

HABITAT ANCIEN EN ALSACE

AMÉLIORATION ÉNERGÉTIQUE ET PRÉSERVATION DU PATRIMOINE

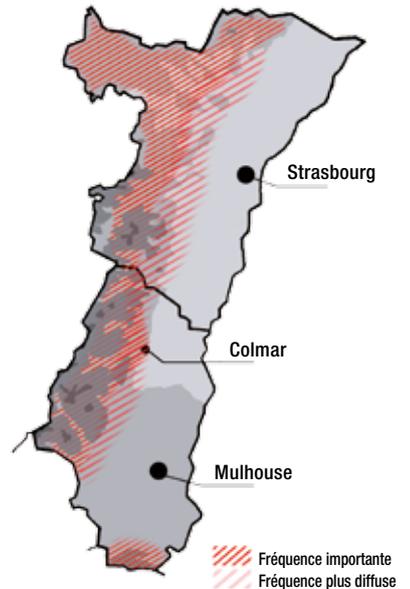
LA MAISON INDÉPENDANTE EN MAÇONNERIE



Les caractéristiques du type « maison indépendante en maçonnerie » (type II.5) décrites dans la première partie de cette fiche sont issues de la **modélisation thermique dynamique** établie à partir d'une **instrumentation de 6 mois d'un bâtiment habité** situé dans les Vosges du Nord.

LOCALISATION

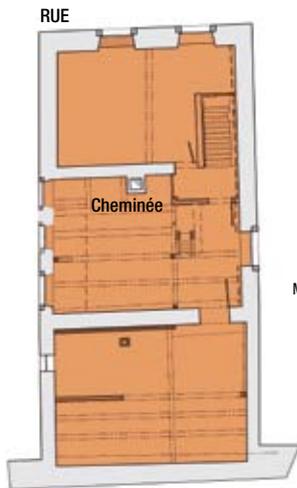
La **maison indépendante en maçonnerie** se retrouve sur une grande partie du territoire alsacien, surtout dans le vignoble et en Alsace bossue, à proximité des carrières de grès.



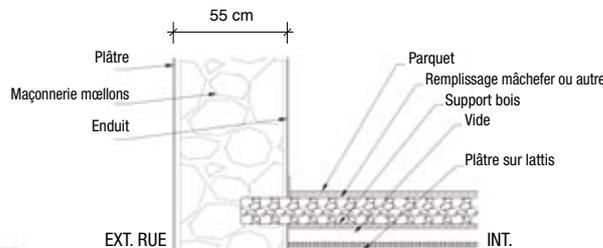
1 ARCHITECTURE DU BÂTIMENT

CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT

Ce type de maison de village, qui peut être très ancien, est construit en maçonnerie (moellons de grès) suivant un volume simple, avec un toit à 2 pans et coyaux, parfois des demi-croupes. La façade est caractérisée par un enduit à la chaux et des encadrements de pierre de taille soignés. Les fenêtres ont parfois conservé des menuiseries au plomb ou à croisées, éléments de patrimoine rares. Les intérieurs peuvent comporter de fins liserés peints et des lambris dans la pièce de jour. À l'étage, les chambres, sans système de chauffage, bénéficiaient des apports de chaleur indirects des conduits de fumée. La maison est souvent pourvue d'une cave.

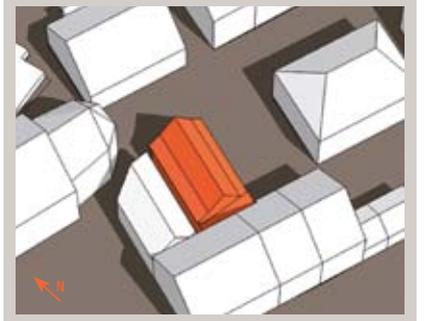


Ici la cheminée est située au centre du bâtiment et assurait autrefois l'ensemble des besoins en chauffage.



Les planchers ne traversent pas toute l'épaisseur du mur de façade, et la thermographie infrarouge confirme l'absence de pont thermique.

Le bâtiment qui a été étudié, situé sur un relief de crête, est bordé sur un de ses côtés par une autre construction, dont il est séparé par un espace étroit, le *Schlupf*. Dans la suite de l'étude, la modélisation a supprimé cette construction et le *Schlupf*, pour se rapprocher du type II.5, plus fréquent, qui est celui d'un bâtiment maçonné indépendant.



2 PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU LOGEMENT ACTUEL

COMMENT CES RÉSULTATS ONT-ILS ÉTÉ OBTENUS ?

À partir du cas particulier étudié, la modélisation du type maison indépendante en maçonnerie a été élaborée en prenant des hypothèses dont les principales sont :

- logement chauffé à 19 °C en présence des occupants (température réglementaire) et à 16 °C en leur absence ;
- chauffage fourni par une chaudière au fioul, d'un rendement moyen de 70 % ;
- orientation du bâtiment : celle du bâtiment réel étudié ;
- indice de perméabilité à l'air de l'enveloppe du logement : 2,5 m³/h/m², ce qui correspond à un bâtiment ancien bien entretenu (source : étude BATAN 2007). À titre de comparaison, la RT 2012 exige un indice de 0,6 pour les maisons neuves.

Ces hypothèses sont identiques pour tous les types étudiés dans le cadre de l'étude.

