

Rénovation énergétique

Guide pour les maîtres d'ouvrage



Impressum

Editeur: Office fédéral de l'énergie OFEN

Groupe d'accompagnement: Daniel Brunner, Martin Ciocarelli, Pius Hüsser, Jules Pikali

Textes et mise en page: Jutta Glanzmann, Raphael Hegglin, Othmar Humm, Paul Knüsel, Noemi Bösch, Christine Sidler, Faktor Journalisten

Traduction: Ilsegret Messerknecht

Juin 2010, édition révisée 2014 (octobre)

Contenu

Principes de base

L'ABC de la réussite 3

Financement

Procéder correctement = économiser 9

Standards et normes

Niveaux de qualité de construction..... 15

Certificat énergétique

L'efficacité en un coup d'œil 21

Comptabilité énergétique

Données nécessaires 25

Isolation thermique extérieure

Emmitouflons nos maisons..... 29

La fenêtre

Un élément multifonction 35

Toiture et plancher de grenier

L'efficacité de l'isolation 41

Systèmes de chauffage

Choix du mode approprié 45

Energie solaire

Chaleur et électricité grâce au soleil 49

Chauffages au bois

Chaleur au bilan écologique neutre..... 53

Pompes à chaleur

Sources d'énergie à portée de main 57

Chauffages aux énergies fossiles

Sachez les combiner..... 63

Aération douce

Un air sain dans ma maison 67

Production d'eau chaude

Chauffe-eau combiné exigé 73

Appareils et éclairage

Economies d'énergie sans effort..... 77

Une exploitation efficace

Comportement d'utilisation 81



Connaissances fondamentales

La rénovation de bâtiments représente un véritable défi pour toutes les parties concernées, aussi bien en termes de coûts que de restrictions d'utilisation pendant les travaux.

Que le propriétaire d'une maison planifie et réalise lui-même un tel projet ou qu'il sollicite une aide spécialisée, dans tous les cas il se trouve confronté à des décisions importantes, par exemple en termes de planification des étapes de réalisation, de matérialisation et de choix des systèmes et composants. Il est ainsi indispensable et avantageux pour lui d'acquérir certaines connaissances sur les principaux aspects de la rénovation.

Ce guide vise à vous apporter ces connaissances fondamentales. Sous une forme concise, égayée de nombreuses listes de contrôle, les 17 chapitres de ce guide vous présentent les concepts principaux de la rénovation. L'objectif étant de combiner, lors de la rénovation, la préservation de la valeur du bien avec un confort élevé et une faible consommation d'énergie.

Office fédéral de l'énergie OFEN,
Daniel Brunner, Formation et Perfecti-
onnement

Principes de base

L'ABC de la réussite



Principes de base

En investissant régulièrement, le propriétaire d'un bâtiment préserve la valeur de son bien immobilier et empêche que celui-ci ne perde de la valeur. Dans le même temps, il fait en sorte que ce bien soit à la hauteur des constructions nouvelles en termes de confort, de standard d'aménagement et de consommation d'énergie. Des provisions annuelles à hauteur de 1 à 1,5 % de la valeur du bâtiment neuf (valeur du bâtiment ajustée au renchérissement) permettent de garantir le financement d'une prochaine rénovation. Etant donné les prix (croissants) de l'énergie (mazout, gaz naturel, bois, etc.) et les prescriptions actuelles en termes d'énergie, une utilisation efficace de l'énergie est un élément essentiel à considérer lors d'une rénovation. Cela permet de faire baisser les coûts d'exploitation, tandis que le propriétaire du bâtiment apporte sa contribution à la protection de l'environnement et du climat.

