

DÉPARTEMENT DES FINANCES ET DES RELATIONS EXTÉRIEURES
SERVICE IMMEUBLE, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE (SIPAL)

Isolation des toitures anciennes



Romainmôtier

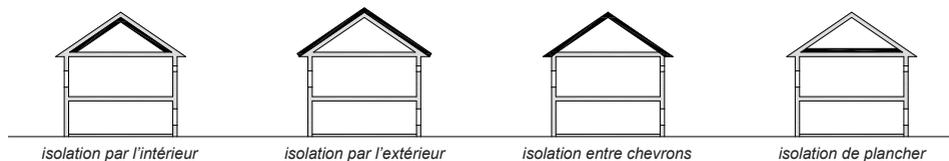
Les économies d'énergie sont au cœur des problématiques sociétales de notre temps. Sur le bâti, elles impliquent une série d'interventions plus ou moins lourdes nécessitant la recherche de solutions conciliables avec les enjeux patrimoniaux visant à la conservation de la substance et de l'aspect des bâtiments anciens.

Dans cette perspective, l'isolation des combles apparaît comme un enjeu majeur, dans la mesure où cette partie du bâtiment représente la part la plus importante des déperditions thermiques, et en même temps le moyen le plus efficace pour gagner en confort et en économie d'énergie. Assimilés à des interventions mineures car peu visibles depuis l'extérieur, les travaux sur toiture peuvent porter atteinte à l'intégrité du bâtiment et de son environnement proche s'ils ne sont pas réalisés correctement.

L'architecture rurale de la campagne vaudoise tout comme l'architecture de montagne met particulièrement en valeur de vastes toitures munies de larges avant-toits. Cette spécificité typologique présente dans l'architecture de la région, constitue un des symboles qui, dans la pensée collective, participe à la définition du paysage archétypal suisse. Ainsi il conviendra de respecter au maximum ces éléments et de veiller à la conservation de leurs dimensions, de leurs proportions et de leur matérialité afin de ne pas en altérer la perception et l'originalité.

Mais le débat ne se place pas simplement sur le registre réducteur de l'esthétisme, c'est le principe même de fonctionnement du bâti ancien mettant en avant la notion de porosité, de respiration, d'inertie qu'il faut tout d'abord intégrer avant de proposer des interventions contemporaines visant principalement à créer des environnements clos. La modification importante des conditions hygrométriques que ces opérations entraînent sur les bois des charpentes doit être anticipée avec précaution afin de garantir une bonne conservation de la matière historique.

Interventions et précautions

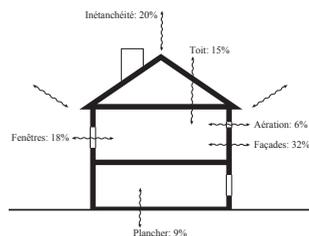


Les toitures anciennes n'étaient pas conçues pour être isolées. Entreprendre ce genre de travaux peut donc modifier l'équilibre hygrothermique des charpentes en bois. Une bonne isolation doit s'accompagner d'une ventilation adaptée. Ce paramètre est essentiel, et pourtant souvent oublié, pour ne pas détériorer le bâtiment et assurer une bonne qualité de l'air intérieur pour la santé.

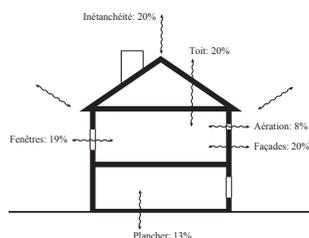
La contrainte principale est de maintenir l'aération des bois de charpente et des supports de couverture. Il faut donc idéalement soit les inclure au maximum dans les volumes chauffés soit les en exclure totalement. L'amélioration thermique ne doit pas s'opposer aux flux de vapeur d'eau, ni confiner l'humidité. Tout joint mal traité crée un pont thermique qui se révèle source de déperdition et de condensation. Le pourrissement apparaît dès lors que le bois reste trop longtemps humide, ce qui permet aux moisissures de se développer. Dans le cas du bâti ancien, il est alors indispensable de privilégier tous les produits respirants, c'est-à-dire capables de gérer les échanges de vapeur d'eau et ceci sur toute l'épaisseur de la construction.