ÉTIQUETTE-ÉNERGIE

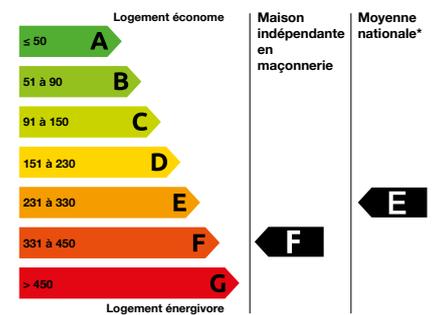
La maison indépendante en maçonnerie, située dans une région climatique définie comme rigoureuse, obtient une étiquette-énergie faible, inférieure à la moyenne nationale des logements.

En effet, malgré quelques atouts (des murs extérieurs très épais, la présence de la cave et du comble qui jouent le rôle d'espaces-tampons), le bâtiment présente des points faibles :

- une résistance thermique des murs en maçonnerie de grès qui reste insuffisante ;
- des façades qui sont toutes directement au contact de l'extérieur (le bâtiment étant modélisé sans le Schlupf*) : il y a une large surface de déperdition par les murs extérieurs et les défauts d'étanchéité à l'air sont directement exposés au vent.

* Schlupf : étroit espace non bâti séparant deux constructions

Ce type illustre bien l'impact du point de vue thermique du mode d'implantation des bâtis : la mitoyenneté (fiches 2, 3), les Schlupfs (fiche 8), ou la présence d'espaces-tampons (fiche 6) sont des situations plus favorables à la performance énergétique.



* La moyenne nationale est la valeur obtenue par l'étude ANAH sur l'état énergétique du parc des logements français en 2008 à savoir 272 kWhEP/m²/an.

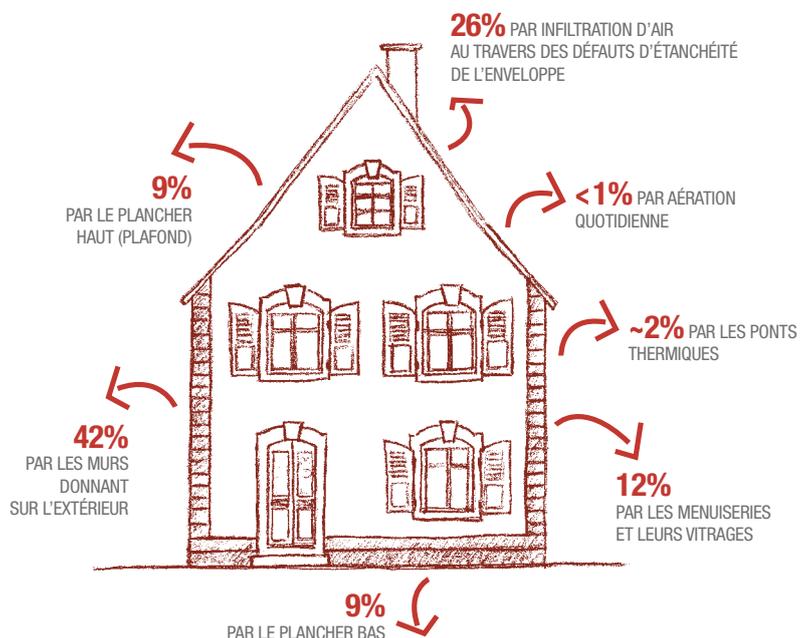
ZOOM SUR LES ESPACES-TAMPONS

Les espaces-tampons sont des parties non chauffées du bâtiment, situées entre le logement et l'extérieur : cage d'escalier, cave sur-élevée, grenier inoccupé, porche fermé, etc. Les espaces-tampons jouent un rôle important et subtil dans le fonctionnement énergétique du logement. En hiver, leur présence minimise les pertes de chaleur vers l'extérieur, sans les rendre négligeables pour autant. En été, ils sont très utiles pour atténuer les surchauffes.

RÉPARTITION DES PERTES DE CHALEUR

DES DÉPERDITIONS IMPORTANTES PAR LES MURS EXTÉRIEURS :

- > 42% par les murs extérieurs : ces murs sont épais, mais leur surface est importante et la conductivité thermique de la maçonnerie en grès est moindre par exemple que celle de la brique.



2 PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU LOGEMENT ACTUEL

DES DÉPERDITIONS IMPORTANTES PAR LES DÉFAUTS D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR :

> **26% par défauts d'étanchéité** : interstices entre murs et parties fixes des menuiseries, défauts de calfeutrement des portes palières ou des ouvrants des menuiseries. Ces déperditions, que l'on retrouve dans tous les types bâtis étudiés, représentent ici une proportion importante des déperditions, les façades étant très exposées au vent.

Les déperditions par fuite d'air sont deux fois plus importantes que les déperditions par les menuiseries et vitrages.

AUTRES POSTES DE DÉPERDITIONS À PRENDRE EN COMPTE :

> **18% par les planchers hauts et bas**, donnant sur des espaces-tampons (cave et combles).

> **12% par les menuiseries et les simples-vitrages.**

DES DÉPERDITIONS NÉGLIGEABLES :

> Par les ponts thermiques (2%)

> **Une aération quotidienne sans impact** : ouvrir chaque jour les fenêtres le temps de renouveler l'air est sans impact sur les déperditions (< 1%) et contribue à un air intérieur sain.