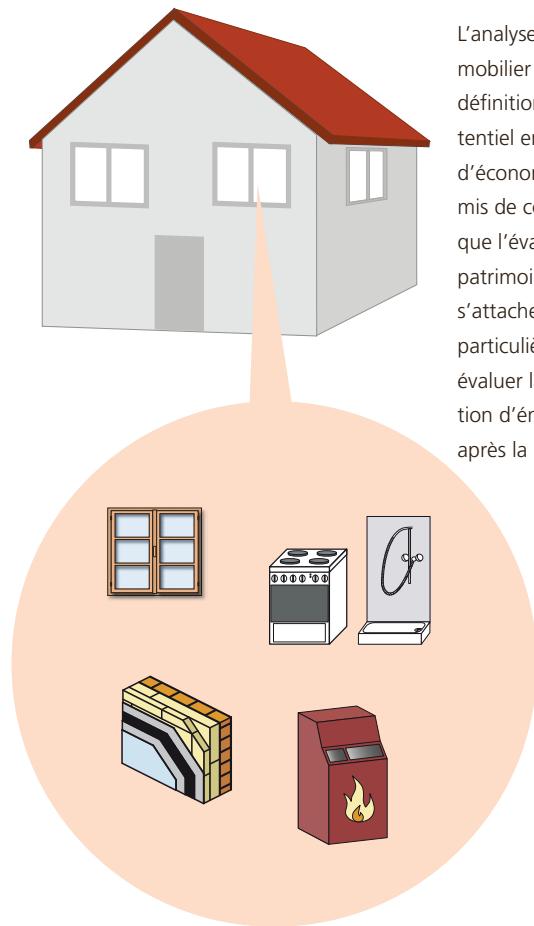
La méthode est essentielle

La condition d'une rénovation réussie est une planification soigneuse. Celle-ci comprend en premier lieu une analyse exhaustive et un inventaire des biens immobiliers, en ce qui concerne leur patrimoine bâti et leur potentiel de marché. Le recours à un spécialiste peut permettre de clarifier les questions les plus importantes.

Choix de la stratégie

En fonction des résultats de cette analyse détaillée, le propriétaire de la maison décide de ce qu'il souhaite faire: démolir et reconstruire le bâtiment, le rénover ou le transformer. Si le bien foncier doit être modernisé, deux autres questions se posent:

- L'objet doit-il être rénové ou transformé en une fois ou par étapes?
- Quel standard énergétique le bâtiment rénové doit-il remplir?



L'analyse d'un bien immobilier comprend la définition de son potentiel en termes d'économie et de permis de construire ainsi que l'évaluation du patrimoine bâti. On s'attache alors tout particulièrement à évaluer la consommation d'énergie avant et après la rénovation.

Etant donné les avantages qu'apporte une rénovation globale, celle-ci est en général à privilégier. Si la décision penche en faveur d'une réalisation échelonnée des mesures de rénovation, un concept global établi à l'avance est également nécessaire, afin que toutes les étapes de la rénovation puissent être coordonnées les unes avec les autres.

Occupé ou inoccupé?

Une rénovation globale peut être réalisée dans l'état occupé ou inoccupé, l'ampleur des interventions déterminant entre autres la solution la plus appropriée. La rénovation globale des sols, par exemple, est plus facile lorsque le logement est vide. La cuisine et la salle de bains, à l'inverse, peuvent

Lors d'une rénovation globale, les mesures de rénovation peuvent être coordonnées de façon optimale. Le risque de dommages sur la construction est réduit et l'exploitation efficace de l'énergie peut être réalisée plus rapidement.

être rénovées pendant l'occupation du bien foncier. Dans les deux cas, une information préalable et complète des locataires est recommandée (législation sur les baux à loyer, délais). Pour les mesures de rénovation dans les copropriétés par étages, hormis pour les aménagements intérieurs et le remplacement des appareils ménagers, tous les copropriétaires d'un bien foncier sont décisionnaires. Dans tous les cas, le règlement en vigueur est déterminant.

Rénovation énergétique

Tout comme une construction nouvelle, la rénovation d'un bien foncier vise aujourd'hui avant tout une utilisation efficace de l'énergie. Pour y parvenir, une solution consiste à moderniser son bien conformément au standard Minergie.

Pour résumer, les bâtiments d'habitation (maisons familiales et immeubles d'habitation) doivent remplir les exigences suivantes pour atteindre ce standard:

- Disposer d'une enveloppe de bâtiment étanche, bien isolée, d'une aération douce et d'une faible consommation d'énergie.
- Les surcoûts par rapport à une solution conventionnelle ne doivent pas dépasser 10 %.

Pour obtenir un label de modernisation selon Minergie pour son objet, un propriétaire doit satisfaire à deux exigences:

- Installation d'une installation de ventilation.

○ Respect de la valeur limite Minergie de 60 kWh/m².
Dans le cas des rénovations, l'exigence première relative à l'enveloppe du bâtiment est supprimée. Le label peut également être demandé après coup si le standard Minergie est réalisé par étapes, sur une période de plusieurs années. Dans ce cas, il est intéressant d'utiliser ce que l'on appelle des modules Minergie. Les modules Minergie sont des composants sélectionnés et certifiés de qualité Minergie. Ils sont parfaitement appropriés aux modernisations et facilitent la mise en œuvre échelonnée des mesures. Les modules sont certifiés par des associations spécialisées et des organisations interprofessionnelles. Les exigences Minergie sont ainsi combinées à un savoir-faire spécialisé et les modules remplissent, outre les aspects de la consommation d'énergie, également d'autres critères tels que l'aptitude à l'emploi, la résistance mécanique, la facilité d'entretien et la rentabilité. Les modules Minergie existent pour les éléments de murs et de toitures, les fenêtres, portes, éclairages, chauffages à bois, aération douce, systèmes de régulation, installations de protection solaire, solaire thermique.