L'isolation par l'extérieur consiste à réaliser une isolation au dessus des chevrons qui a pour conséquence une surélévation de la couverture de près de 40 cm constituant une modification architecturale importante. Ce procédé ne peut être envisagé que lorsqu'il n'y a pas d'enjeu de valeur historique ou patrimonial puisqu'il conduit à une transformation de la silhouette initiale. Il faudra donc trouver des solutions pour minimiser cet impact au niveau des virvents et des larmiers. Ainsi l'isolation par l'intérieur ou entre chevrons est à privilégier pour les bâtiments protégés. Toutefois, cette technique permet plus difficilement d'aménager une lame d'air ventilée sous la couverture et de traiter tous les ponts thermiques. La solution idéale, ménageant aussi bien les aspects patrimoniaux que thermiques, est la pose d'une isolation sur le plancher des combles. Ces dernières restent cependant froides.

Les lames d'air dans la toiture ont deux fonctions principales. Elles servent à évacuer l'air chaud dû à l'ensoleillement sur les tuiles ou provenant de l'intérieur de l'habitat et elles permettent d'évacuer la vapeur d'eau qui diffuse vers l'extérieur durant la saison froide ou qui s'évapore de la surface inférieure des tuiles lors de leur séchage après les pluies.



Répartition des pertes thermiques.
Situation isolée



Répartition des pertes thermiques.
Situation mitoyenne



Pourrissement des éléments de charpente dû à une mauvaise gestion de l'évacuation de l'humidité.

Coefficient de déperdition thermique de référence: l'air 0.025 W/(m.K)



Coef. = de 0.038 à 0.045 W/(m.K)

isolant naturel: fibre de bois

La fibre de bois assure un bon confort hygrothermique, été comme hiver, et permet ainsi d'obtenir un bon équilibre entre isolation et inertie thermique. La fibre de bois se place comme un très bon isolant en hiver car les panneaux de fibre de bois présentent une excellente capacité d'accumulation de la chaleur au contraire des laines minérales. Perméables à la vapeur d'eau, ils participent à la régulation de l'humidité dans l'habitation en évitant ainsi les effets néfastes de la condensation. L'humidité en excès est évacuée naturellement vers l'extérieur si l'ensemble des matériaux que constitue la paroi respecte cette porosité. Cet isolant est donc particulièrement adapté aux bâtiments anciens. Il présente également l'avantage de pouvoir être scié afin de s'adapter à toutes les géométries.

isolant naturel: fibre de chanvre

Le chanvre se présente sous la forme de rouleaux, de panneaux ou de granulats. Cet isolant naturel affiche sensiblement les mêmes performances que les laines minérales tout en étant respirant et donc parfaitement adapté aux nécessités du bâti ancien. Naturellement répulsive pour les nuisibles, la laine de chanvre est par ailleurs un excellent régulateur hygrométrique. Comme tous les isolants d'origine végétale, la laine de chanvre est sensible au feu sans un traitement additionnel ignifuge.



Coef. = 0.048 W/(m.K)

isolant minéral: laine de verre et laine de roche

On distingue la laine de verre, obtenue à partir de sable, de la laine de roche obtenue à partir de roches volcaniques. Ces isolants sont les plus répandus et les moins onéreux à l'heure actuelle bien qu'ils nécessitent une importante énergie grise pour leur fabrication. Les laines minérales affichent généralement de bonnes performances thermiques, pour peu qu'elles n'aient pas subies de tassement, et sont incombustibles. Toutefois elles n'acceptent qu'une faible teneur en eau ce qui, dans le cas de travaux sur des bâtiments anciens, peut poser de nombreux problèmes liés à la condensation si le pare-vapeur n'est pas parfaitement continu.



Coef. = 0.032 W/(m.K)

isolant de recyclage: ouate de cellulose

La ouate de cellulose provient du recyclage de journaux invendus. Cet isolant constitue un choix très rentable. Vendue en panneaux denses ou en vrac, ses qualités isolantes sont équivalentes à celles de la fibre de bois. Sa fabrication ne nécessite que peu d'énergie et n'engendre aucune pollution environnementale.



Coef. = 0.042 W/(m.K)

isolant industriel: mousse de polyuréthane

Il est l'un des isolants thermiques les plus performants, de fait il est possible d'atteindre un coefficient correct tout en conservant de faibles épaisseurs ce qui le rend particulièrement intéressant pour tous les travaux ayant un fort impact visuel. L'humidité ne l'altère pas, il n'a donc pas besoin de pare-vapeur pour éviter les phénomènes de condensation. Le polyuréthane, fruit d'un processus de fabrication industriel, affiche un bilan en énergie grise élevé.