+ DES PONTS THERMIQUES QUASI-ABSENTS

Un pont thermique est une discontinuité dans le niveau de performance thermique des éléments d'un bâtiment. La chaleur s'échappe alors vers l'extérieur par l'élément le moins performant. Cette déperdition localisée peut nuire fortement à la performance globale et provoquer des pathologies liées à l'humidité. Les ponts thermiques sont le plus souvent quasi-inexistants dans le bâti d'habitation antérieur à 1948 : dans tous les types étudiés (fiches 2 à 8), les déperditions par ponts thermiques ne dépassent jamais 2%.

- LES DÉFAUTS D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

En hiver, les pertes de chaleur d'un logement ne se font pas uniquement par transmission thermique au travers des parois (murs, planchers, menuiseries et vitrages), mais aussi par le passage de l'air à travers divers petits interstices (fenêtres, portes, trappes, coffres de volets roulants, etc.). En été, c'est l'air chaud qui emprunte ces mêmes chemins, ce qui diminue les bénéfices de l'inertie thermique procurée par les parois. **Un premier geste de rénovation énergétique consiste ainsi à agir sur les défauts d'étanchéité à l'air.** L'étude a montré qu'en veillant au seul bon entretien du logement il est possible de limiter ces défauts et gagner jusqu'à une classe d'étiquette-énergie. Pour aller plus loin, un **test de perméabilité à l'air** peut permettre de détecter d'autres défauts. Il faudra néanmoins prêter attention à **garantir une ventilation suffisante** du logement lors de toute intervention.

+ LE PHÉNOMÈNE DE L'INERTIE THERMIQUE

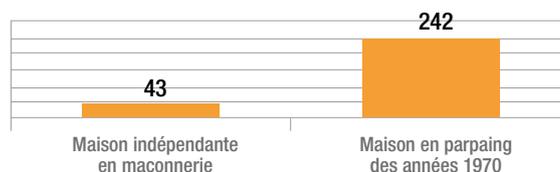
Les parois composées de matériaux traditionnels (bois, pierre, brique, mortier de chaux, etc.) et épaisses présentent en général une très bonne inertie thermique : les ondes de chaleur qui touchent l'une de leurs faces sont transmises sur la face opposée avec un fort déphasage dans le temps et avec une amplitude fortement diminuée. En été, la pénétration de la chaleur est ainsi retardée et atténuée.

CONFORT D'ÉTÉ

Par rapport à une maison en parpaing caractéristique des années 1970, **le confort d'été est bien meilleur pour la maison indépendante en maçonnerie.**

En effet, l'inertie thermique élevée des murs en pierre, d'une épaisseur souvent supérieure à 50 cm, ainsi que la protection solaire que procurent les combles inoccupés et la fraîcheur apportée par la cave, permettent de limiter fortement les surchauffes.

Nombre d'heures pour lesquelles la température intérieure est supérieure à 27°C en été (toutes pièces confondues)



COMPORTEMENT DES MURS VIS-À-VIS DE L'HUMIDITÉ

Le grès, l'enduit et le mortier de chaux ainsi que le plâtre, présents dans les murs extérieurs du type étudié, sont des matériaux qui inter-agissent avec l'humidité, contrairement à la plupart des matériaux utilisés dans la construction après la Seconde Guerre mondiale. Il y a de l'humidité dans les murs, mais en faible quantité, et les transferts d'humidité s'effectuent sans phénomènes d'accumulation ni risque de pathologies : les murs sont en **équilibre hygrothermique.**

COMMENT ONT ÉTÉ DÉFINIS LES SCÉNARIOS DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ?

Pour chacun des 3 scénarios, un bouquet spécifique d'actions adaptées au bâti ancien a été défini, puis évalué. Un radar à 5 branches permet de visualiser l'impact du scénario : gain énergétique, préservation de la qualité patrimoniale et architecturale, confort d'été, diminution de l'effet de paroi froide en hiver, absence de risque d'accumulation d'humidité dans les murs. Des estimations financières complètent cette approche.



Pour ce type qui présente un dallage sur terre-plein au rez-de-chaussée habité, une isolation rapportée sur le sol a été simulée en scénario 1. Elle est réalisable si la hauteur sous plafond après travaux reste acceptable, et elle peut induire des travaux connexes (éventuelle dépose du sol en place, modifications des niveaux des portes, plinthes). Sa mise en œuvre est à étudier par un maître d'œuvre.

L'ENJEU PATRIMONIAL ET ARCHITECTURAL POUR LA MAISON INDÉPENDANTE EN MAÇONNERIE :

Extérieurs (enjeu principal) :

- conserver la perception des façades et toitures (volumes, proportions, modénatures) et la matière existante (maçonneries, enduits, menuiseries)

Intérieurs :

- préserver les décors (lambris, moulures, menuiseries) et la matérialité des surfaces (plâtre, parquet)
- préférer l'ajout de matière mise en œuvre de manière traditionnelle à la substitution, et l'entretien au remplacement
- maintenir les qualités spatiales et l'habitabilité des volumes

