortissement écologique		mois	-	0.7	0.8
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	2.7	2.7
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	4'942	304 (-94%)	253 (-95%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

1.1 Isolation entre chevrons Assainissement depuis l'intérieur



Toiture inclinée



- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Sous-couverture souple carton bitumé
- ③ Sous-couverture lambris 20 mm
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

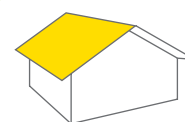
- ⑤ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑥ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario* Xtra** [F]
- ⑦ Revêtement intérieur Panneau de plâtre 12.5 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	2.46	0.20	0.15
④ SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm		140	140
⑤ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm		40	100
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	24.8	2.0 (-92%)	1.5 (-94%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.9	1.1
Amortissement écologique		mois	-	1.2	1.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	4.4	4.3
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	3'117	253 (-92%)	190 (-94%)

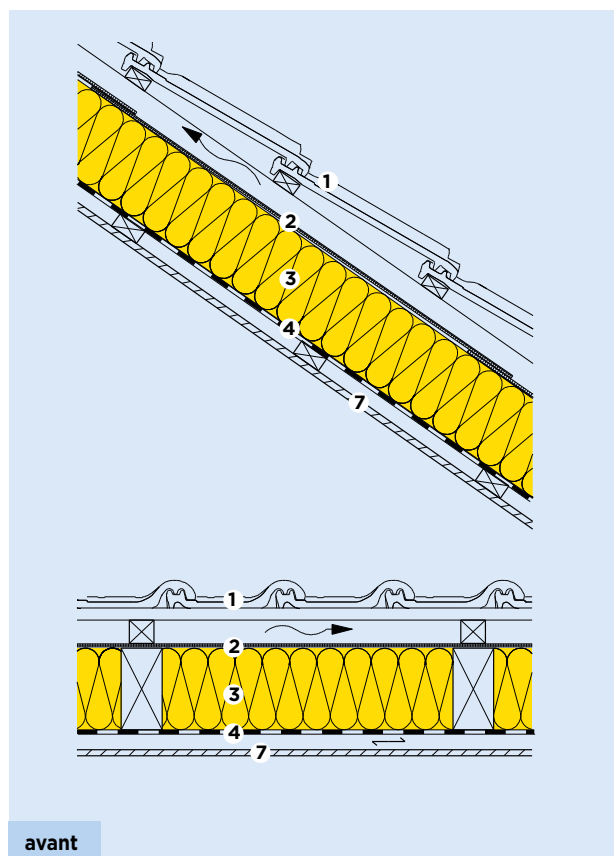
L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

[F] L'adaptation du taux d'humidité doit être clarifiée par rapport à l'objet !

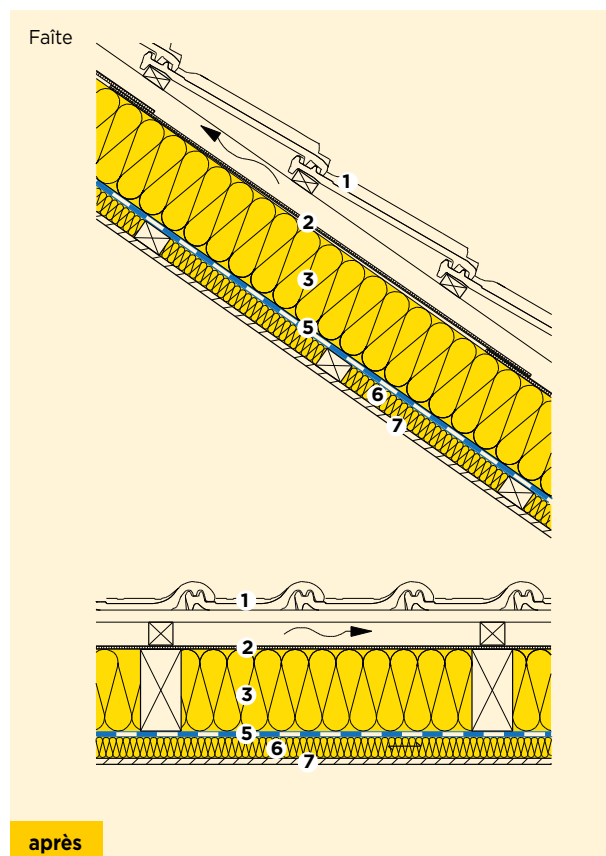
1.1 Isolation entre chevrons Assainissement depuis l'intérieur



Toiture inclinée



avant



après

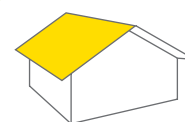
- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Sous-couverture rigide 6 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **FLAMMEX N**
- ⑤ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑥ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑦ Panneau de plâtre 12.5 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	0.32	0.24	0.19
③ Ancienne laine de verre $\lambda_D = 0.040$ W/(m K)		mm	140	140	140
⑥ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	40	80
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	3.2	2.4 (~25%)	1.9 (~41%)
Amortissement énergétique		mois	-	5.6	6.9
Amortissement écologique		mois	-	7.9	9.7
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	123.8	76.2
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	406	304 (~25%)	241 (~41%)

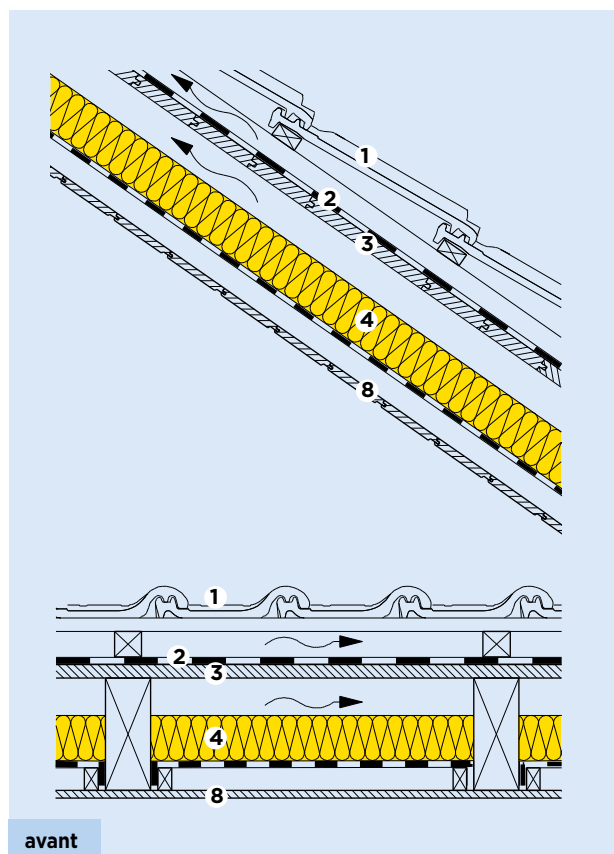
L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

1.1 Isolation entre chevrons

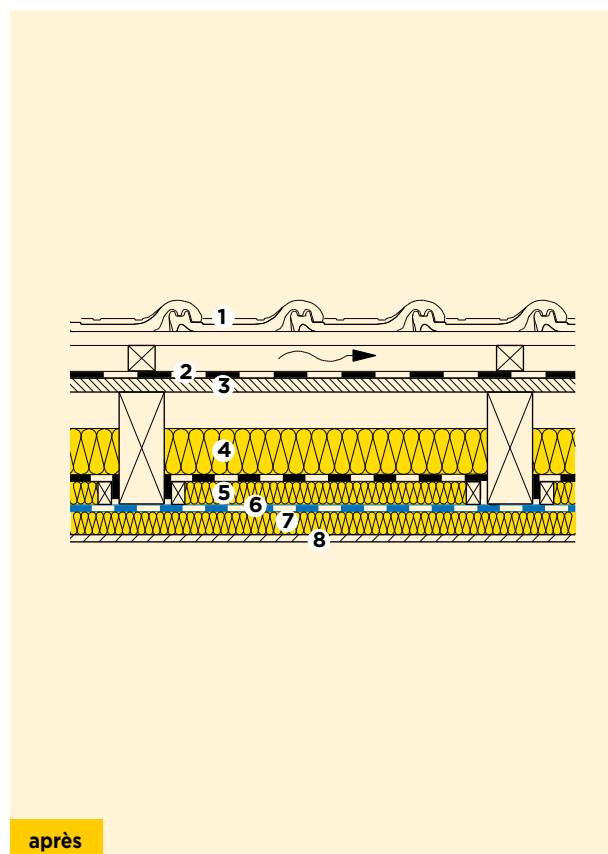
Assainissement depuis l'intérieur, isolation thermique complétée



Toiture inclinée



avant



après

- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Sous-couverture souple carton bitumé
- ③ Lambris sur chevrons 24 mm
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Isolation additionnelle (selon tableau)

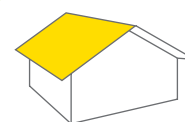
- ⑥ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑦ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑧ Revêtement intérieur
avant: Lambris 13 mm
après: Panneau de plâtre 12.5 mm

Caractéristiques			avant	après
Standard d'isolation				SIA 380/1
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	0.48	0.24
④ Ancienne laine de verre $\lambda_D = 0.040 W/(m K)$	mm		80	80
⑤ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$	mm		-	40
⑦ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$	mm		-	50
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)	$L/(m^2 a)^*$		4.8	2.4 (-50%)
Amortissement énergétique	mois		-	4.2
Amortissement écologique	mois		-	5.8
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis	$a/(CHF 100/m^2)$		-	41.3
Durée de vie standard de l'élément de construction	a		40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)	kg/m^2		608	304 (-50%)

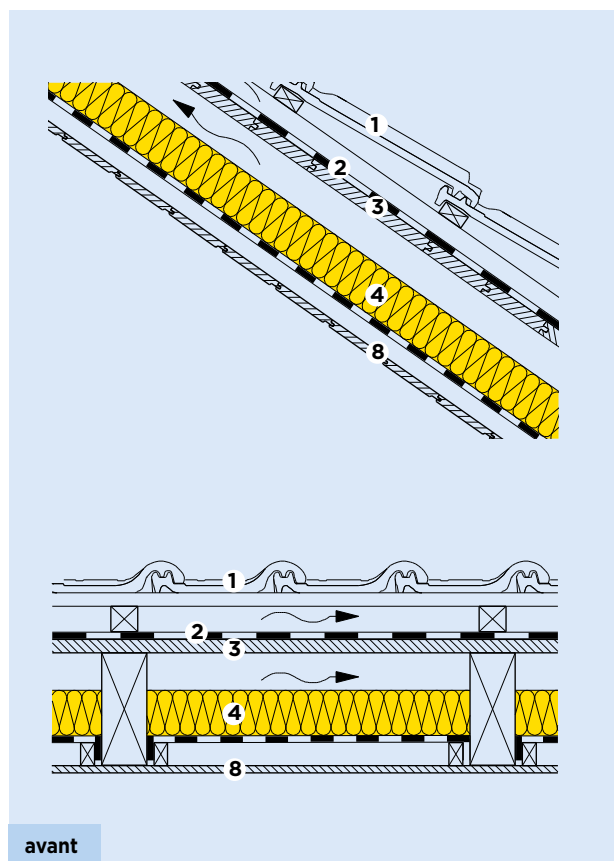
L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

1.1 Isolation entre chevrons

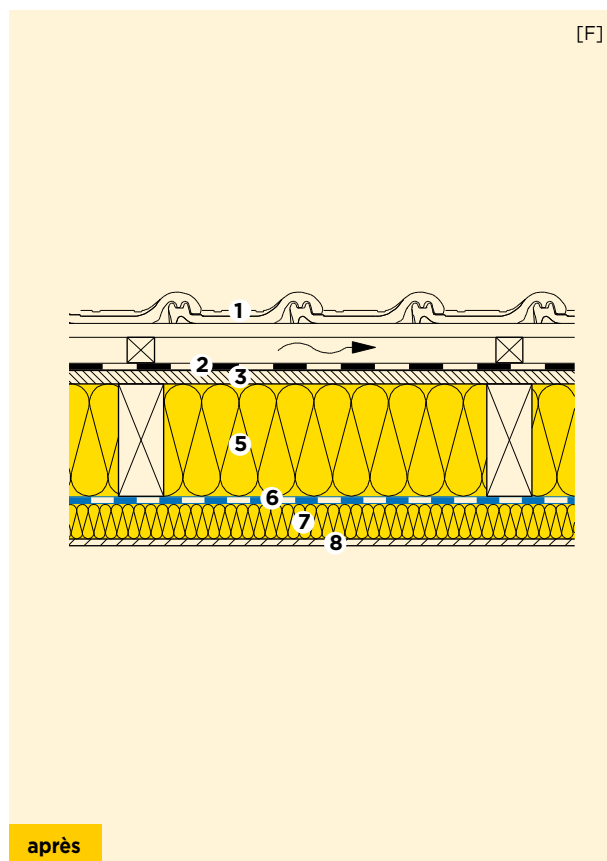
Assainissement depuis l'intérieur, isolation thermique remplacée



Toiture inclinée



avant



[F]

- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Sous-couverture souple carton bitumé
- ③ Lambris sur chevrons 24 mm
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

- ⑥ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra** [F]
- ⑦ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑧ Revêtement intérieur
avant : Lambris 13 mm
après : Panneau de plâtre 12.5 mm

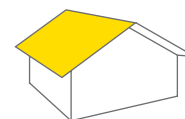
Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	0.48	0.20	0.15
④ Ancienne laine de verre $\lambda_D = 0.040$ W/(m K)		mm	80	-	-
⑤ SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	140	140
⑦ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	40	100
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	4.8	2.0 (-58%)	1.5 (-69%)
Amortissement énergétique		mois	-	7.0	8.0
Amortissement écologique		mois	-	9.8	11.2
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	35.4	30.0
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	608	253 (-58%)	190 (-69%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

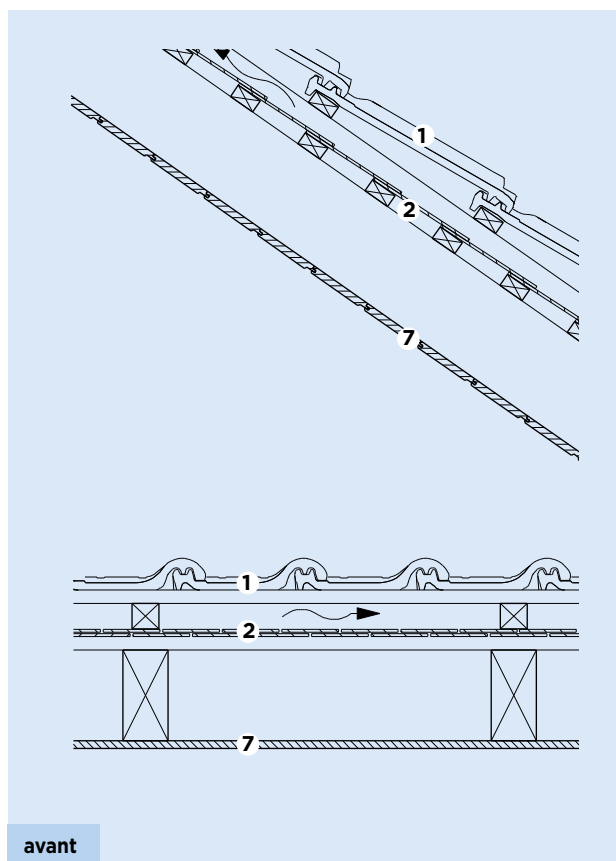
[F] L'adaptation du taux d'humidité doit être clarifiée par rapport à l'objet !