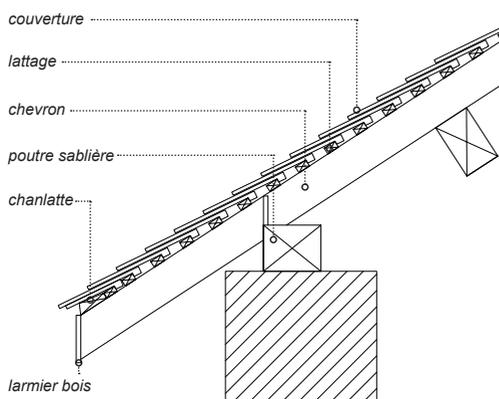


Coef. = 0.026 W/(m.K)

Mise en oeuvre

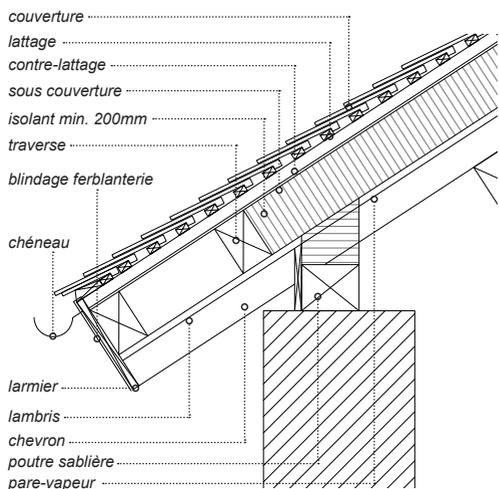
Si l'opération d'isolation des combles apparaît aujourd'hui comme essentielle, il n'en reste pas moins que celle-ci occasionne généralement un épaissement considérable des profils de toiture. Une réflexion spécifique est trop rarement menée pour en réduire les effets alors que des solutions relativement simples, mais néanmoins très efficaces, existent et permettent de s'adapter aux différentes typologies présentées ci-après.

- détail d'avant-toit traditionnel sans isolation -



Les détails d'avant-toits anciens se distinguent par leur finesse et l'absence de chéneaux qui laissent apparaître les tuiles en limite de toiture. La pérennité des bois est assurée par une très bonne ventilation des charpentes. Cet avantage technique se révèle être l'inconvénient majeur dès lors que l'on souhaite rendre les combles habitables.

- détail d'isolation standard problématique -



Cette opération consiste à superposer les couches isolantes sur les charpentes existantes, conduisant à la création d'un champ de toiture épais, compris entre 40 et 60 cm, et modifiant la morphologie des avant-toits. Généralement, les larmiers sont totalement recouverts de ferblanterie ce qui renforce l'aspect massif de ces interventions.

- détail d'avant-toit traditionnel sans isolation -



Rives en bois d'une grande finesse.



Avant-toit laissant apparaître les éléments de charpente.

- détail d'isolation standard problématique -



Épaississement considérable des rives de toit.



L'avant-toit devient une construction massive et imposante.

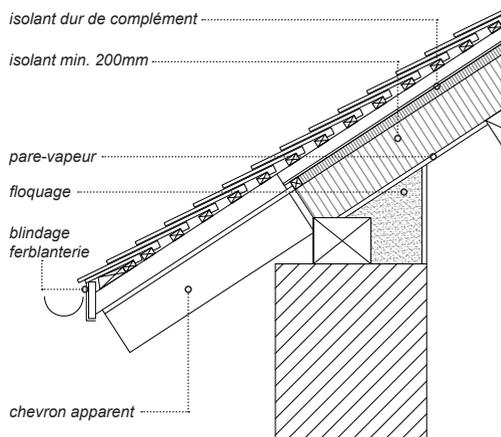


Surplus conséquent de ferblanterie transformant l'avant-toit en un ouvrage massif.



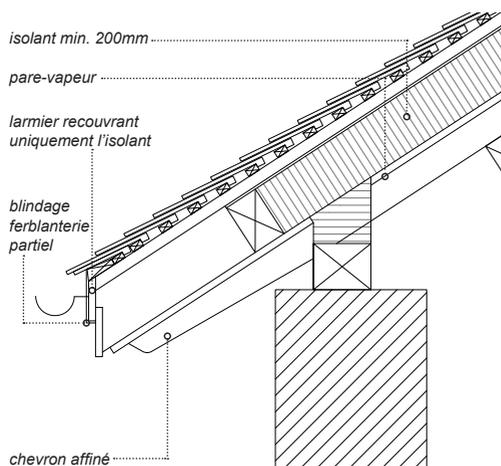
Blindage sur toute hauteur augmentant la perception de surépaisseur induite par l'isolation.