3

SCÉNARIO 1

L'OBJECTIF DU SCÉNARIO 1 EST DE PRIVILÉGIER LE GAIN ÉNERGÉTIQUE

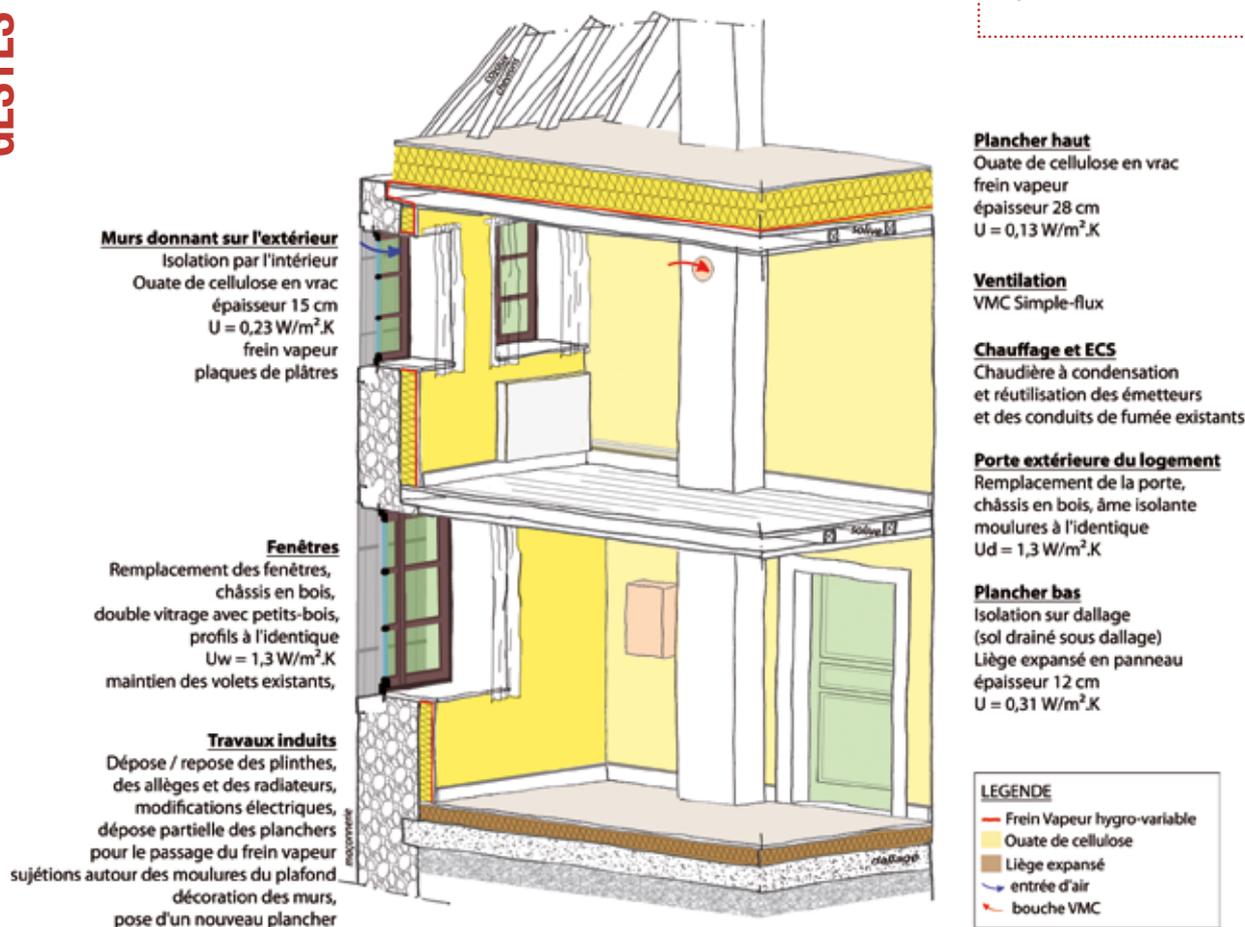
Toute l'enveloppe du logement est isolée : ouate de cellulose pour les murs et le plancher haut, liège pour isolation du dallage sur terre-plein*. Les fenêtres sont remplacées par des fenêtres en bois avec double vitrage.

Ce scénario prend en compte les enjeux les plus importants de la préservation patrimoniale de ce type bâti : conserver les caractéristiques et la matérialité visible des éléments de façade et de toiture, sans ajout extérieur.

*réalisable lorsque la hauteur sous plafond le permet

ZOOM SUR LES MENUISERIES

Changer uniquement le dormant de la porte du logement, en conservant celle-ci, et ajouter des doubles fenêtres aux fenêtres existantes est un choix différent et plus patrimonial que le remplacement complet des menuiseries. Le gain énergétique est quasiment équivalent lorsque les murs et les planchers sont également isolés.



+ NIVEAU « BBC RÉNOVATION » ATTEINT : forte amélioration énergétique grâce à l'isolation complète du logement et au remplacement de la chaudière et des fenêtres.

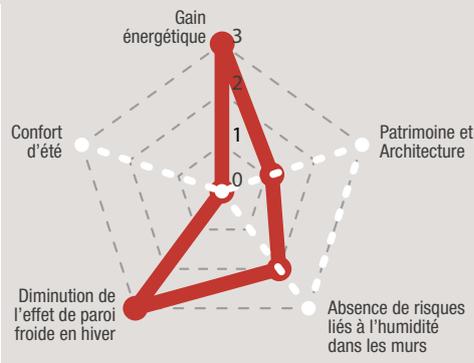
FORTE AMÉLIORATION DU CONFORT D'HIVER : grâce à l'isolant qui supprime l'effet de paroi froide.