1.1 Isolation entre chevrons

Assainissement depuis l'intérieur

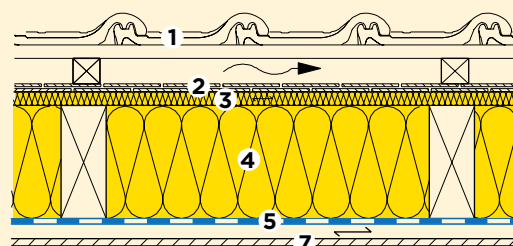


Toiture inclinée



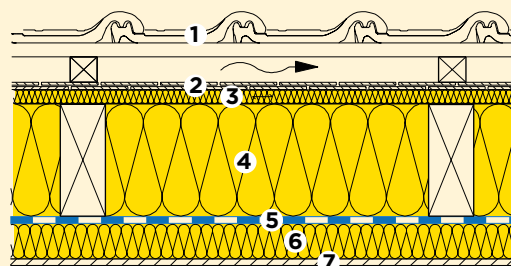
avant

Variante SIA 380/1 avec bardeaux et isolation entre barde



après

Variantes ModEnHa et maison à basse énergie ; avec bardeaux et isolation entre bardeaux



après

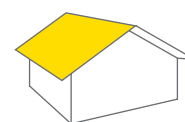
- ① Tuiles en terre cuite, lattes à tuiles
- ② Bardeaux
- ③ Isolation thermique et phonique entre les bardeaux (selon tableau)
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

- ⑤ Pare-vapeur/Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑥ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑦ Revêtement intérieur
avant : Lambris 13 mm
après : Panneau de plâtre 12.5 mm

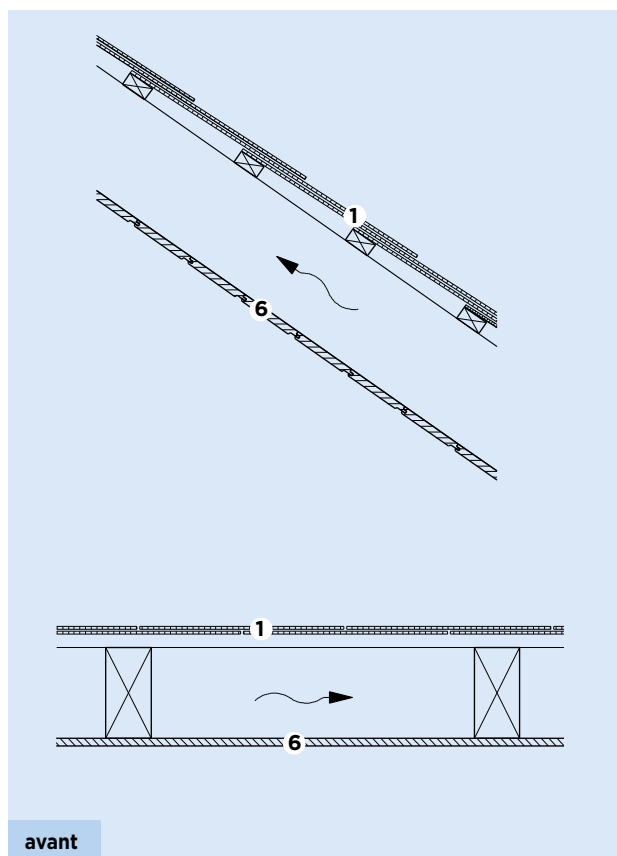
Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	2.82	0.22	0.18	0.15
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	30	30	30
④ SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	140	140	140
⑥ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	-	40	80
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	28.5	2.5 (-91%)	2.0 (-93%)	1.5 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.8	1.0	1.1
Amortissement écologique		mois	-	1.1	1.4	1.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	3.9	3.8	3.7
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	a	40	40	40 40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	3'574	317 (-91%)	253 (-93%)	190 (-95%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

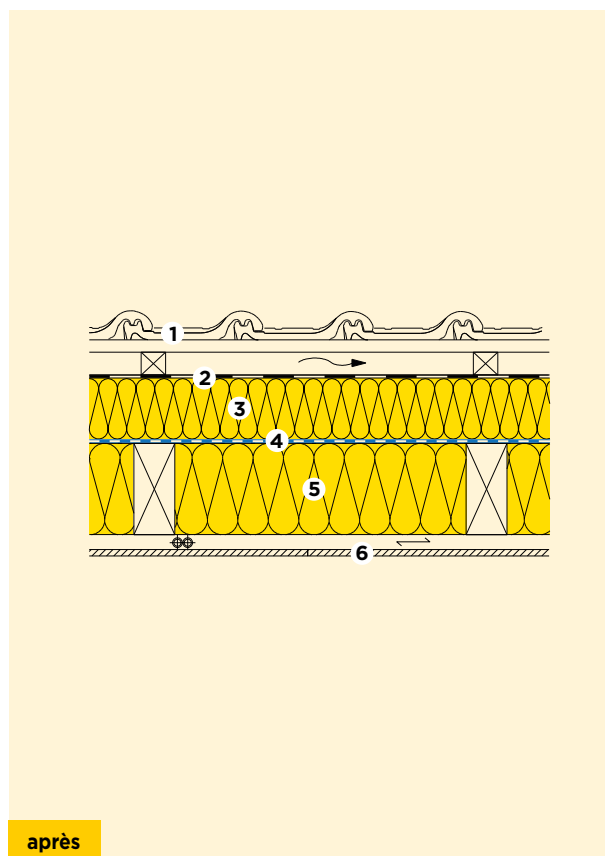
1.1 Isolation entre chevrons Assainissement depuis l'extérieur



Toiture inclinée



avant



après

- ① Panneaux fibrociment
- ② Sous-couverture souple
- ③ Panneau isolant de sous toiture **ISORIGID**
- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air
Vario® KM Supraplex-SKS
- ⑤ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑥ Revêtement intérieur
Lambris 13 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	2.95	0.20	0.17
③ ISORIGID $\lambda_D = 0.038$ W/(m K)		mm		80	100
⑤ UNIROLL 034 $\lambda_D = 0.034$ W/(m K)		mm		120	140
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	29.8	2.0 (- 93%)	1.7 (- 94%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.2	2.7
Amortissement écologique		mois	-	2.4	2.9
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	3.6	3.6
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	3'738	304 (- 92%)	253 (- 93%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année



2 Murs

Le rôle principal des murs extérieurs – outre leur fonction dans la statique du bâtiment – est de garantir une bonne isolation thermique et acoustique. Une isolation thermique optimale est garante d'un climat intérieur agréable, mais elle requiert des matériaux isolants à très faible conductivité thermique. De nombreux produits Isover, adaptés tant à l'isolation des parois intérieures que des murs extérieurs, répondent à cette exigence. Une installation adaptée de ces produits permet d'atteindre aisément le standard Minergie, et cela même avec des constructions minces. Des murs extérieurs bien conçus et étanches à l'air contribuent largement à minimiser la consommation d'énergie d'un bâtiment.

Rénovation depuis l'extérieur

La manière la plus simple et la plus efficace d'isoler les murs extérieurs est de le faire par l'extérieur. L'isolation extérieure est le meilleur moyen de maîtriser les ponts thermiques. Elle présente des avantages en termes de protection thermique et contre l'humidité. Les façades ventilées et les isolations périphériques crépies ont fait leurs preuves depuis des années.

Rénovation depuis l'intérieur

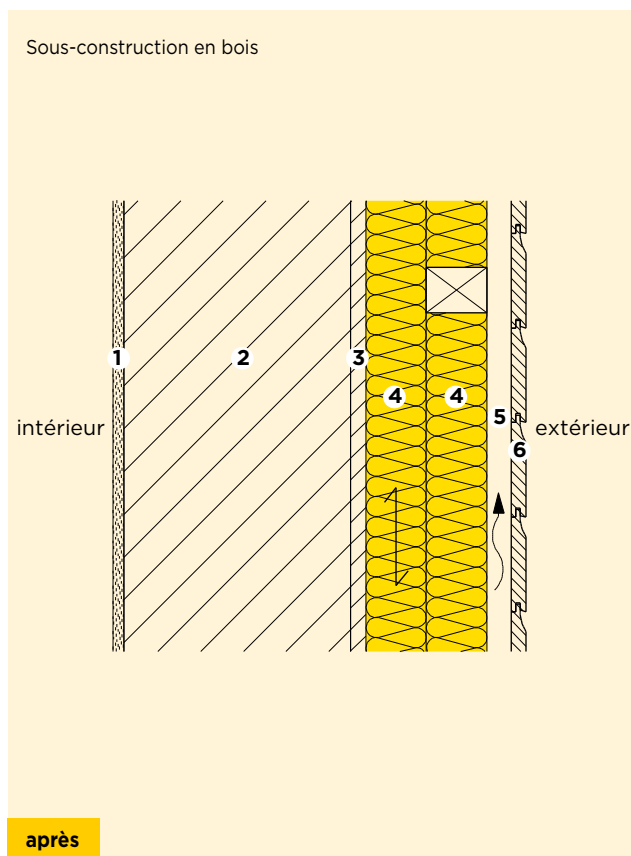
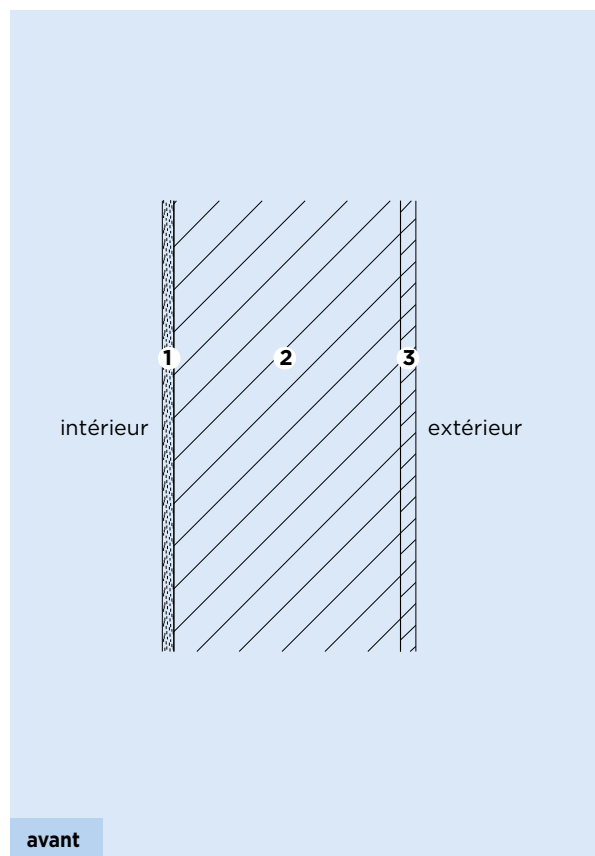
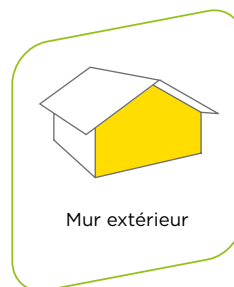
Si une isolation extérieure n'est pas possible (par exemple pour les bâtiments classés), une isolation intérieure peut permettre de réduire considérablement la consommation d'énergie. Les matériaux isolants Isover combinés aux pare-vapeurs Vario® permettent de réaliser des structures sûres et fonctionnelles.