Rénovation échelonnée

Lorsque des raisons liées à la législation sur les baux à loyer ou des raisons financières s'opposent à une rénovation glo-

Rénovation échelonnée ou globale?

	Rénovation globale	Rénovation échelonnée
Arguments pour	<ul style="list-style-type: none"> ○ Coût total de construction moins élevé, car possibilité d'exploiter des synergies. ○ Adaptation optimale des mesures énergétiques entre elles, ce qui minimise le risque de dommages sur la construction. ○ Economie d'énergie possible rapidement. ○ Nuisance moins longue pour les occupants du logement. ○ Certification Minergie possible. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les investissements peuvent être répartis sur plusieurs années, ce qui apporte généralement également des avantages fiscaux. ○ En général, le bien foncier peut rester occupé pendant les travaux. ○ L'augmentation des loyers (pour les immeubles d'habitation) peut être échelonnée.
Arguments contre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le financement doit être assuré en une fois pour la totalité des coûts de construction. ○ Dans tous les cas, désavantageux sur le plan fiscal. ○ L'occupation pendant les travaux peut être compromise (en fonction de l'ampleur de l'intervention). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les coûts de construction sont au total plus élevés. ○ Problèmes de physique du bâtiment si les mesures ne sont pas suffisamment adaptées les unes aux autres. ○ Les économies d'énergie sont réalisées petit à petit. ○ Nuisance plus longue pour les occupants du logement. ○ Une certification Minergie n'est possible qu'après rénovation de tous les éléments.

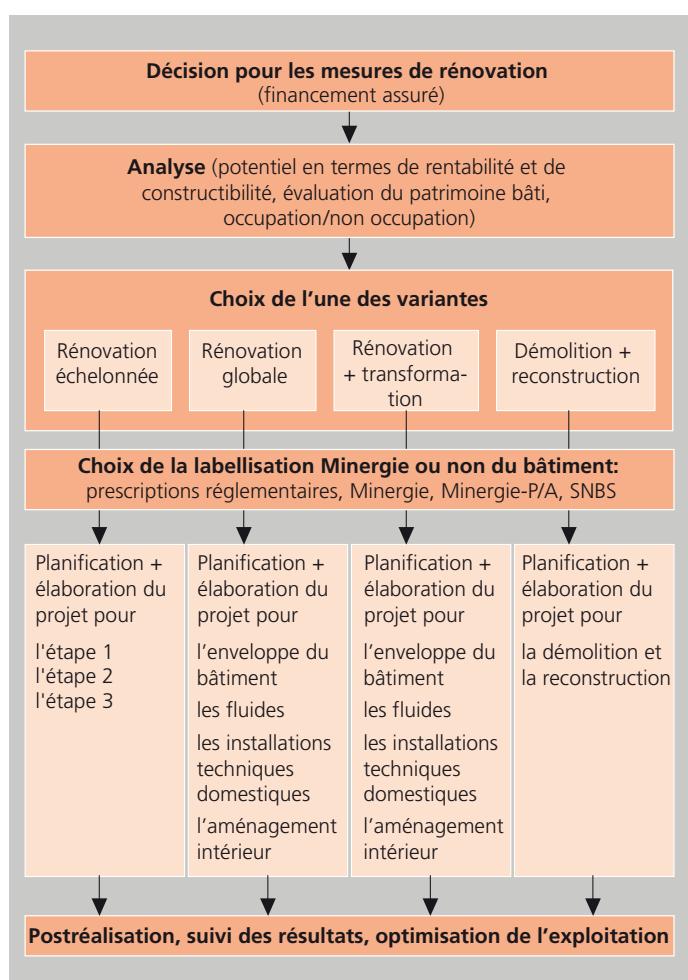
SNBS: Standard de Construction Durable Suisse

bale, l'échelonnement de la rénovation est une variante à considérer. Le bien foncier peut rester occupé et les coûts peuvent être répartis sur une période plus longue. Deux points sont alors importants: un concept global anticipatif et un regroupement par étapes des interventions individuelles. On peut par exemple différencier les mesures concernant l'extérieur et celles concernant l'intérieur, c'est-à-dire l'enveloppe du bâtiment et la rénovation intérieure. L'essentiel étant que les étapes puissent être d'aspects totalement différents selon l'objet. Il est également impératif que le propriétaire veille à ce que la combinaison choisie résulte en une phase de construction bien définie, et qui soit pertinente aussi bien du point de vue financier qu'en termes de construction et de physique du bâtiment. Ainsi, les processus partiels doivent toujours être réalisés de façon complète, c'est-à-dire jusqu'à la réception incluse.