= MAINTIEN D'UN RISQUE LIMITÉ FACE À L'HUMIDITÉ DANS LES MAÇONNERIES : grâce aux qualités de comportement de la ouate de cellulose correctement posée face à la vapeur d'eau et à l'eau et à la mise en place d'une VMC simple-flux. La durabilité du bâti est préservée.

- QUALITÉ PATRIMONIALE ET ARCHITECTURALE : les façades sont préservées, mais les menuiseries sont remplacées. L'isolation intérieure oblige à déposer les éléments de menuiseries décoratifs et à refaire les moulures lorsqu'elles existent. L'isolation intérieure impacte les surfaces habitables des logements de ce type, de taille modeste (-10%). L'isolation sur la dalle inférieure n'est réalisable que lorsque la hauteur sous plafond le permet, supprime la perception du plancher originel et peut induire des travaux connexes (plinthes, portes).

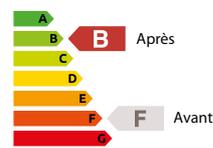
FORTE DÉGRADATION DU CONFORT D'ÉTÉ : la VMC simple-flux ne permet pas de compenser l'élévation des températures due à l'isolation par l'intérieur en ouate de cellulose.

RÉSULTATS DU SCÉNARIO 1



Évaluation de 0 (insuffisant) à 3 (très bon) ○ ○ ○ Avant ——— Après

ÉTIQUETTE ÉNERGIE



COÛT INDICATIF DES TRAVAUX

490 €
TTC/m²

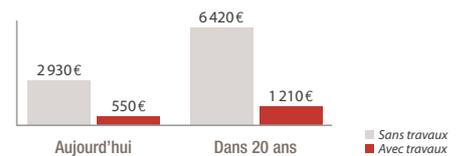
COÛT MENSUEL INDICATIF DES TRAVAUX*

260 €
TTC/mois

* Sur 15 ans, avec prêt bancaire à 4 % et éco-prêt à taux zéro

COÛT INDICATIF DE L'INACTION : CHARGES ANNUELLES EN € TTC**

Aujourd'hui et dans 20 ans
Avec ou sans travaux
(logement de 87m²)



** Évolution de la facture énergétique actualisée au cours du temps avec prise en compte de l'augmentation du prix de l'énergie (+8 % pour le fioul, +6 % pour l'électricité, par an) et une actualisation de l'euro de 4 % ; sources : MEDDE / EUROSTAT / CAS

VARIANTE DU SCÉNARIO 1

UN ISOLANT COURANT MAIS DES RISQUES ACCRUS

Le choix se porte ici sur un matériau d'isolation meilleur marché, la laine minérale.

+ Le fort gain énergétique est similaire à celui du scénario 1,

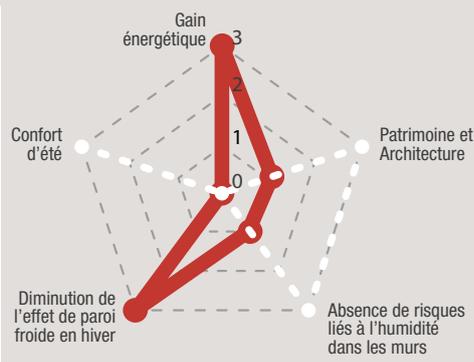
+ L'effet paroi froide en hiver est supprimé.

- Le confort d'été est très dégradé, comme dans le scénario 1,

- Le choix de la laine minérale peut accroître le risque de pathologies dans les murs si le pare-vapeur qui l'accompagne est mal posé : les travaux demanderont donc une exigence et un savoir-faire importants et une vigilance dans le temps.

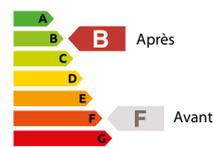
- L'impact patrimonial et architectural est similaire au scénario 1. La finition par plaque de plâtre conduit à un aspect plus raide des parois intérieures.

RÉSULTATS DE LA VARIANTE DU SCÉNARIO 1



Évaluation de 0 (insuffisant) à 3 (très bon) ○ ○ ○ Avant ——— Après

ÉTIQUETTE ÉNERGIE



COÛT INDICATIF DES TRAVAUX

470 €
TTC/m²

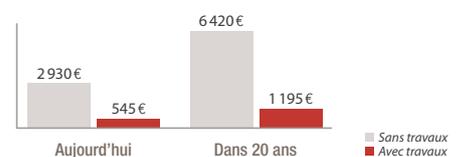
COÛT MENSUEL INDICATIF DES TRAVAUX*

250 €
TTC/mois

* Sur 15 ans, avec prêt bancaire à 4 % et éco-prêt à taux zéro

COÛT INDICATIF DE L'INACTION : CHARGES ANNUELLES EN € TTC**

Aujourd'hui et dans 20 ans
Avec ou sans travaux
(logement de 87m²)