© Philippe Weissbrodt

Murs extérieurs

2.1 Isolation extérieure (maçonnerie, façade ventilée) Assainissement depuis l'extérieur



- ① Crépi intérieur 15 mm
- ② Brique modulaire 300 mm
- ③ Crépi extérieur 20 mm

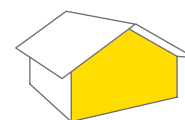
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Lattage d'aération 30 mm
- ⑥ Lambrissage 20 mm

Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	1.12	0.22	0.18	0.15
④ PB F 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	60 + 60	80 + 80	100 + 100
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	11.3	2.2 (-80%)	1.8 (-84%)	1.5 (-87%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.2	2.8	3.4
Amortissement écologique		mois	-	2.3	3.0	3.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	11.0	10.5	10.2
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40	40
Emissions de CO₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'419	279 (-80%)	228 (-84%)	190 (-87%)

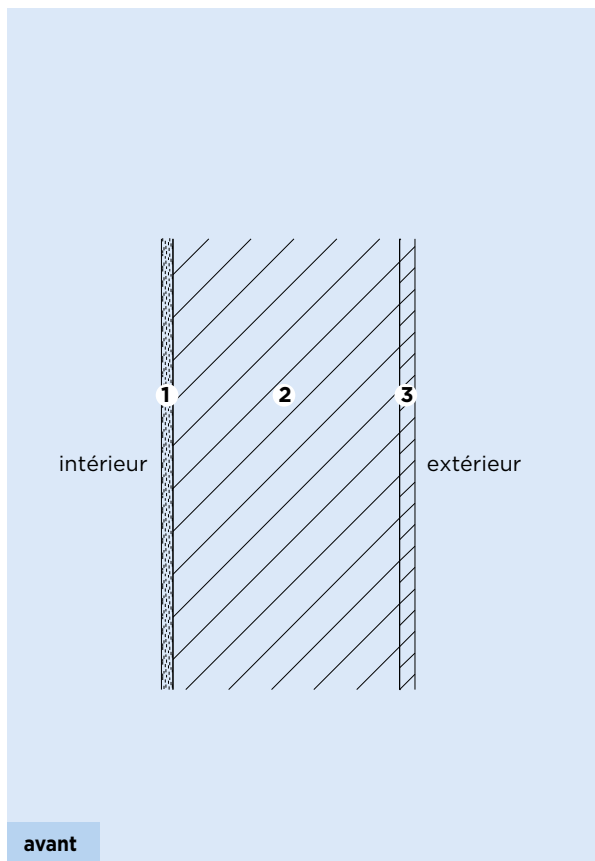
L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

2.1

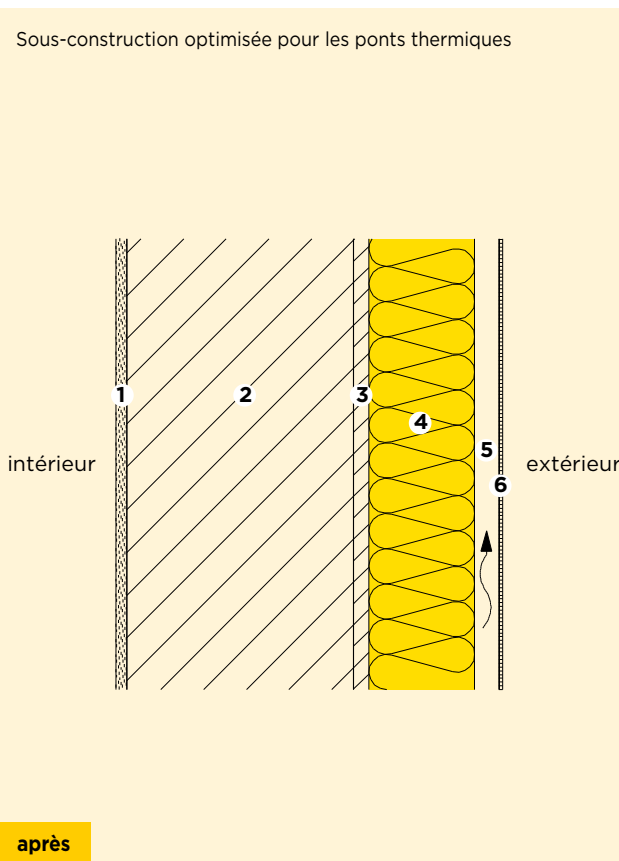
Isolation extérieure (maçonnerie, façade ventilée) Assainissement depuis l'extérieur



Mur extérieur



avant



après

- ① Crépi intérieur 15 mm
- ② Brique modulaire 300 mm
- ③ Crépi extérieur 20 mm

- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Vide d'aération 40 mm
- ⑥ Panneaux fibrociment 7.5 mm

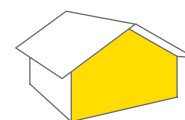
Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	1.12	0.23	0.20	0.14
④ PB F 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	100	120	180
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	11.3	2.3 (-79%)	2.0 (-82%)	1.4 (-88%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.0	2.3	3.3
Amortissement écologique		mois	-	2.2	2.5	3.5
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	11.1	10.8	10.1
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'419	291 (-79%)	253 (-82%)	177 (-88%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

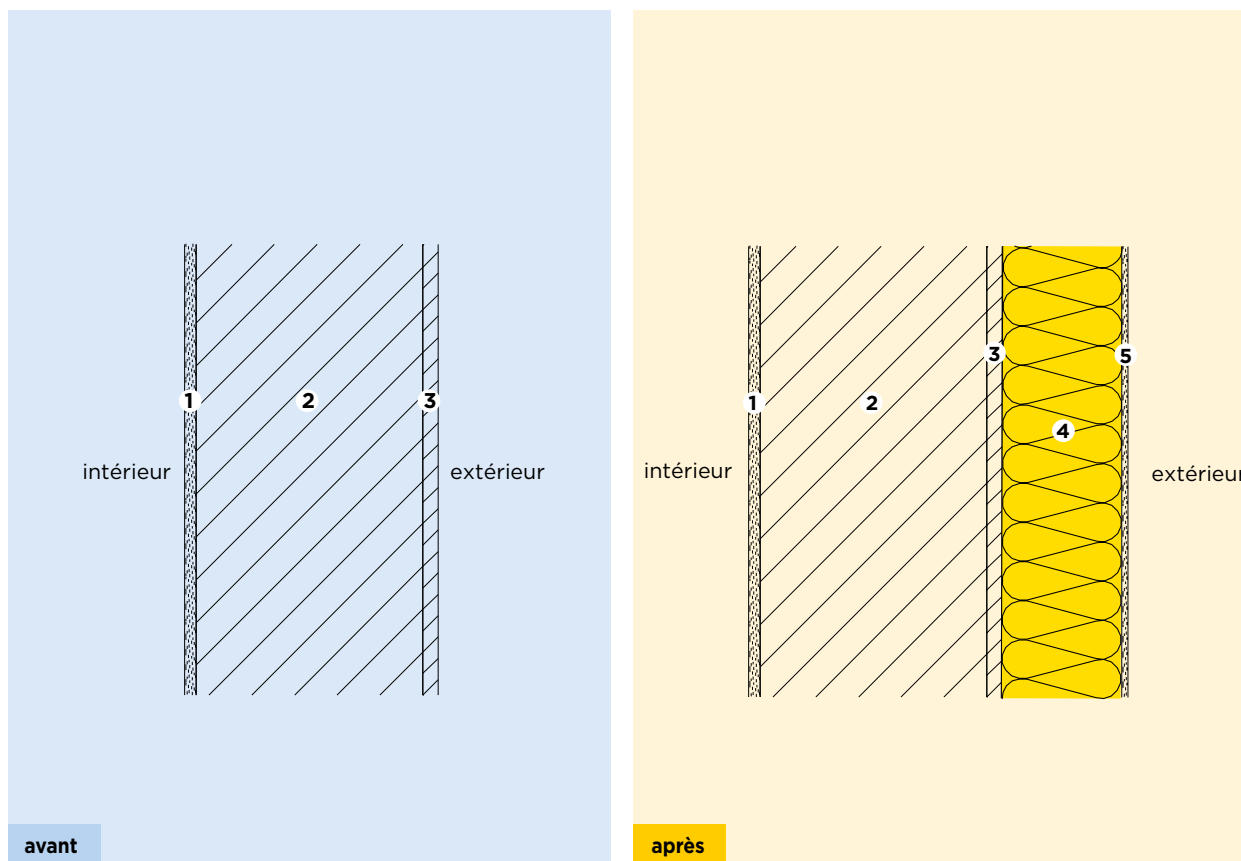
2.1

Isolation intérieure (maçonnerie, façade compacte)

Assainissement depuis l'intérieur



Mur extérieur



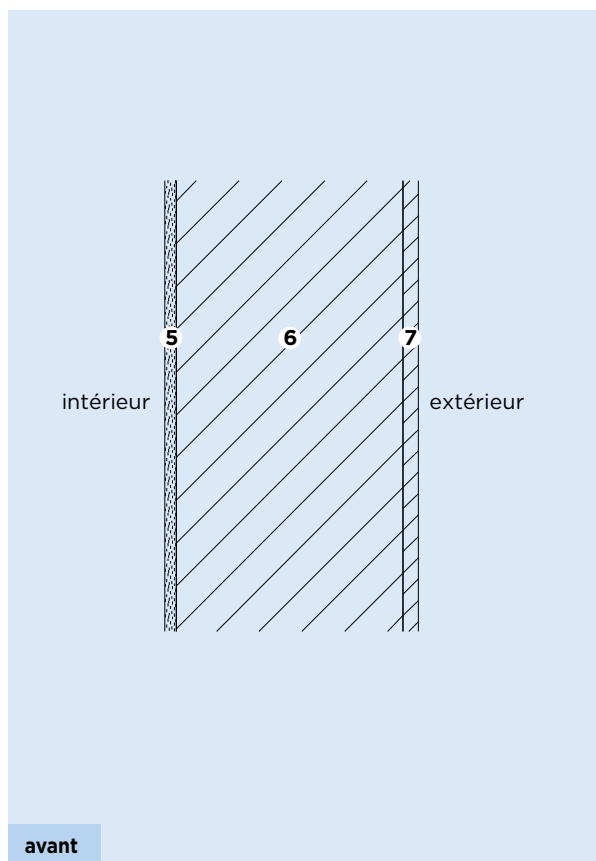
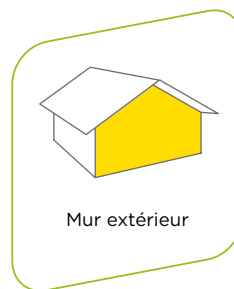
- ① Crépi intérieur 15 mm
- ② Brique modulaire 300 mm
- ③ Crépi extérieur 20 mm

- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Crépi 7 mm

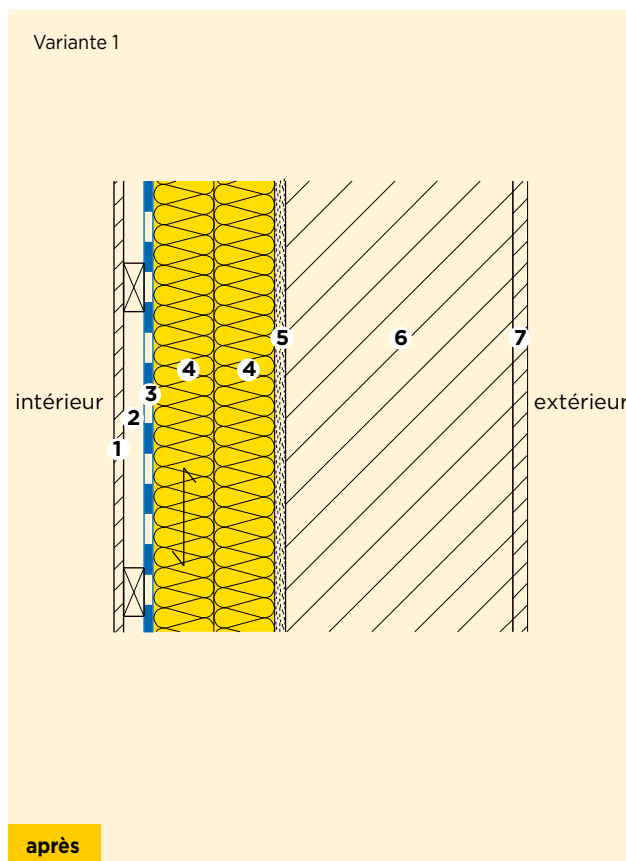
Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	1.12	0.23	0.20	0.15
④ ISOCOMPACT $\lambda_D = 0.034$ W/(m K)		mm	-	120	140	200
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	11.3	2.3 (-79%)	2.0 (-82%)	1.5 (-87%)
Amortissement énergétique		mois	-	3.8	4.3	5.8
Amortissement écologique		mois	-	4.1	4.6	6.3
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	11.1	10.8	10.2
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'419	291 (-79%)	253 (-82%)	190 (-87%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

2.2 Isolation intérieure (maçonnerie) Assainissement depuis l'intérieur



avant



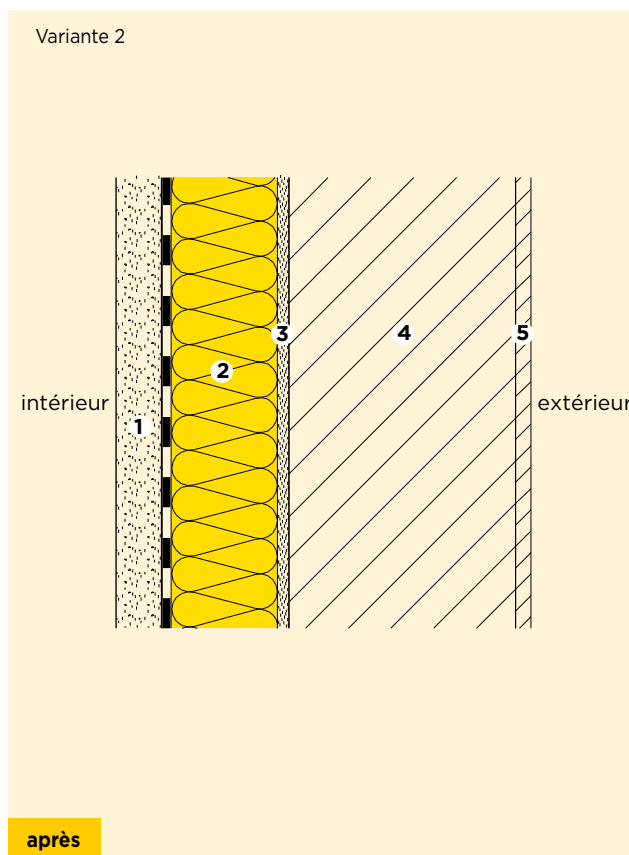
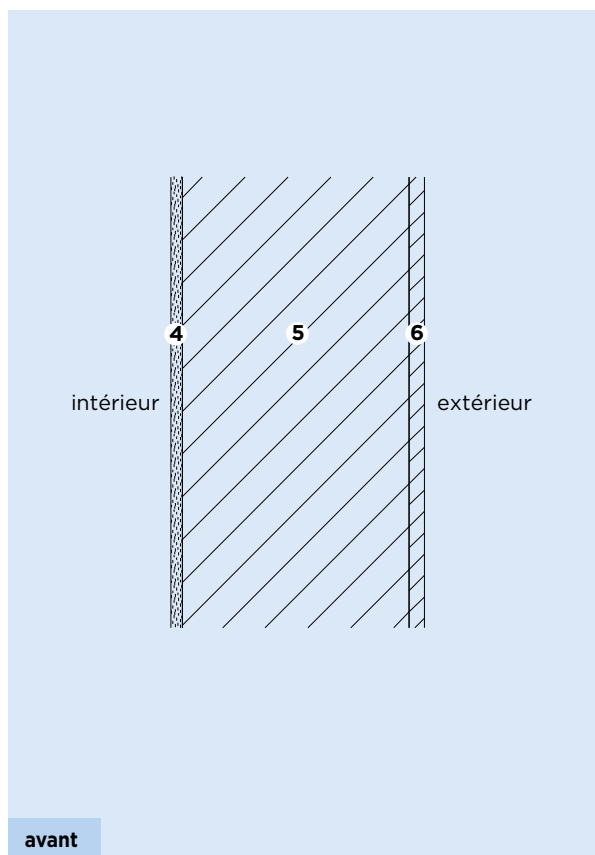
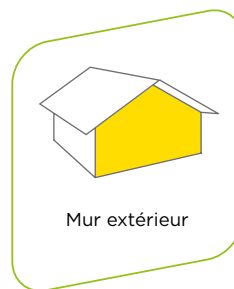
après