Rénover dans le bon ordre

Entre les mesures de rénovation individuelles, il existe des relations et des interactions. Un exemple typique est l'achat d'une nouvelle chaudière. De nouvelles fenêtres, une nouvelle isolation thermique ainsi que d'autres mesures constructives visant à réaliser des économies d'énergie réduisent considérablement le besoin en chaleur d'un bâtiment. Si la chaudière est remplacée avant la rénovation de l'enveloppe du bâtiment, elle sera par conséquent surdimensionnée. Un autre exemple concerne les fenêtres étanches après rénovation: les logements nécessitent un renouvellement systématique de l'air. Sinon, la construction risque d'être endommagée par la formation d'eau de condensation sur l'intérieur des murs extérieurs. Outre une combinaison appropriée des mesures, le choix de l'ordre de succession de celles-ci est ainsi décisif pour la réussite de la rénovation échelonnée.

Lors d'une rénovation échelonnée, un concept global assure le bon ordre de succession des mesures rassemblées en groupes.



Les questions essentielles	
Consommation d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> ○ Quelle est la consommation d'énergie pour le chauffage, l'eau chaude et l'électricité? ○ Comment cette consommation se décompose-t-elle?
Etat de la construction	<p>Dans quel état se trouvent</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ l'enveloppe du bâtiment (toit, façade, fenêtres)? ○ les fondations et la cave? ○ les installations techniques (chauffage, eau chaude)? ○ l'infrastructure (conduites, puits et tuyaux pour l'eau, les eaux usées, l'électricité, les communications, l'air extrait)?
Standard d'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le standard de la cuisine, de la salle de bains et des pièces à vivre répond-il aux exigences actuelles?
Confort	<ul style="list-style-type: none"> ○ Y a-t-il des problèmes de courants d'air, de pièces froides ou de surchauffe?
Répartition des pièces	<ul style="list-style-type: none"> ○ La répartition des pièces et la surface habitable correspondent-elles aux besoins actuels et futurs? ○ Une adaptation simple est-elle possible?
Lieu/ situation	<ul style="list-style-type: none"> ○ Quelle est la qualité de la situation du bien immobilier (commune, bruit, vue, approvisionnement, écoles, transports publics)?
Potentiel	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'objet peut-il être étendu ou mieux exploité (aménagement du grenier, annexes)? ○ Les règles de construction le permettent-elles?

Le résultat d'une rénovation réussie sur le plan énergétique est un espace de vie attrayant avec une qualité élevée de l'habitat. L'environnement y trouve également son compte: lors d'une modernisation Minergie, la consommation d'énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude est la plupart du temps réduite de plus de la moitié.

Une succession appropriée de mesures individuelles peut par exemple être la suivante: façade avec nouvelles fenêtres, rénovation du toit (option capteurs solaires), installations techniques domestiques, rénovation intérieure.

Rénovation avec extension

Si un bien foncier offre le potentiel d'une exploitation plus grande, le propriétaire doit se poser la question de l'extension de l'objet lorsqu'il prévoit une rénovation. Il peut s'agir d'une annexe, d'une surélévation ou de l'aménagement du grenier. Si le propriétaire se décide pour une extension, il convient de mettre en place une procédure systématique. Celle-ci comprend un concept qui indique les variantes d'extension maximales possibles et autorisées par la réglementation en matière de permis de construire. Il est également important qu'une extension soit correctement rattachée au bâtiment existant ou bien intégrée dans la construction ancienne en termes d'utilisation, de desserte et de technique. Des erreurs typiques sont des différences de niveau au sol ou au plafond ainsi que des lacunes dans la protection phonique ou thermique. Le recours à un spécialiste est ici dans tous les cas très avantageux. Et ce, notamment car une extension implique également des coûts moyens de 1 000 francs par mètre cube. En général, la grande valeur utile de la nouvelle partie de la maison compense les coûts élevés assumés par les maîtres d'ouvrage.

Législation

Permis de construire ou pas?