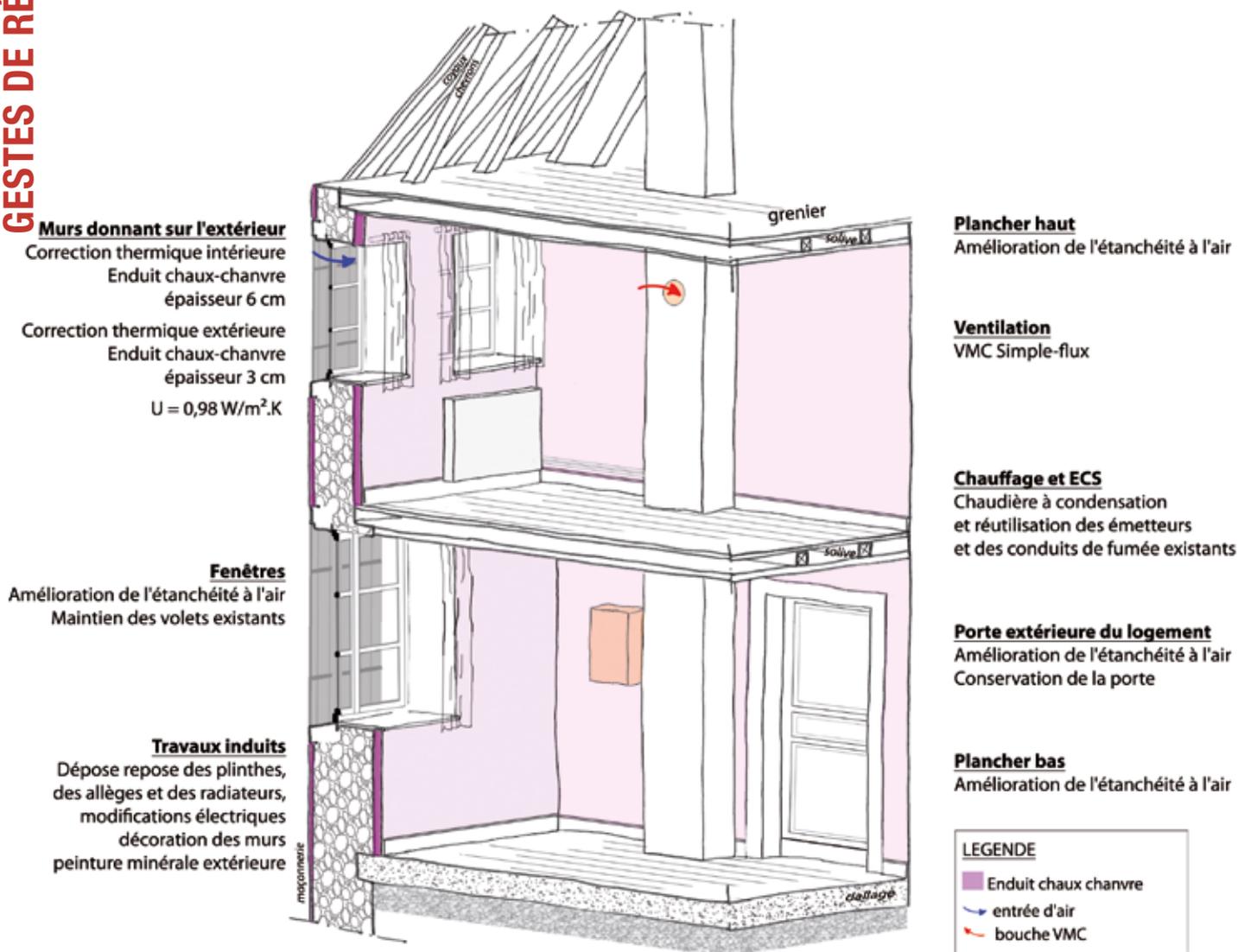
** Évolution de la facture énergétique actualisée au cours du temps avec prise en compte de l'augmentation du prix de l'énergie (+8 % pour le fioul, +6 % pour l'électricité, par an) et une actualisation de l'euro de 4 % ; sources : MEDDE / EUROSTAT / CAS

4 SCÉNARIO 2

L'OBJECTIF DU SCÉNARIO 2 EST DE CIBLER L'ACTION SUR LES PRINCIPALES PERTES DE CHALEUR

Ce scénario concentre stratégiquement les interventions sur les défauts d'étanchéité à l'air et les murs, qui représentent chacun plus de 20 % des pertes de chaleur (voir en page 2). Les murs sont corrigés par l'intérieur et par l'extérieur par un enduit chaux-chanvre.

Ce scénario répond de manière équilibrée aux enjeux de la conservation patrimoniale : il préserve les menuiseries extérieures et peut permettre de restituer la perception de la façade et de ses modénatures.



+ QUALITÉ PATRIMONIALE ET ARCHITECTURALE :

l'enduit chaux-chanvre extérieur, s'il est posé de manière traditionnelle, permet de reproduire les aspects de surfaces et décors d'enduit d'origine. A l'intérieur il permet de reconduire les aspects de surface, impacte peu les surfaces habitables (-5%), mais masque les éventuels décors.

+ MAINTIEN DE L'ABSENCE DE RISQUE LIÉ À L'HUMIDITÉ :

grâce aux qualités de comportement de l'enduit chaux-chanvre face à la vapeur d'eau et à l'eau et à une VMC simple-flux. La durabilité du bâti est préservée.

= NETTE AMÉLIORATION DU CONFORT D'HIVER :

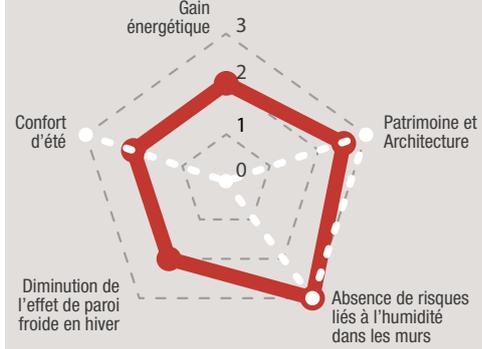
grâce à la correction thermique, qui limite l'effet de paroi froide.