- ① Panneau de plâtre 12.5 mm
- ② Lattage / tubes électriques 25 mm
- ③ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Crépi intérieur 15 mm
- ⑥ Brique modulaire 300 mm
- ⑦ Crépi extérieur 20 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	1.12	0.25	0.20
④ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	60 + 40	80 + 60
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	11.3	2.5 (-78%)	2.0 (-82%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.4	1.8
Amortissement écologique		mois	-	1.9	2.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	11.4	10.8
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	1'419	317 (-78%)	253 (-82%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

2.2 Isolation intérieure (maçonnerie) Assainissement depuis l'intérieur



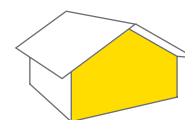
- ① Carreaux de plâtre 60 mm
- ② Isolation thermique et phonique avec papier Kraft (selon tableau)
- ③ Crépi intérieur 15 mm
- ④ Brique modulaire 300 mm
- ⑤ Crépi extérieur 20 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	1.12	0.23	0.20
② PB M 030 avec papier Kraft $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	100	120
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	11.3	2.2 (-80%)	2.0 (-82%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.4	1.7
Amortissement écologique		mois	-	2.0	2.3
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	11.0	10.8
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	1'419	279 (-80%)	253 (-82%)

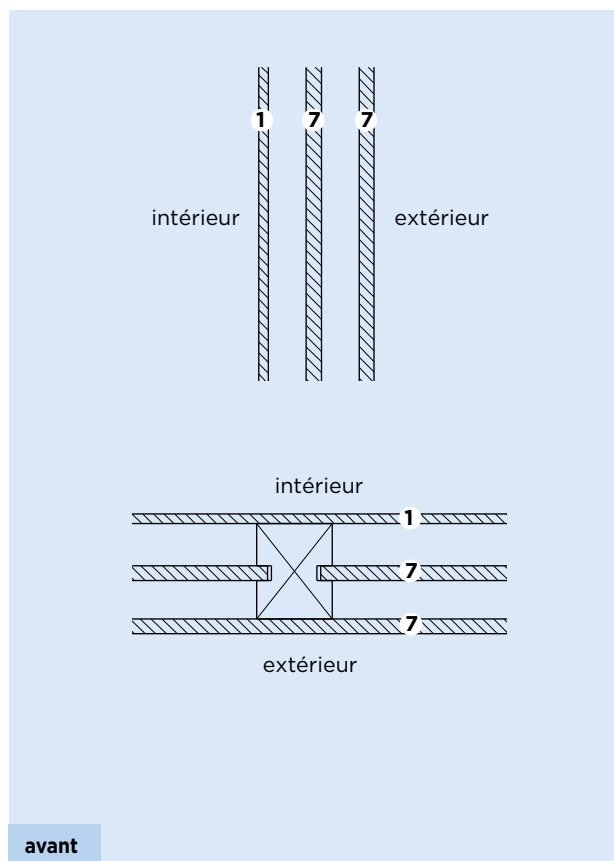
L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

2.3 Isolation dans l'ossature et isolation extérieure (construction à ossature bois)

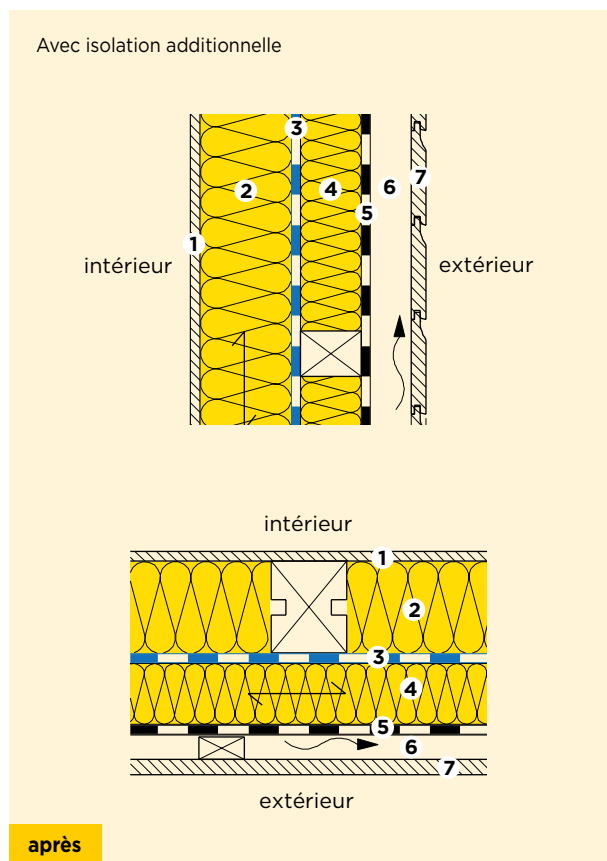
Assainissement depuis l'extérieur



Mur extérieur



avant



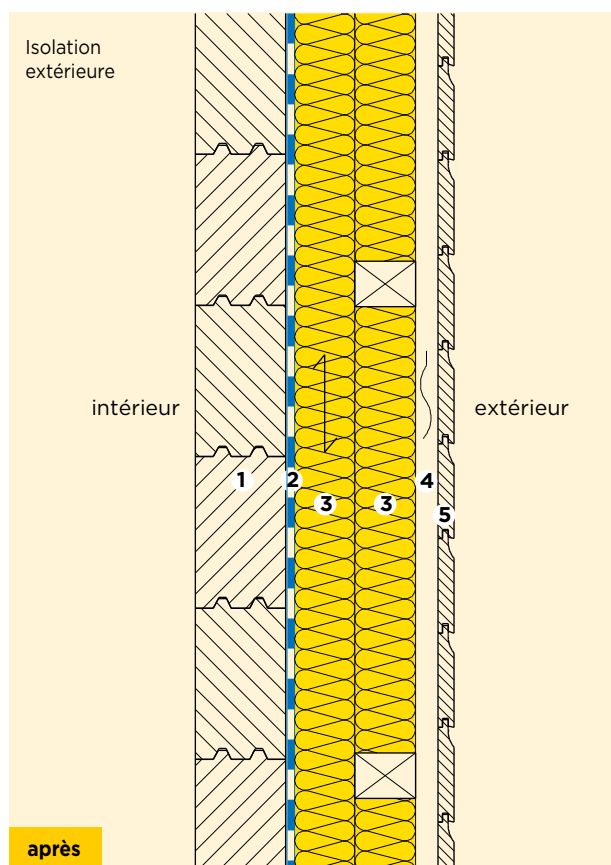
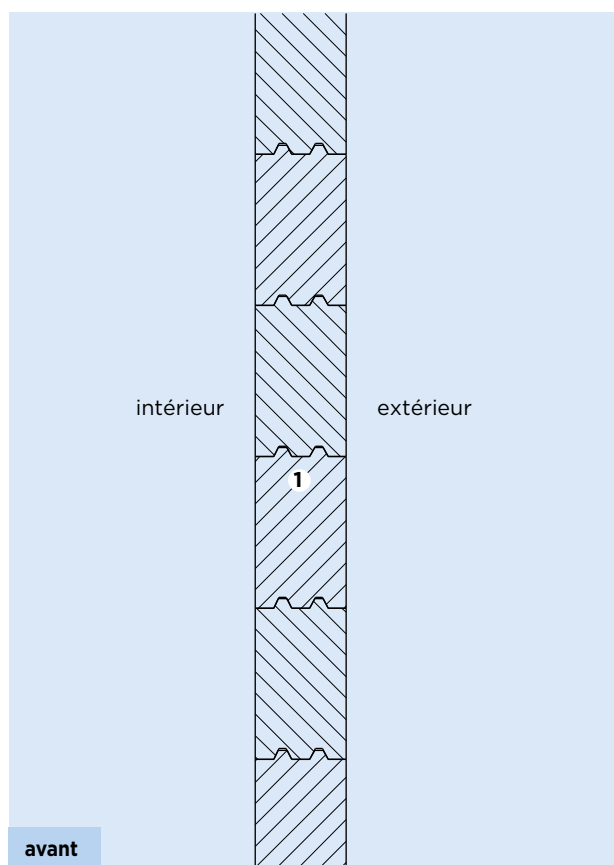
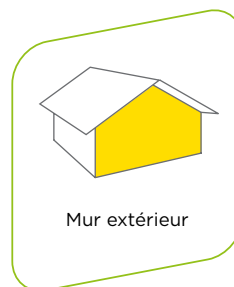
après

- ① Lambris
- ② Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ③ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ④ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑤ Coupe-vent
- ⑥ Lattage d'aération
- ⑦ Lambrissage 20 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	1.03	0.20	0.15
② SWISSROLL 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	120	120
④ PB F 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	60	120
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	10.4	2.0 (-81%)	1.5 (-85%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.7	3.7
Amortissement écologique		mois	-	3.4	4.4
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	11.9	11.3
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m ²	1305	253 (-81%)	190 (-85%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

2.4 Isolation extérieure (madrier) Assainissement depuis l'extérieur

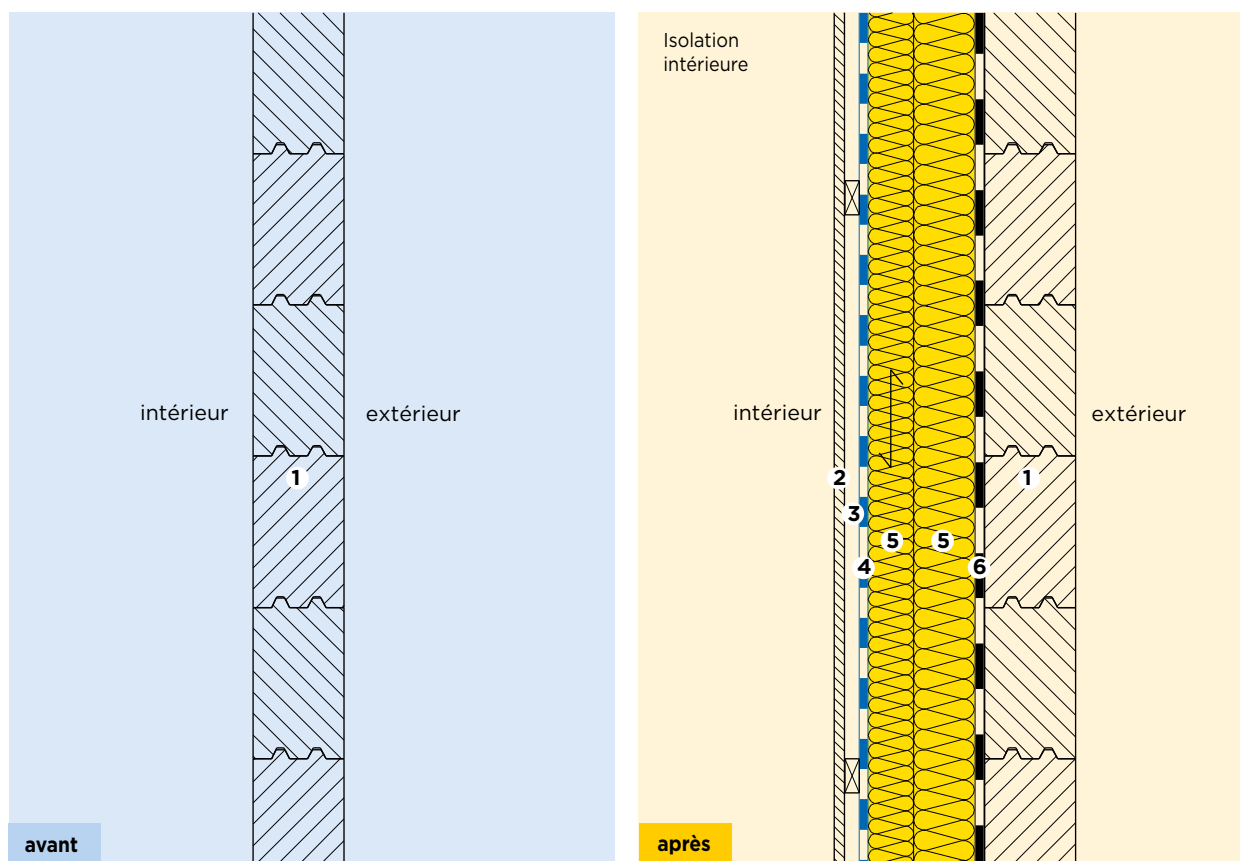
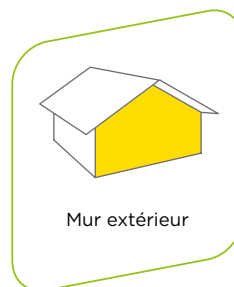


- ① Madrier 120 mm
- ② Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Lattage d'aération 30 mm
- ⑤ Lambrissage 21 mm

Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	0.92	0.24	0.19	0.14
③ PB F 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	50 + 50	80 + 60	100 + 100
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	9.3	2.4 (-74%)	1.9 (-79%)	1.4 (-85%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.5	3.2	4.3
Amortissement écologique		mois	-	2.6	3.4	4.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	14.6	13.6	12.7
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'166	304 (-74%)	241 (-79%)	177 (-85%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

2.5 Isolation intérieure (madrier) Assainissement depuis l'intérieur



- ① Madrier 120 mm
- ② Lambris 13 mm
- ③ Lattage/Conduites 25 mm

- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑤ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑥ Eventuel coupe-vent

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	0.92	0.24	0.19
⑤ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	60 + 40	80 + 60
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	9.3	2.4 (-74%)	1.9 (-79%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.8	2.3
Amortissement écologique		mois	-	2.5	3.3
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	14.6	13.6
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	1'166	304 (-74%)	241 (-79%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

3 Sols et plafonds

Combles

L'assainissement des combles s'effectue de préférence depuis le dessus. L'isolation du sol des combles est celle présentant le meilleur rapport coût-efficacité. Les mesures d'isolation sont très simples et, si le grenier ne doit ou ne peut pas être utilisé, la pose d'une couche d'isolation thermique suffit dans de nombreuses situations.