- détail d'avant-toit: isolation entre chevrons -



La méthode profite de l'épaisseur des chevrons pour y loger la majeure partie de l'isolant afin de limiter l'épaississement des champs de toiture. On peut réaliser cette opération sans déposer de la couverture, depuis l'intérieur. L'avantage du point de vue esthétique est indéniable mais en contre partie, il requiert une mise en oeuvre parfaite du pare-vapeur. Les bois de charpente se retrouvent en effet confinés et donc potentiellement plus sensibles au pourrissement.

- détail d'avant-toit: isolation sur chevrons -



Thermiquement l'isolation par l'extérieure reste la plus efficace. Le larmier ne recouvre que la zone additionnelle occupée par l'isolant. Sur ce dernier on procédera au blindage de ferblanterie uniquement dans la zone supérieure qui est sollicitée. En parallèle, on procède à l'affinement des chevrons en tête. Cette série de détails permet de créer une succession de plans qui fragmente la surface additionnelle et permet de minimiser l'impact de l'intervention.

- détail avant-toit isolation entre chevrons -



Blindage partiel et chevron apparent rendant l'intervention peu perceptible.



Variante avec prolongation de l'isolation entre chevron de l'avant-toit.

- détail avant-toit isolation sur chevrons -

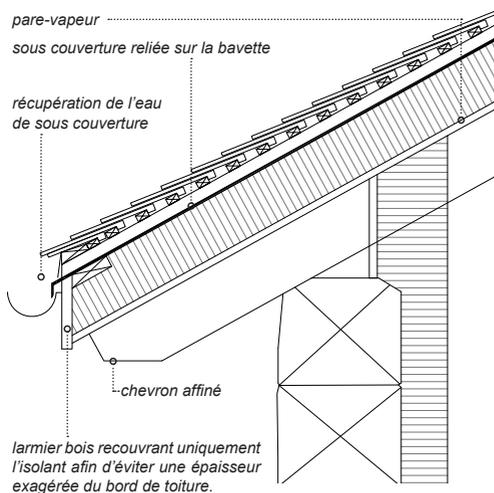


La succession des plans rend peu perceptible l'intervention.



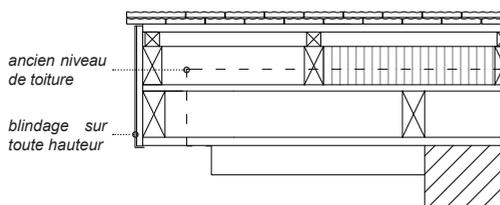
Détail de réalisation de la ferblanterie.

- détail d'avant-toit pour l'architecture de montagne: isolation sur chevrons -



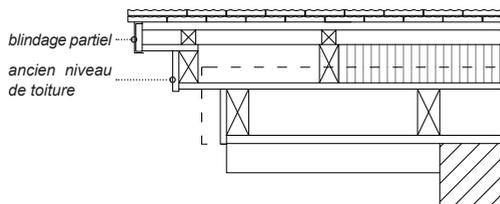
Dans le cas particulier de la maison paysanne de montagne, on prolonge l'isolation sur toute la longueur de l'avant-toit. Le rayonnement solaire et son impact sur le réchauffement des toitures est à prendre en compte en hiver pour éviter que la neige sur toiture ne fonde depuis le dessous. Le soleil chauffe les façades, et par là même le dessous de l'avant-toit. Pour éviter que des glaçons ne se forment aux avant-toits, il faut donc impérativement récupérer l'eau de sous-couverture, et la récolter dans le chéneau.

- principe d'intervention sur les rives -



Mauvaise réalisation:

L'intervention répercute la surépaisseur de l'isolation en prolongeant sur le même plan l'ensemble de la structure. La rive devient un coffre épais qui alourdit inutilement la construction.



Bonne réalisation:

L'intervention consiste principalement en la création de plans successifs afin de minimiser la perception des surfaces verticales additionnées.