NETTE DIMINUTION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES : l'objectif Grenelle de -38 % est atteint, grâce à la correction thermique et au changement de chaudière.

LÉGÈRE DIMINUTION DU CONFORT D'ÉTÉ : cette diminution est cependant limitée par l'inertie de l'enduit chaux-chanvre.

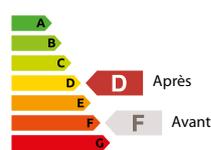
4 SCÉNARIO 2 (SUITE)

RÉSULTATS DU SCÉNARIO 2



Evaluation de 0 (insuffisant) à 3 (très bon) ○ ○ ○ Avant ● Après

ÉTIQUETTE ÉNERGIE



COÛT INDICATIF DES TRAVAUX

260 €
TTC/m²

COÛT MENSUEL INDICATIF DES TRAVAUX*

190 €
TTC/mois

* Sans prêt bancaire et avec éco-prêt à taux zéro sur 10 ans

COÛT INDICATIF DE L'INACTIION : CHARGES ANNUELLES EN € TTC**

Aujourd'hui et dans 20 ans
Avec ou sans travaux
(logement de 87m²)



** Évolution de la facture énergétique actualisée au cours du temps avec prise en compte de l'augmentation du prix de l'énergie (+8 % pour le fioul, + 6 % pour l'électricité, par an) et une actualisation de l'euro de 4 % ; sources : MEDDE / EUROSTAT / CAS

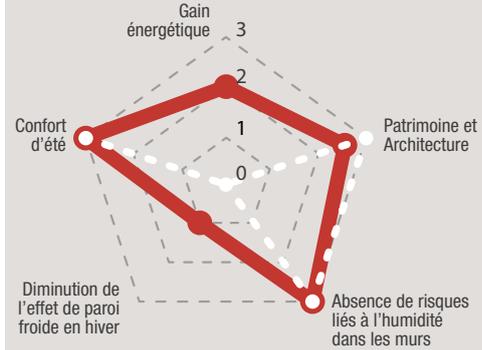
SCÉNARIO 3

L'OBJECTIF DU SCÉNARIO 3 EST DE PRIVILÉGIER LA CONSERVATION PATRIMONIALE

Pour limiter l'impact de l'intervention, celle-ci se limite à l'amélioration des défauts d'étanchéité à l'air et à l'isolation du plancher haut par de la ouate de cellulose. La chaudière est remplacée et une ventilation est installée. Il n'y a pas d'intervention sur le plancher bas.

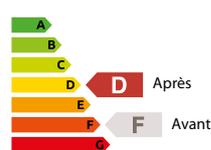
- ➕ **Lorsqu'il n'y a pas de décor intérieur d'intérêt**, cette solution à coût réduit permet d'agir et **laisse la possibilité d'une intervention ultérieure** sur les murs.
- ➕ L'équilibre hygrothermique des murs est préservé.
- ➕ Le bon confort d'été est maintenu.
- ➕ **Ce scénario répond de manière complète aux enjeux de la conservation patrimoniale des façades et couvertures**, et partiellement aux enjeux de préservation des éléments de décors intérieurs. L'habitabilité des volumes peut être affectée par le rehaussement du niveau inférieur (isolation rapportée sur dalle).
- ➖ **Nette diminution des consommations énergétiques** : le niveau BBC Rénovation n'est pas atteint, mais l'objectif Grenelle de -38 % est obtenu, avec un passage de l'étiquette-énergie F à l'étiquette D.
- ➖ Légère amélioration du confort d'hiver grâce à l'amélioration de l'étanchéité de l'air.

RÉSULTATS DU SCÉNARIO 3



Evaluation de 0 (insuffisant) à 3 (très bon) ○ ○ ○ Avant ● Après

ÉTIQUETTE ÉNERGIE



COÛT INDICATIF DES TRAVAUX

150 €
TTC/m²

COÛT MENSUEL INDICATIF DES TRAVAUX*

110 €
TTC/mois

* Sans prêt bancaire et avec éco-prêt à taux zéro sur 10 ans

COÛT INDICATIF DE L'INACTIION : CHARGES ANNUELLES EN € TTC**

Aujourd'hui et dans 20 ans
Avec ou sans travaux
(logement de 87m²)



** Évolution de la facture énergétique actualisée au cours du temps avec prise en compte de l'augmentation du prix de l'énergie (+8 % pour le fioul, + 6 % pour l'électricité, par an) et une actualisation de l'euro de 4 % ; sources : MEDDE / EUROSTAT / CAS



➤ ENTREPRENDRE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE SON LOGEMENT

La présente fiche est indicative, la réflexion doit être adaptée pour chaque cas.

Les particuliers peuvent s'informer auprès du site public **Rénovation Info Service**, faire appel à un architecte (diagnostic du logement, conception du projet, appui aux demandes d'autorisation d'urbanisme, suivi du chantier) et à des entreprises reconnues garantes de l'environnement (RGE) pour la réalisation.

www.renovation-info-service.gouv.fr

En espace protégé (abords monument historique, ZPPAUP ou AVAP, secteur sauvegardé, sites, cités historiques...), un conseil en amont du projet sur les enjeux architecturaux et patrimoniaux du bâti peut également être obtenu auprès de l'Architecte des Bâtiments de France, au Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine (DRAC).