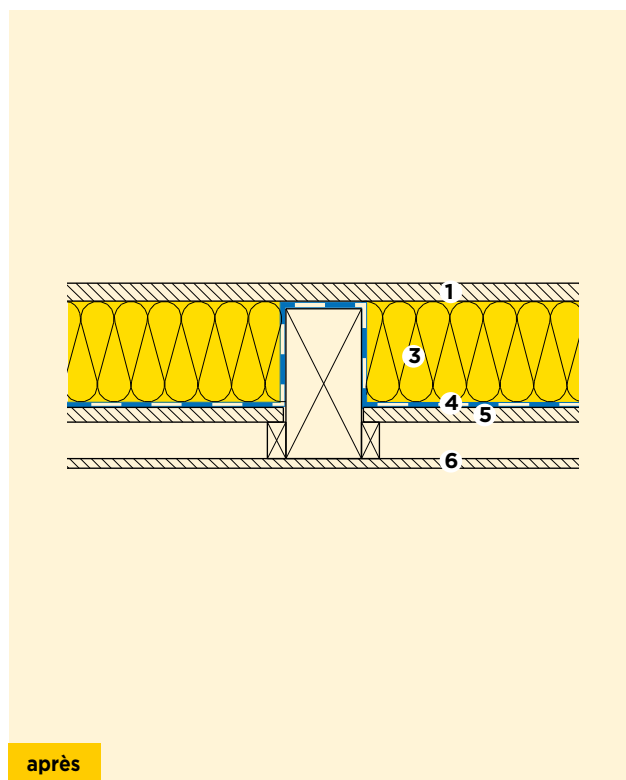
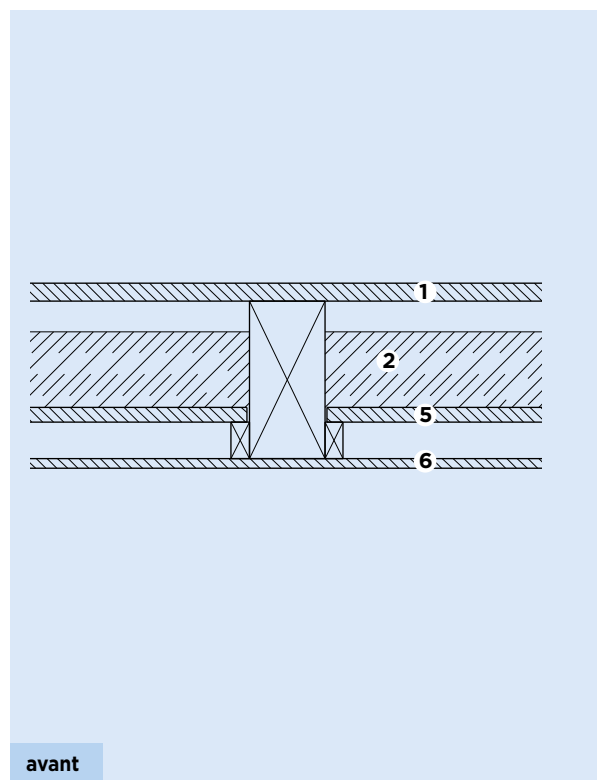
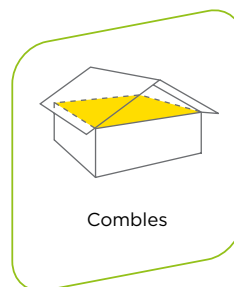
Plafond de cave

Si la cave n'est pas chauffée, son plafond sépare l'espace habitable chauffé de l'environnement froid de la cave et du terrain. Dans ce cas, le plafond de la cave doit être isolé afin d'éviter des déperditions de chaleur.



3.1 Combles

3.1.1 Isolation dans l'ossature (construction à ossature bois) Assainissement par le dessus



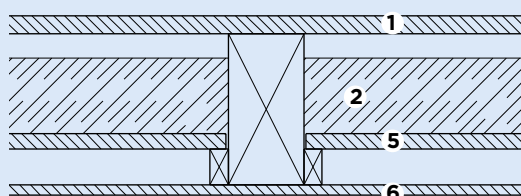
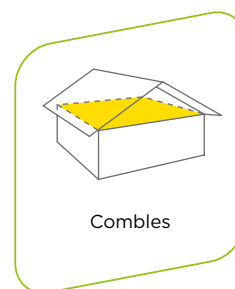
- ① Plancher 24 mm
- ② Scories 100 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air
Vario® Xtra
- ⑤ Planches de support 20 mm
- ⑥ Lambris 13 mm

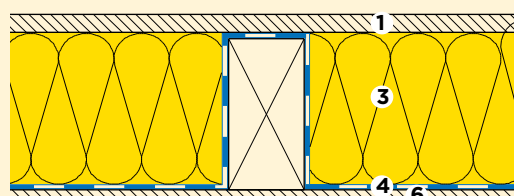
Caractéristiques		avant	après
Standard d'isolation			SIA 380/1
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	0.80
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	140
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	8.1
Amortissement énergétique		mois	2.7
Amortissement écologique		mois	3.8
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	17.7
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'521

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

3.1.1 Isolation dans l'ossature (construction à ossature bois) Assainissement par le dessus



avant



après

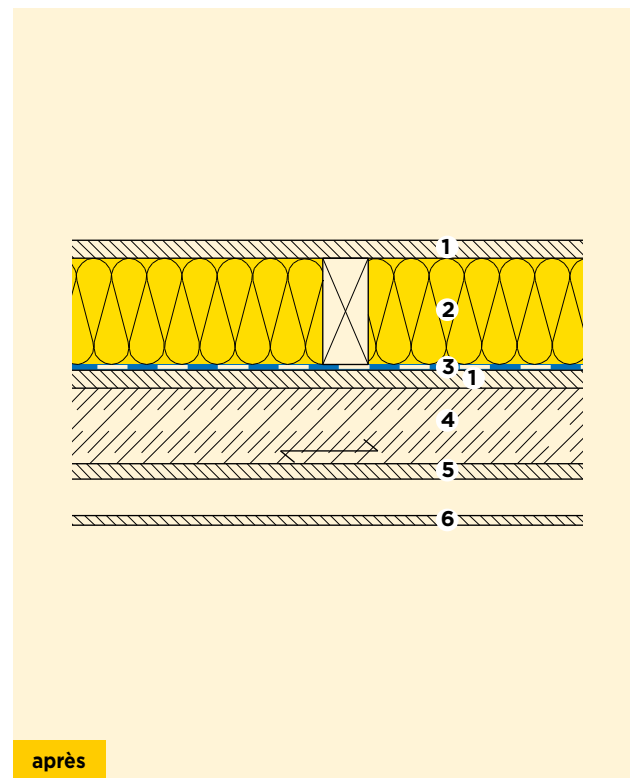
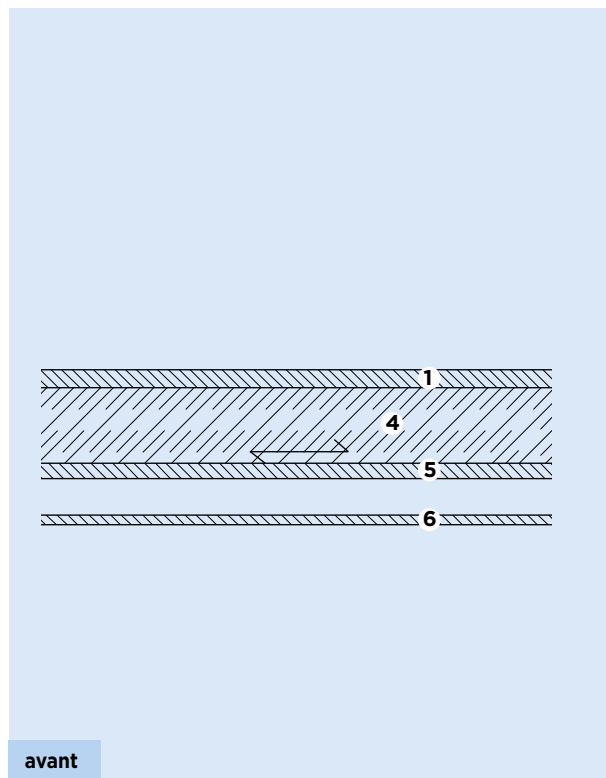
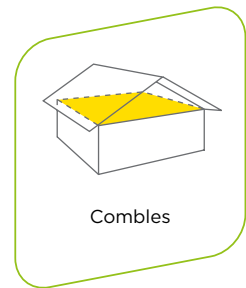
- ① Plancher 24 mm
- ② Scories 100 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air **Vario® Xtra**
- ⑤ Planches de support 20 mm
- ⑥ Lambris 13 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	0.85	0.24	0.20
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	160	200
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	8.6	2.4 (-72%)	2.0 (-76%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.9	3.3
Amortissement écologique		mois	-	4.0	4.7
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	16.2	15.2
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	1'616	456 (-72%)	380 (-76%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

3.1.2 Isolation sur l'ossature (construction à ossature bois) Assainissement par le dessus

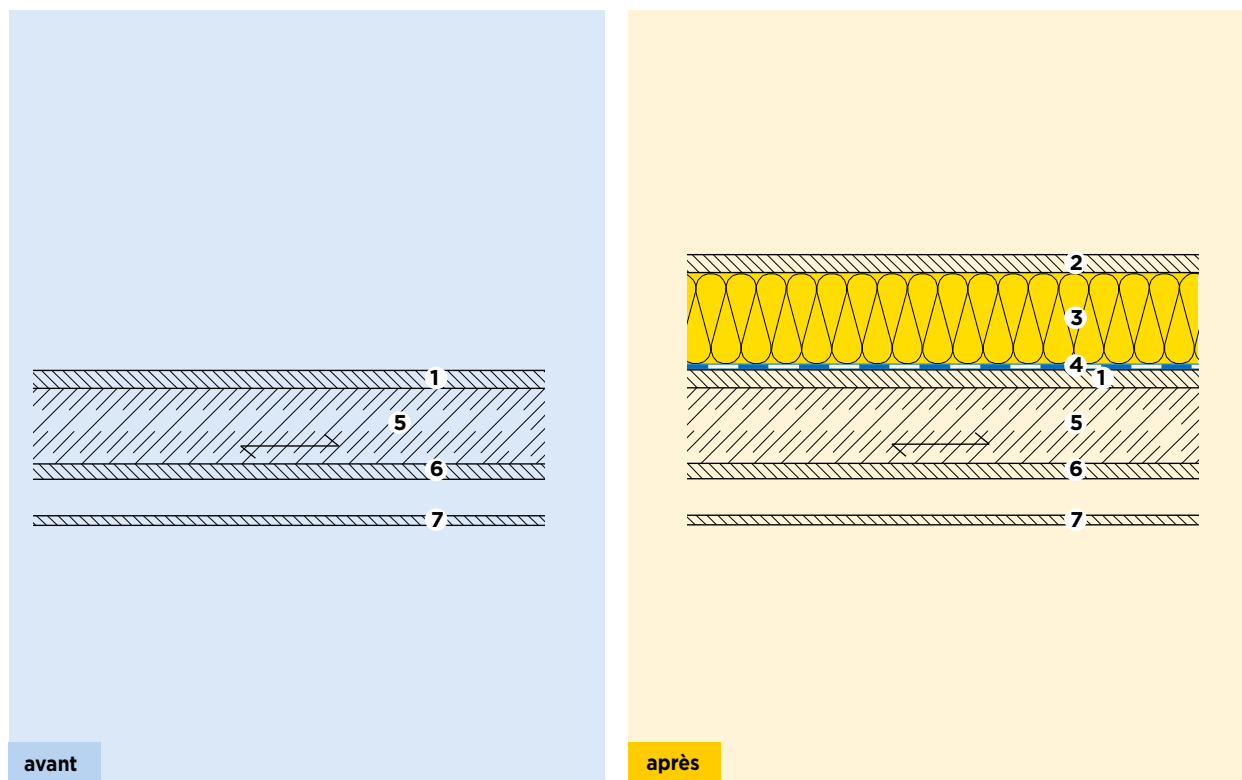
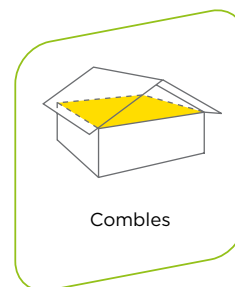


- ① Plancher 24 mm
- ② Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ③ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ④ Scories 100 mm
- ⑤ Planches de support 20 mm
- ⑥ Lambris 13 mm

Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	1.25	0.23	0.18	0.14
② PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	120	160	220
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	8.6	2.3 (-73%)	1.9 (-78%)	1.5 (-82%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.3	2.8	3.7
Amortissement écologique		mois	-	3.1	3.9	5.1
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	16.0	15.0	14.1
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'616	437 (-73%)	361 (-78%)	285 (-82%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

3.1.2 Isolation sur l'ossature (construction à ossature bois) Assainissement par le dessus



- ① Plancher 24 mm
- ② Panneau aggloméré 25 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air
Vario® Xtra
- ⑤ Scories 100 mm
- ⑥ Planches de support 20 mm
- ⑦ Lambris 13 mm

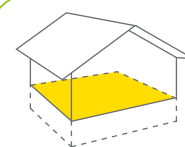
Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	0.85	0.24	0.19	0.15
③ ISOTHERM 034 $\lambda_D = 0.034$ W/(m K)		mm	-	100	140	180
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	8.6	2.4 (-72%)	1.9 (-78%)	1.5 (-82%)
Amortissement énergétique		mois	-	5.0	6.5	7.9
Amortissement écologique		mois	-	5.4	7.0	8.5
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	16.2	15.0	14.1
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'616	456 (-72%)	361 (-78%)	285 (-82%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