- détail avant-toit lambrissé: isolation sur chevrons -



Depuis la rue, la modification est imperceptible.



Détail de réalisation de l'extension de l'avant-toit.

- détail d'avant-toit réveillonné: isolation sur chevrons -

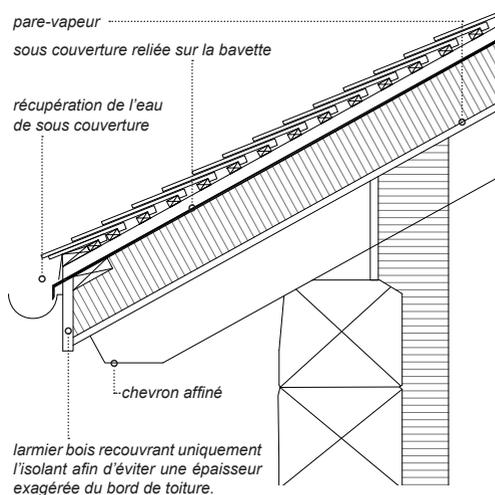


Permet de préserver l'aspect des avant-toits traditionnels.



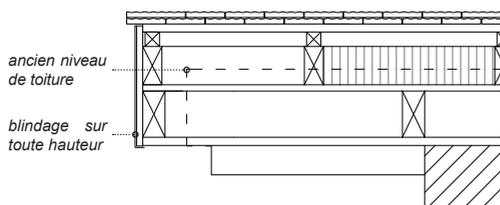
Léger déplacement du point de rupture de la toiture imperceptible.

- détail d'avant-toit pour l'architecture de montagne: isolation sur chevrons -



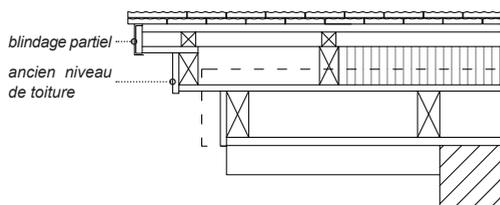
Dans le cas particulier de la maison paysanne de montagne, on prolonge l'isolation sur toute la longueur de l'avant-toit. Le rayonnement solaire et son impact sur le réchauffement des toitures est à prendre en compte en hiver pour éviter que la neige sur toiture ne fonde depuis le dessous. Le soleil chauffe les façades, et par là même le dessous de l'avant-toit. Pour éviter que des glaçons ne se forment aux avant-toits, il faut donc impérativement récupérer l'eau de sous-couverture, et la récolter dans le chéneau.

- principe d'intervention sur les rives -



Mauvaise réalisation:

L'intervention répercute la surépaisseur de l'isolation en prolongeant sur le même plan l'ensemble de la structure. La rive devient un coffre épais qui alourdit inutilement la construction.



Bonne réalisation:

L'intervention consiste principalement en la création de plans successifs afin de minimiser la perception des surfaces verticales additionnées.

- détail d'avant-toit pour l'architecture de montagne: isolation sur chevrons -



Épaissement acceptable dans le cas de l'architecture de montagne de grande dimension mais souvent problématique pour de petits bâtiments.



Le mariage avec d'anciens bois de charpente permet un relatif effacement de l'intervention.

- principe d'intervention sur les rives -



Détail de rive avant travaux.



Détail de rive après travaux.



Ancienne maison Monnier, Arnex-sur-Orbe

Chaque situation étant différente et chaque élément patrimonial étant spécifique, il est impossible de pouvoir dire qu'il existe une réponse standard à priori. L'enjeu de la préservation de la variété et de la qualité de la substance historique réside dans le fait de proposer des solutions adaptées à chaque situation. Une démarche rigoureuse par étape doit être respectée, la première d'entre elle étant le diagnostic détaillé qui permettra de guider les interventions ultérieures. Qu'il s'agisse d'une opération d'amélioration, de transformation ou de remplacement, l'exigence première de toute intervention dans le patrimoine sera la recherche de solutions qui conservent et respectent l'identité de l'édifice et sa substance.

Afin de vous accompagner dans toutes vos démarches de projet, la Section des monuments et sites se tient à votre disposition.

ETAT DE VAUD
Département des finances et des relations extérieures
Service immeubles, patrimoine et logistique
Section monuments et sites
10, place de la Riponne
CH-1014 Lausanne

Tel: 021 316 73 30
Fax: 021 316 74 71
www.patrimoine.vd.ch