À RETENIR

Ce type de maison de village, maçonnée et munie d'encadrements en pierre de taille soignés, est représentative du patrimoine bâti des villages situés sur les reliefs. Elle dispose d'un étiquette-énergie de classe F, ce qui est faible. Malgré le très bon confort d'été que lui procure ses murs, ils ont une résistance thermique insuffisante et sont directement exposés aux températures extérieures et au vent.

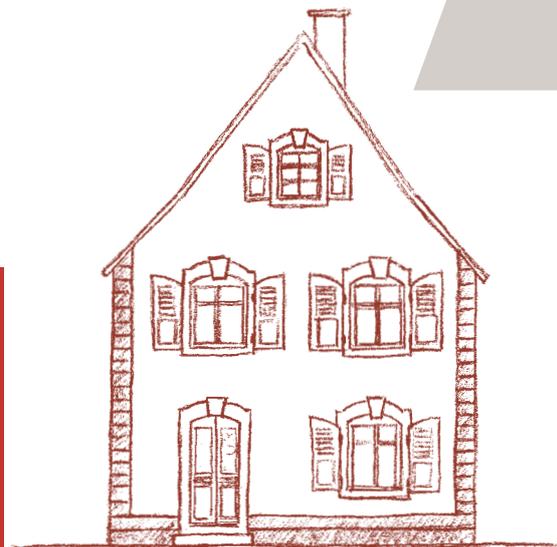
Agir pour améliorer la performance énergétique de la maison indépendante en maçonnerie est nécessaire.

Cette intervention doit prendre en compte la valeur architecturale et patrimoniale du bâti : moellons enduits, menuiseries et vitrages anciens. Cette prise en compte, qui permet de préserver la qualité de l'habitat **constitue une autre manière de valoriser économiquement le logement**. Enfin une attention particulière doit être portée à la bonne ventilation du logement.

Les scénarios présentés dans cette fiche montrent que **différentes solutions d'amélioration énergétique sont possibles**. Chaque maître d'ouvrage pourra **orienter son choix** en prenant en compte plusieurs critères : gain énergétique, coût, impact des travaux sur la pérennité structurelle du bâtiment, confort d'été et d'hiver, recherche de la qualité architecturale et patrimoniale.

Un diagnostic précis du logement, réalisé par un professionnel, permettra d'éclairer ces choix.

Pour bien comprendre la démarche, il est recommandé de lire la fiche n°1 « enjeux, méthode, résultats ».



À NOTER :

- > Cette fiche, indicative, ne garantit pas l'obtention des autorisations requises pour engager les travaux, ni l'obtention d'un prêt bancaire.
- > Règle générale* : une demande d'autorisation d'urbanisme est à demander en mairie pour les travaux sur façades (dont menuiseries) et couvertures.

*règles particulières en espace protégé et sur monument historique

POUR AGIR :

- > La fiche « conseils pratiques et définitions » propose des points de repères pour s'engager dans le projet de rénovation énergétique d'un logement antérieur à 1948.

POUR ALLER PLUS LOIN :

- > D'autres critères entrent aussi en ligne de compte pour choisir les matériaux : provenance locale ou éloignée, énergie nécessaire à leur production, facilité de mise en œuvre, innocuité pour la santé, effusivité des matériaux de parement intérieur.

À PROPOS DE L'ÉTUDE « HABITAT ANCIEN »

Cette fiche est issue de l'étude « Habitat ancien en Alsace : énergie, durabilité du bâti et patrimoine » conduite de 2011 à 2015 par la DREAL et la DRAC Alsace. L'étude a été réalisée par l'atelier d'architecture Oziol-de-Micheli et la Direction Territoriale Est du Cerema (ex-CETE de l'Est). En 1^{ère} phase de l'étude, 7 logements-témoins ont été instrumentés pendant 6 à 9 mois. Leur comportement a été modélisé par simulation thermique dynamique. En 2^{ème} phase de l'étude, des bouquets de travaux ont été simulés, avec un double objectif : améliorer la performance énergétique tout en préservant les caractéristiques historiques, esthétiques et patrimoniales des constructions.

> L'ENSEMBLE DES FICHES ET RAPPORTS D'ÉTUDE SONT DISPONIBLES SUR LES SITES DE LA DREAL ET DE LA DRAC ALSACE :

www.alsace.developpement-durable.gouv.fr > rubrique "Construction - Rénovation"

www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Alsace > rubrique "Architecture et espaces protégés"



DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT
DIRECTION RÉGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES

Directeurs de publication : Marc Hoeltzel (DREAL) et Anne Mistler (DRAC).

Rédactrices en chef : Claire Chaffanjon (DREAL), Malory Chéry et Carole Pezzoli (DRAC).

Rédacteurs : Élodie Héberlé, Lionel Lombardo et Bertrand Reydellet (Cerema DTer Est et DTer Nord Picardie), Antoine Oziol, Estelle de Micheli (Atelier ODM), Alice Lejeune, Guillaume Dourousseau (DREAL), Benoît Leothaud et Grégory Schott (DRAC).

Mise en page : Carré Blanc • Impression : DREAL Alsace • Date de publication du document : novembre 2015 - V2.