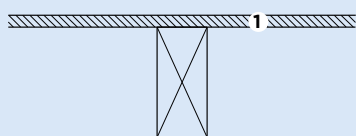
3.2 Plafond de cave

3.2.1 Isolation dans l'ossature (construction à ossature bois)

Assainissement par le dessous ou le dessus

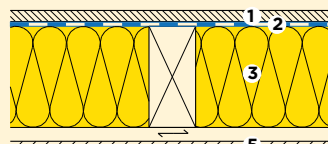


Plafond de cave

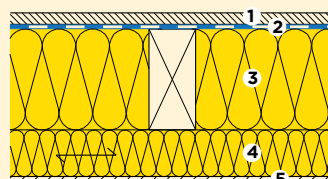


avant

Variante 1 : Assainissement par le dessus et le dessous



SIA 380/1

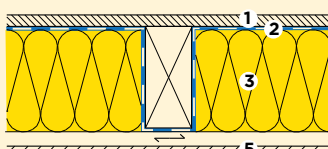


ModEnHa

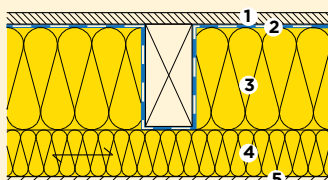
Basse énergie

après

Variante 2 : Assainissement par le dessous



SIA 380/1



ModEnHa

Basse énergie

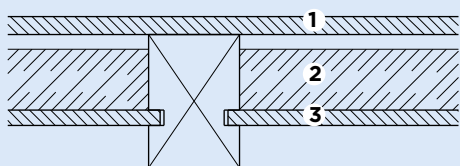
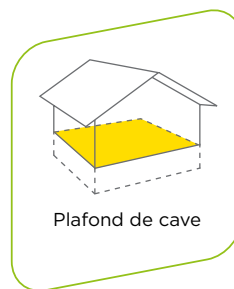
après

- ① Plancher en bois 24 mm
- ② Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

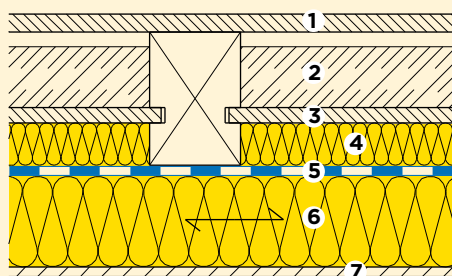
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Panneau de plâtre 12.5 mm

Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	2.11	0.24	0.18	0.15
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	160	160	160
④ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	-	40	80
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	21.3	2.4 (-89%)	1.8 (-91%)	1.5 (-93%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.9	1.1	1.3
Amortissement écologique		mois	-	1.3	1.6	1.9
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	5.3	5.1	5.1
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	4'011	456 (-89%)	342 (-91%)	285 (-93%)

3.2.2 Isolation sous l'ossature (construction à ossature bois) Assainissement par le dessous



avant



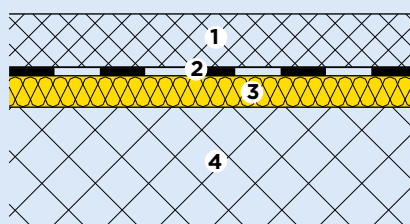
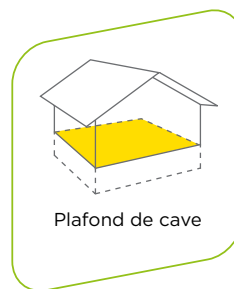
après

- ① Plancher en bois 24 mm
- ② Scories 80 mm
- ③ Support bois 20 mm
- ④ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑤ Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ⑥ Isolation additionnelle (selon tableau)
- ⑦ Panneau de plâtre 12.5 mm

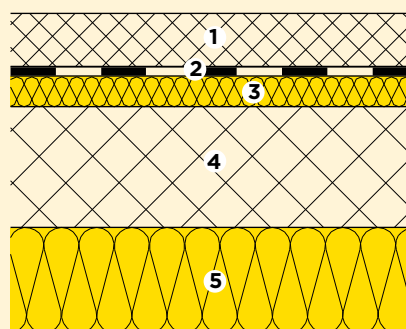
Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	1.49	0.24	0.19
④ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	40	40
⑥ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	80	120
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	10.7	2.4 (-77%)	1.9 (-82%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.6	2.1
Amortissement écologique		mois	-	2.3	2.9
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	12.1	11.4
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	2'015	456 (-77%)	361 (-82%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

3.2.3 Isolation sous la structure (béton) Assainissement par le dessous



avant



après

- ① Chape en ciment 70 mm
- ② Couche de recouvrement
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Béton 160 mm
- ⑤ Isolation thermique et phonique (selon tableau)

Caractéristiques			avant	après		
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa	Basse énergie
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m ² K)	0.95	0.23	0.18	0.15
③ PS 81 $\lambda_D = 0.032$ W/(m K)		mm	-	20	20	20
⑤ THERMO-PLUS $\lambda_D = 0.031$ W/(m K)		mm	-	100	140	180
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m ² a)*	9.6	2.3 (-76%)	1.8 (-81%)	1.5 (-84%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.3	3.1	3.8
Amortissement écologique		mois	-	3.3	4.3	5.3
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m ²)	-	13.8	12.9	12.4
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	60	60	60	60
Emissions de CO₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m ²	1'806	437 (-76%)	342 (-81%)	285 (-84%)

4 Aménagement de cave

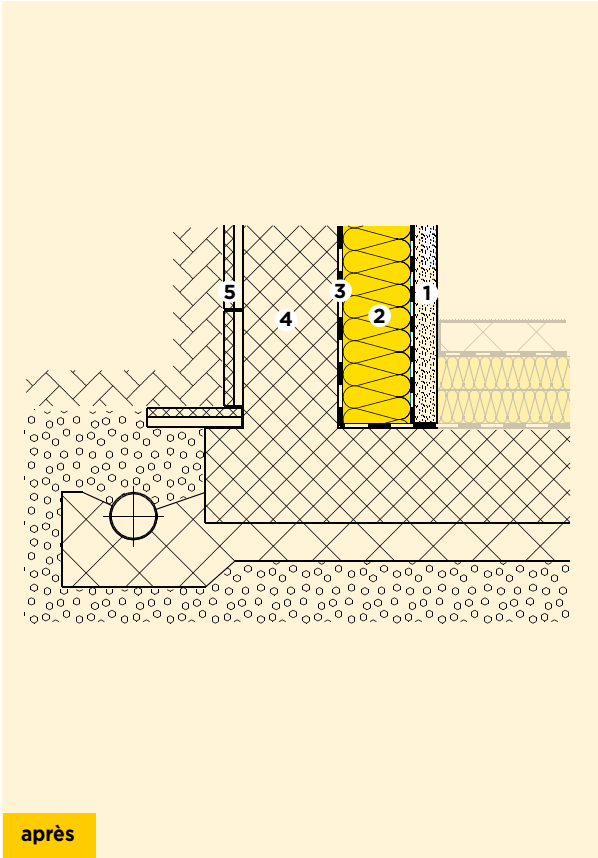
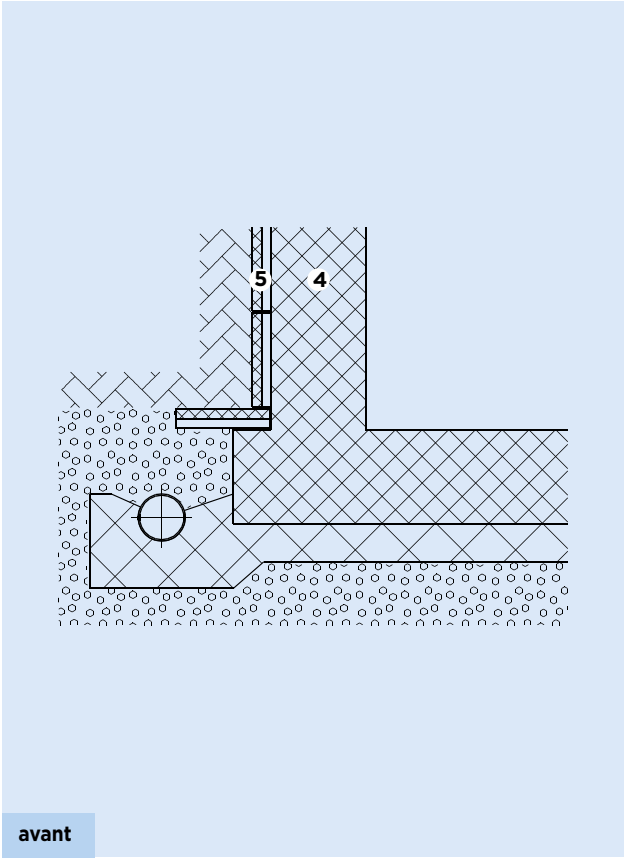
Si une cave est chauffée et utilisée ou si une cave non chauffée doit être aménagée en pièce à vivre, les murs et le sol de celle-ci doivent être isolés.

Lors de l'aménagement d'une cave, il faut accorder beaucoup d'attention à la protection contre l'humidité. Il faut notamment s'assurer que les murs contre le terrain ne soient pas exposés à l'humidité extérieure. Le moyen le plus sûr de garantir cela est d'installer une barrière contre l'humidité à l'extérieur.



4.1 Variante 1

4.1.1 Isolation intérieure (paroi) Assainissement depuis l'intérieur



- 1

Carreaux de plâtre 60 mm
- 2

Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- 3

Couche d'étanchéité
- 4

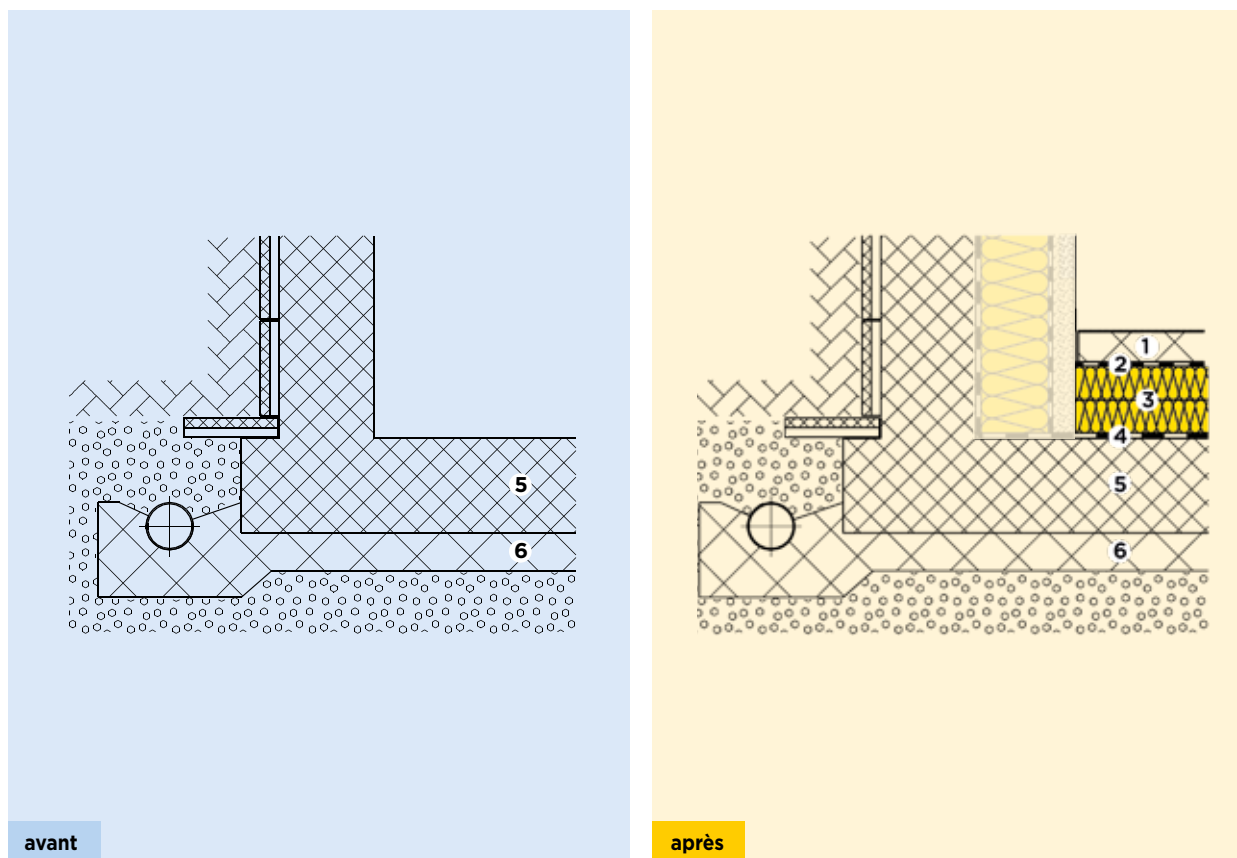
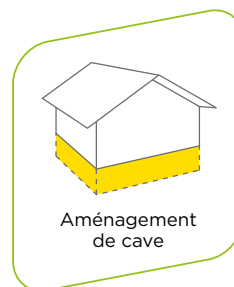
Béton 250 mm
- 5

Panneau de drainage 50 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	4.35	0.23	0.20
2 PB M 030 avec revêtement Kraft-Alu λ _D = 0.030 W/(m K)		mm	-	120	140
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	42.4	2.3 (-95%)	2.0 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.4	0.4
Amortissement écologique		mois	-	0.5	0.6
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	2.5	2.5
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	5'322	291 (-95%)	253 (-95%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

4.1.2 Isolation intérieure (plancher) Assainissement depuis l'intérieur



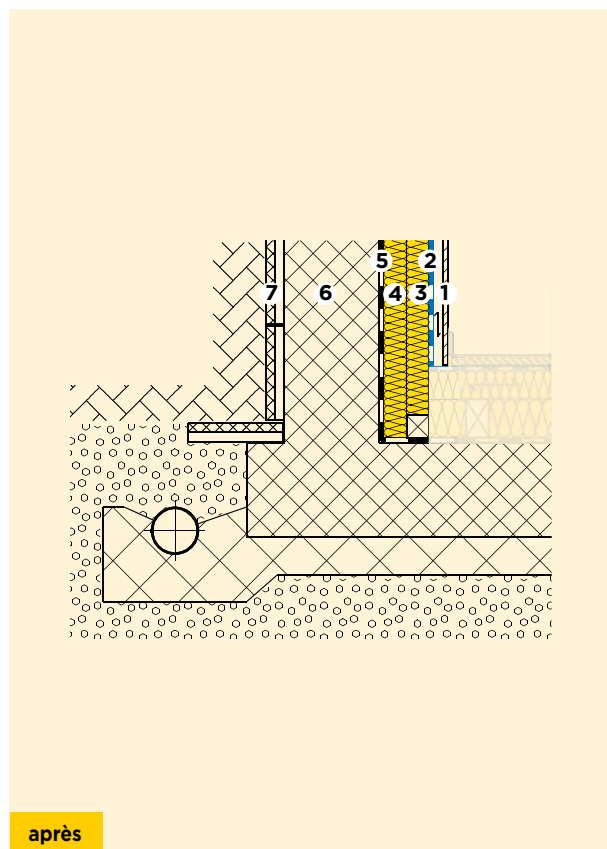
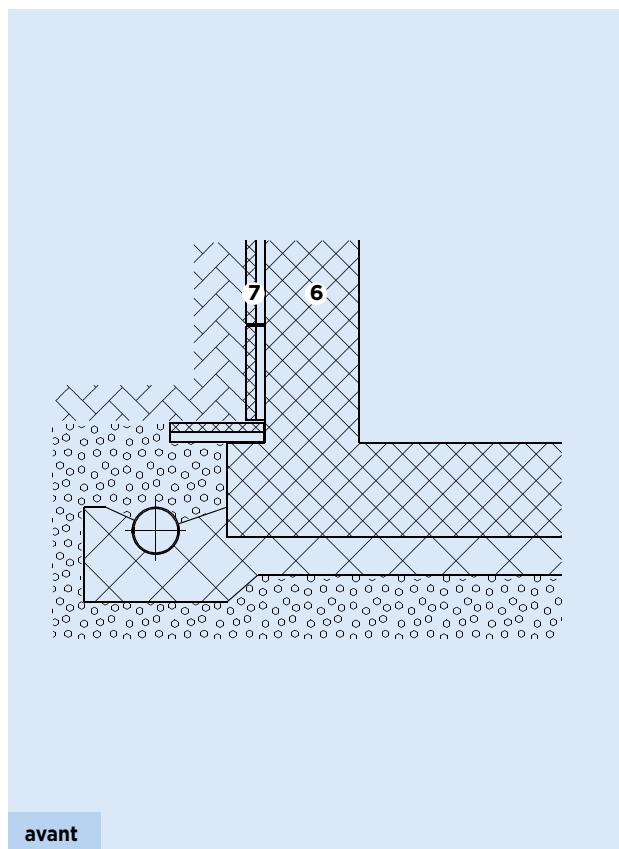
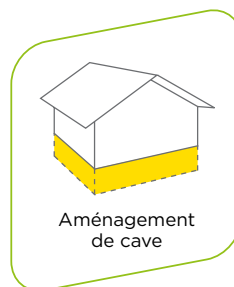
- ① Chape en ciment 80 mm
- ④ Couche d'étanchéité
- ② Feuille polyéthylène PE
- ⑤ Béton 250 mm
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ⑥ Radier

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	3.70	0.23	0.20
③ LURO 814 $\lambda_D = 0.035 W/(m K)$		mm	-	140	160
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	37.4	2.3 (-94%)	2.0 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	1.5	1.7
Amortissement écologique		mois	-	1.6	1.9
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	2.9	2.8
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	4'689	291 (-94%)	253 (-95%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

4.2 Variante 2

4.2.1 Isolation intérieure (paroi) Assainissement depuis l'intérieur

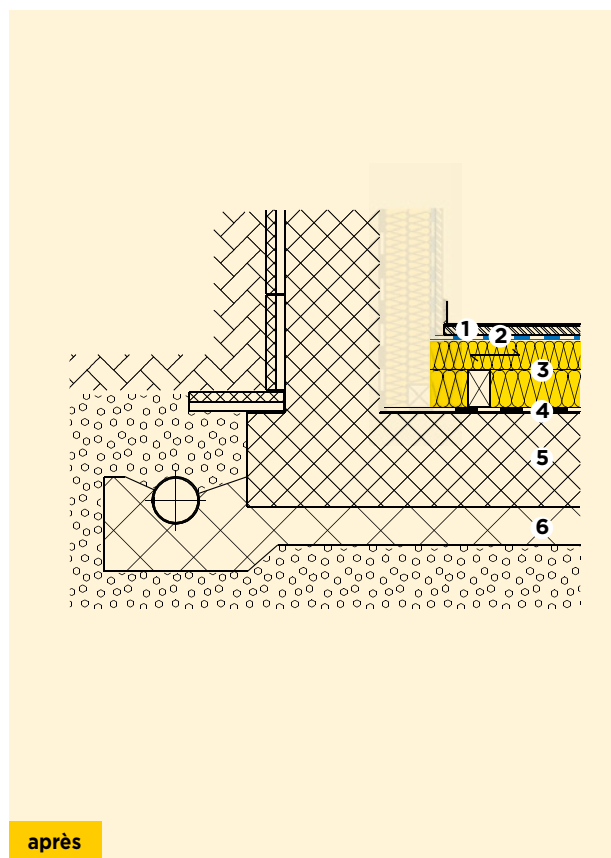
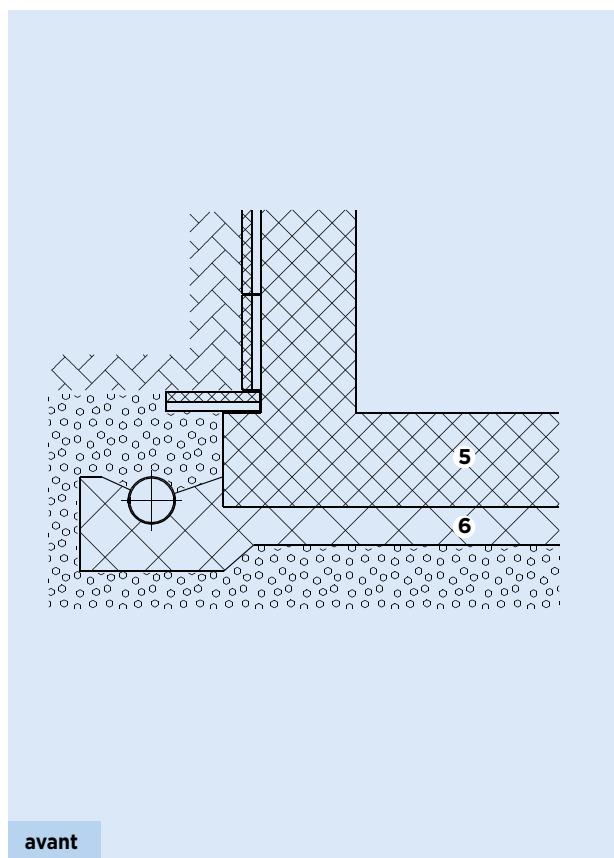
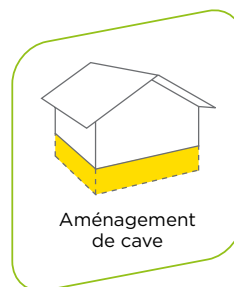


- ① Lambris 13 mm
- ② Pare-vapeur / Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ③ Isolation thermique et phonique entre les montants (selon tableau)
- ④ Isolation thermique et phonique homogène (selon tableau)
- ⑤ Couche d'étanchéité
- ⑥ Béton 250 mm
- ⑦ Panneaux de drainage 50 mm

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	W/(m² K)	4.2	0.25	0.19
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	80	80
④ PB M 030 $\lambda_D = 0.030$ W/(m K)		mm	-	40	80
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		L/(m² a)*	8.2	2.5 (-69%)	1.9 (-77%)
Amortissement énergétique		mois	-	2.6	3.2
Amortissement écologique		mois	-	3.6	4.4
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		a/(CHF 100/m²)	-	17.7	16.0
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m²	1'026	317 (-69%)	241 (-77%)

L = litre, m² = enveloppe du bâtiment, a = année

4.2.2 Isolation intérieure (plancher) Assainissement depuis l'intérieur



- ① Panneau aggloméré 25 mm
- ② Pare-vapeur/ Couche d'étanchéité à l'air Vario® Xtra
- ③ Isolation thermique et phonique (selon tableau)
- ④ Couche d'étanchéité
- ⑤ Béton 250 mm
- ⑥ Radier

Caractéristiques			avant	après	
Standard d'isolation				SIA 380/1	ModEnHa
Coefficient de transmission thermique	U	$W/(m^2 K)$	3.7	0.23	0.18
③ PB M 030 $\lambda_D = 0.030 W/(m K)$		mm	-	80 + 60	100 + 80
Consommation de fioul (économies par rapport à avant)		$L/(m^2 a)^*$	37.4	2.3 (-94%)	1.9 (-95%)
Amortissement énergétique		mois	-	0.5	0.6
Amortissement écologique		mois	-	0.7	0.8
Amortissement monétaire par CHF 100.- investis		$a/(CHF 100/m^2)$	-	2.9	2.8
Durée de vie standard de l'élément de construction		a	40	40	40
Emissions de CO ₂ sur la durée de vie (économies par rapport à avant)		kg/m^2	4'689	291 (-94%)	241 (-95%)

L = litre, m^2 = enveloppe du bâtiment, a = année

Annexe

I Liens utiles

Liens et outils de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Le catalogue de valeurs U et les catalogues des ponts thermiques peuvent être téléchargés sur le site de l'OFEN <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/suche>.

Catalogue de valeurs U - Détermination simple de la valeur U d'éléments de construction (1)

Cette publication s'adresse aux professionnels de la construction et de la technique du bâtiment ainsi qu'aux organes chargés d'appliquer les lois cantonales sur l'énergie et de contrôler la qualité des mesures énergétiques mises en oeuvre ainsi que les chantiers. La première partie de la publication présente les fondements et la méthode de calcul de la valeur U à l'aide d'exemples. Le chapitre suivant «Catalogue de valeurs U » constitue un ouvrage de référence portant sur les éléments de construction les plus répandus et permet à l'utilisateur de déterminer ou de contrôler la valeur U d'un élément de construction sans devoir recourir au calcul. Il ne se rapporte toutefois qu'à de nouveaux éléments de construction.

Catalogue des ponts thermiques (2)

Le «Catalogue des ponts thermiques» s'adresse aux architectes, aux professionnels de la construction et de la technique du bâtiment ainsi qu'aux organes chargés d'appliquer les lois cantonales sur l'énergie. Dans la première partie de la publication, on présente la notion de pont thermique et les valeurs physiques caractéristiques. Le chapitre suivant explique de quelle manière définir les coefficients des ponts thermiques à l'aide des tableaux et des majorations figurant dans la brochure. Le choix des constructions est orienté sur les constructions d'habitation conventionnelles et doit permettre de définir facilement et rapidement les ponts thermiques les plus courants. Ces exemples peuvent également être déclinés sur des constructions similaires qui ne sont pas destinées à l'habitation.

Catalogue des ponts thermiques Minergie-P (3)

Le «Catalogue des ponts thermiques pour les constructions Minergie-P» complète le «Catalogue des ponts thermiques». Ce complément a été rendu nécessaire au vu de la valeur U à atteindre pour répondre à l'exigence principale des constructions Minergie-P (et des maisons passives). En effet, celle-ci est d'environ $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ et le «Catalogue des ponts thermiques» existant ne traite que les constructions présentant une valeur U atteignant $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$.



1



2



3



Programme «Eco-Sai» pour le calcul de la valeur U

Le programme «Eco-Sai 2.0» de la société e4tech Sàrl permet de calculer le coefficient de transmission de chaleur U et les risques de condensation à l'intérieur d'un mur. Il vérifie si la composition du mur peut mener à des dommages dus à la condensation. Il permet également une modélisation rapide de différentes variantes d'assainissement de façades et de contrôler la valeur U (conductibilité thermique = transmission de chaleur). Grâce à ces fonctionnalités, Eco-Sai 2.0 constitue une base adéquate pour les décisions d'investissement en vue d'un assainissement. Le programme peut être obtenu gratuitement avec des fonctionnalités limitées ou contre paiement dans sa version intégrale sur le site www.eco-sai.com

II Amortissements

Dans les pages suivantes, nous vous montrons étape par étape comment calculer l'amortissement d'une mesure d'assainissement.

Nous avons choisi comme exemple la rénovation d'une façade extérieure à Zurich avec 16 cm de PB F 030 d'Isover.

Etape 1 : Calcul de la valeur U

La valeur U de la façade avant et après l'assainissement peut être consultée dans le « Catalogue d'éléments de construction avec calcul de la valeur U - Assainissement » de l'OFEN.

Elément existant	Ws 12	Elément assaini
	<p>Crépi intérieur Maçonnerie (Brique terre cuite ou brique de parement) Lame d'air (4-6 cm) Crépi extérieur</p> <p>Façade ventilée Isolation thermique Couche ventilée Protection extérieure</p>	
0 cm d'isolation valeur U env. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Assainissement homogène (avec fixations métalliques). Valeur U en annexe I. Val. U suppl.: voir Catalogue ponts thermiques.	Variante d'assainissement inhomogène (avec lambourrage croisé). Voir les valeurs U à l'annexe II.

Elément existant avec valeur $U = 1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	λ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Couche d'isolation thermique, en cm					Valeur U en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.045	0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.040	0.47	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.035	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.030	0.41	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.025	0.37	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12
	0.020	0.33	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

Source : Catalogue des éléments de construction OFEN

Avec une isolation d'épaisseur $d = 160 \text{ mm}$, $\lambda_D = 0.030 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ et une part de 8% de bois dans la sous-construction, on atteint un coefficient de transmission thermique U de $0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Etape 2 : Calcul de l'amortissement énergétique

L'énergie primaire non renouvelable (l'énergie grise) est définie dans le « Catalogue électronique d'éléments de construction » (www.catalogueconstruction.ch). La valeur U de l'étape 1 et les degrés-jours chauffage DJC de Zurich permettent de calculer l'amortissement énergétique.

Ökobilanzdaten im Baubereich				KBOB / ecobau / IPB: 2009/1:2022, Version 2														
ID-Nummer	BAUMATERIALIEN	Rohtichte/ Flächen- masse	Eintrag referenzen	USP21			Primärenergie Energie primaire											
No d'identi- fication		Masse volumique/ surface		USP21			erneuerbar renouvelable					nicht erneuerbar (Graue Energie) non renouvelable (énergie grise)						
Hinweis: Anzeigen der herstellerspezifischen und herstellereigenenspezifischen Daten durch Anklicken der 'v' am linken Rand.				Total	Herstellung	Entsorgung	Total	Herstellung total	Herstellung energetisch genutzt	Herstellung stofflich genutzt	Entsorgung	Total	Herstellung total	Herstellung energetisch genutzt	Herstellung stofflich genutzt	Entsorgung		
				Total	Fabrication	Elimination	Total	Total fabrication	Value of energy form of material fabrication	Value of energy form of material fabrication	Elimination	Total	Total fabrication	Value of energy form of material fabrication	Value of energy form of material fabrication	Elimination		
				USP	USP	USP	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	kWh (eq)	
10	Wärmedämmstoffe	kg/m³																
10.001.01	Glaswolle, mineralisch, chemisch verfestigt	20-100	kg	1.828	1.113	11	2,28	2,25	2,25	0	5,13	4,88	4,88	0,133				

Source : KBOB/Ecobau/IPB, Données des écobilans dans la construction

D'après la liste KBOB, l'énergie grise de 1 kg de laine de verre Isover avec liant phénolique s'élève à **5.13 kWh**.

Pour une isolation avec $\rho = 38 \text{ kg/m}^3$ la quantité d'énergie grise liée à la surface et investie E' est :

$$E' = 5.13 \text{ kWh/kg} \cdot 38 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.16 \text{ m} \cdot 0.92 = 28.7 \text{ kWh/m}^2$$

Les pertes d'énergie par transmission Q_T par m^2 pour le site de Zurich (degrés-jours chauffage DJC Zurich par rapport au climat $DJC_{ZH\ 22/14} = 3'976$ jours Kelvin par an) sont calculées à l'aide de la formule suivante :

$$Q_T = U \cdot HGT \cdot 24 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Il en découle deux résultats de pertes d'énergie par transmission Q_{T1} (avant) et Q_{T2} (après) :

$$Q_{T1} = 1.20 \cdot 3'976 \cdot 24 = 114'509 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \text{ a}) = 114.509 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

$$Q_{T2} = 0.20 \cdot 3'976 \cdot 24 = 19'085 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \text{ a}) = 19.085 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

L'énergie calorifique économisée ΔQ_T s'élève à :

$$Q_{T1} - Q_{T2} = 114.509 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) - 19.085 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) = 95.424 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Afin de calculer l'énergie primaire économisée ΔE_p il faut prendre en compte le degré d'utilisation du chauffage et le facteur d'énergie primaire du mazout.

Hypothèses: Degré d'utilisation du chauffage $\eta_{per} = 0.9$, facteur d'énergie primaire $f_p = 1.23$ (cahier technique SIA 2024)

Economies sur l'énergie primaire

$$\Delta E_p = \Delta Q_T / \eta_{per} \cdot f_p = 95.424 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) / 0.9 \cdot 1.23 = 130.41 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

L'amortissement énergétique A_{en} est le suivant :

$$A_{en} = \frac{E'}{\Delta E_p} = \frac{28.7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})}{130.41 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})} = 0.22 \text{ a}$$

La durée d'amortissement énergétique est d'environ 3 mois.

Etape 3 : Calcul de l'amortissement écologique

Les unités de charge écologique UBP'21 de l'isolation peuvent être consultées dans la liste KBOB « Données des écobilans dans la construction ». L'économie en consommation de mazout est ensuite calculée à l'aide de la valeur U (voir étape 1). Ce résultat constitue également la base du calcul de l'amortissement écologique.

La « charge » écologique de l'isolation thermique utilisée pour notre mesure d'assainissement, calculée selon les unités de charge écologique UBP, est la suivante :

$$1830 \text{ Pt} \cdot 38 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.16 \text{ m} \cdot 0.92 = 10'236 \text{ Pt/m}^2$$

Les pertes d'énergie par transmission avant et après l'assainissement sont les suivantes :

$$Q_{T1} = 1.20 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 3'976 \text{ (K d)/a} \cdot 24 \text{ h/d} = 114'509 \text{ Wh/(m}^2 \text{ a)} = 114.509 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$$

$$Q_{T2} = 0.20 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 3'976 \text{ (K d)/a} \cdot 24 \text{ h/d} = 19'085 \text{ Wh/(m}^2 \text{ a)} = 19.085 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$$

L'énergie calorifique économisée ΔQ_T s'élève à :

$$114.509 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)} - 19.085 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)} = 95.424 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$$

Afin de calculer l'énergie finale économisée ΔE , il faut prendre en compte le degré d'utilisation du chauffage.

Hypothèse: Degré d'utilisation du chauffage $\eta_{per} = 0.9$

$$\text{Economies sur l'énergie finale } \Delta E = \Delta Q_T / \eta_{per} = 95.424 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)} / 0.9 = 106.03 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$$

La charge environnementale du mazout extra léger en indices de charge polluante UBP'21 (Ecopoints) est de :

$$409 \text{ Pt/kWh}$$

Ökobilanzdaten im Baubereich				KBOB / ecobau / IPB 2009/1:2022, Version 2				
ID-Nummer <small>No d'identification</small>	ENERGIE	Bezug Référence		UBP'21 UBP21	Primärenergie Energie primaire		Treibhausgas- emissionen Emissions de gaz à effet de serre	Référence
		Grösse	Einheit Unité		erneuerbar renouvelable	nicht erneuerbar non renouvelable		
				UBP	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kg CO ₂ -eq	Dimension
41	Brennstoffe ¹							
41.001	Heizöl EL	Endenergie	kWh	409	0.014	1.25	0.324	Energie finale

Les économies d'indices de charge polluante ΔUBP réalisées grâce aux économies sur l'énergie finale s'élèvent à :

$$\Delta E = 106.03 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)} \cdot 409 \text{ Pt/kWh} = 43'366 \text{ Pt/(m}^2 \text{ a)}$$

L'amortissement écologique A_{ec} est le suivant :

$$A_{ec} = \frac{10'236 \text{ Pt/m}^2}{43'366 \text{ Pt/(m}^2 \text{ a)}} = 0.24 \text{ a}$$

La durée d'amortissement écologique est également d'environ 3 mois.

Etape 4 : Calcul de l'amortissement monétaire

L'amortissement monétaire est calculé en fonction de l'économie de mazout engendrée par la mesure d'assainissement (voir étape 3).

Comme calculé à «l'étape 3 : Amortissement écologique», l'économie d'énergie finale ΔE annuelle par m² de paroi extérieure réalisée grâce à la mesure d'assainissement s'élève à : **106.03 kWh/(m² a)**.

Le pouvoir calorifique H_s du mazout EL s'élève selon SIA 416/1 à 12.50 kWh/kg, pour une masse volumique ρ de 0.84 kg/L du mazout EL : **10.50 kWh/L**.

Les économies de mazout EL par an et m² de paroi extérieure s'élèvent à :

$$106.03 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) / 10.50 \text{ kWh/L} = 10.1 \text{ L}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Les économies annuelles surfaciques de frais de chauffage par m² de paroi extérieure pour un prix du mazout de 1 CHF/L s'élèvent à :

$$\text{Economies de frais de chauffage} = 10.1 \text{ L}/(\text{m}^2 \text{ a}) \cdot 1 \text{ CHF/L} = 10.1 \text{ CHF}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Dans l'hypothèse où les frais d'investissement s'élèveraient à CHF 100.-/m² de façade, l'amortissement monétaire A_m sera de :

$$A_m = \frac{100 \text{ CHF}/\text{m}^2}{10.1 \text{ CHF}/(\text{m}^2 \text{ a})} = 9.9 \text{ a}$$

Dans l'hypothèse où le prix du mazout serait de CHF 1.- par litre et par CHF 100.-/m² d'investissement, la durée d'amortissement monétaire s'élève à moins de 10 ans. Le gain en confort d'habitation et en bien-être n'est pas concrètement chiffrable.

III Glossaire

Paramètres

Consommation de mazout

Consommation de mazout annuelle en litre par m² de surface de l'élément de construction. Le calcul est effectué sur la base des conditions météorologiques empiriques du plateau suisse (Bâle, Lausanne, Zurich, $DJC_{20/12} = 3'300$ Kelvin jour, Kd). La consommation de mazout peut être déterminée pour une autre région de la Suisse à l'aide de facteurs de conversion (cf. ci-après).

Degrés-jours chauffage ($DJC_{20/12}$)

Les degrés-jours chauffage ($DJC_{20/12}$) sont un paramètre simple pour calculer les besoins en chaleur d'un bâtiment durant la période de chauffage. Ils représentent la relation entre la température intérieure et la température de l'air extérieur et constituent par conséquent une aide pour la définition des coûts et des besoins en énergie de chauffage. En Suisse, on considère une limite de chauffage à 12°C et une température intérieure à 20°C, ce qui explique l'indice des $DJC_{20/12}$. Il existe respectivement une valeur pour la moyenne climatique empirique et une valeur pour le climat actuel (mesure météorologique).

Facteurs de conversion

Les valeurs consommation de mazout, amortissement énergétique, écologique et monétaire peuvent être converties pour être adaptées à une autre région climatique à l'aide des facteurs suivants.

Tessin	Lugano, Locarno, Bellinzone	ca. 2'700 $DJC_{20/12}$	F = 0.82
Plateau	Bâle, Lausanne, Zurich	ca. 3'300 $DJC_{20/12}$	F = 1.00
	Berne, Lucerne, St-Gall, Coire	ca. 3'800 $DJC_{20/12}$	F = 1.15
Préalpes	Airolo, Engelberg, Göschenen	ca. 5'000 $DJC_{20/12}$	F = 1.52
Alpes	Arosa, Davos, Zermatt	ca. 6'000 $DJC_{20/12}$	F = 1.82

Unités de charge écologique UBP

Les unités de charge écologique quantifient la charge environnementale exercée par l'utilisation des ressources énergétiques du sol et de l'eau douce, par les émissions dans l'air, l'eau et le sol ainsi que par l'évacuation des déchets. Les effets environnementaux des évaluations partielles énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre sont intégrés dans l'appréciation globale UBP. L'évaluation par la méthode de la saturation écologique UBP présente une vue complète des effets environnementaux et est basée sur la politique environnementale de la Suisse.

Caractéristiques du matériel

Conductivité thermique, valeur déclarée λ_D W/(m K)

La conductivité thermique ou conductibilité thermique (λ) d'un corps solide, d'un liquide ou d'un gaz représente sa capacité à transporter de l'énergie thermique par conduction thermique. La conductivité thermique spécifique en Watt par Kelvin et mètre est une constante matérielle dépendant de la température. Plus le chiffre est bas, plus la valeur est élevée: les matériaux de construction avec un (λ) ≤ 0.1 W/(m K) sont considérés comme isolants thermiques (norme SIA 279).

Caractéristiques des constructions

Emission de CO₂ sur la durée de vie

Emission de CO₂ du chauffage pour compenser les pertes d'énergie par transmission de l'élément de construction (consommation de mazout).

Durée de vie standard de l'élément de construction

Durée de vie standard de l'élément de construction selon la directive SIA 2032 «Energie grise des bâtiments».

Coefficient de transmission thermique U W/(m² K)

La valeur U indique la quantité d'énergie transmise à travers un élément de construction lorsque la différence entre la température intérieure et extérieure est de 1°K. Plus le chiffre est bas, plus la valeur est élevée.

Amortissement

Amortissement énergétique

Combien de temps faut-il jusqu'à ce que la mesure d'isolation ait permis de compenser l'« énergie grise » utilisée pour la fabrication de cette même isolation ?

Le calcul de la durée d'amortissement énergétique se base sur les économies en mazout évaluées grâce au paramètre des $DJC_{20/12}$ (cf. Consommation de mazout). Elle indique la durée nécessaire pour compenser l'«énergie grise» utilisée pour la fabrication de l'isolation avec les économies de mazout réalisées.

Amortissement écologique

Combien de temps faut-il jusqu'à ce que les unités de charge écologique (UBP) engendrées par la mesure d'isolation soient à nouveau compensées (délai de récupération) ?

Le calcul de la durée d'amortissement écologique se base sur les économies en mazout évaluées grâce au paramètre des $DJC_{20/12}$ (cf. Consommation de mazout). Elle indique la durée nécessaire pour compenser les unités de charge écologique UBP engendrées par l'isolation utilisée lors de l'assainissement avec les économies de mazout réalisées.

Amortissement monétaire

Combien de temps faut-il jusqu'à ce que les investissements soient compensés par les économies réalisées grâce à la mesure d'assainissement ?

Le calcul de la durée d'amortissement monétaire se base sur les économies de mazout évaluées grâce au paramètre des $DJC_{20/12}$ (cf. Consommation de mazout). Elle indique la durée nécessaire pour qu'un investissement de 100 CHF/m² d'élément de construction assaini soit compensé par les économies de mazout réalisées. Base: 100 L mazout = CHF 100.-.



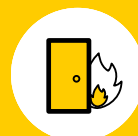
Thermique, acoustique, protection incendie: Des conseils professionnels



**Isolation
thermique**



**Isolation
phonique**



**Protection
incendie**



Toits
Toitures inclinées,
toitures plates



Sols et plafonds
Chapes, sous-planchers,
planchers, plafonds,
plafonds acoustiques



Murs
Façades, parois,
constructions légères,
constructions bois



Isolation technique
Conduites, réservoirs,
gainés



**SAINT-GOBAIN
ISOVER SA**

Route de Payerne 1
1522 Lucens
Tél. +41 21 906 01 11
admin@isover.ch

Customer Service / Ventes
Tél. +41 21 906 05 70
07:30 - 11:45
13:30 - 17:00
vendredi jusqu'à 16:00
sales@isover.ch

Helpdesk / Technique
Tél. 0848 890 601
helpdesk@isover.ch

imprimé en
suisse