En principe, les annexes, ouvrages en relief et modifications importantes sur l'enveloppe extérieure sont sujettes à autorisation, tout comme les changements d'affectation. De nombreuses mesures de rénovation énergétiques ne sont pas sujettes à autorisation dans la mesure où elles ne modifient pas profondément l'architecture du bâtiment. Pour de petites modifications constructives, une procédure simplifiée est généralement possible. Les services de l'urbanisme de la commune vous renseigneront à ce sujet.

Exemple d'un regroupement possible

Regroupement des tâches lors de la rénovation		
	Extérieur	Intérieur
Groupes principaux	 Rénovation des façades	 Cuisine et salle de bains
	 Nouvelles fenêtres	 Remplacement des conduites
	 Protection solaire	 Rénovation intérieure
	 Option: agrandissement des balcons	 Option: installation de ventilation
Groupes complémentaires	 Isolation du plafond de la cave	 Remplacement de la chaudière
		 Remplacement du chauffe-eau
		 Option: énergies renouvelables
Transformation	 Aménagement de l'espace sous toiture pour créer une pièce de vie ou de travail supplémentaire	

Quel standard dans quel cas?

	Préservation du patrimoine	Rénovation partielle	Rénovation complète
Mesures	Investissements pour une utilisation convenable du bâtiment (nouvelle peinture, renouvellement des revêtements muraux, etc.)	Investissements pour une utilisation à long terme du bâtiment (remplacement des fenêtres, élévation du standard cuisine et salle de bains, remplacement du chauffage, etc.)	Investissements pour d'élever la qualité du bâtiment à celle d'une nouvelle construction (isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, remplacement des balcons, etc.)
Après	5 à 15 ans	20 à 25 ans	40 à 50 ans
Durée d'utilis.	5 à 15 ans	40 à 50 ans	50 à 100 ans
Standard recommandé	<input checked="" type="radio"/> Etat actuel donné	<input checked="" type="radio"/> Modernisation Minergie	<input checked="" type="radio"/> Modernisation Minergie <input checked="" type="radio"/> Construction nouvelle Minergie ou modernisation selon Minergie-P

A noter en cas d'extension	
Chauffage	Si l'ancienne chaudière reste en fonctionnement, la réglementation de nombreux cantons exige que 20 % du besoin supplémentaire soient économisés par une isolation thermique renforcée. Cette condition n'est toutefois applicable que si les dimensions de l'extension sont supérieures à la limite fixée (dans certains cantons, cette limite est de 50 m ²).
Chaleur utile	Les températures de chauffage pour l'extension, en raison du standard de construction nouvelle, sont inférieures à celles de la construction ancienne. On utilise souvent un chauffage au sol. Cela nécessite une seconde distribution du chauffage.
Protection contre l'incendie	Si l'extension et la construction ancienne ne se trouvent pas dans le même secteur coupe-feu, il convient d'appliquer les consignes de résistance au feu pour les parois de séparation, les portes et les galeries de ventilation.
Protection contre le bruit	En cas d'utilisation indépendante de l'extension (bureau ou logement loué), des mesures contre les bruits de pas et contre les bruits des installations sanitaires sont requises.
Protection thermique	Pour les interfaces constructives telles que, par exemple, l'intégration de fenêtres de toit dans un toit existant, il convient de s'assurer que celles-ci sont appropriées sur le plan thermique.

Conditions réglementaires

Les annexes et extensions doivent être conçues selon le standard d'une construction nouvelle. Si, à l'occasion d'une extension, on rénove également les murs extérieurs de la construction ancienne, ceux-ci doivent répondre aux exigences applicables aux transformations. Dans la plupart des cantons, le crépi est alors le critère retenu: la rénovation du crépi – retrait et nouvelle application – nécessite une rénovation selon le standard des transformations. Le mur doit donc être réisolé. Si le crépi est uniquement repeint et réparé, il n'y a aucun devoir de rénovation. Au regard des prix des énergies fossiles, il est dans tous les cas intéressant, en cas de rénovation du crépi, d'envisager une isolation thermique supplémentaire.

Si l'augmentation de la surface habitable chauffée dépasse 20 % de la surface existante et dépasse la limite des 50 m², la procédure de construction tombe, dans de nombreux cantons, sous les dispositions relatives à la part majoritaire d'énergies non renouvelables. Cela signifie que dans les constructions nouvelles et les extensions, au maximum 80 % du besoin en chaleur admissible pour le chauffage et la production d'eau chaude peuvent être couverts par des énergies non renouvelables. Le reste doit être économisé par une isolation supplémentaire ou couvert par des énergies renouvelables.

Objets protégés

Si des conditions liées à des sites protégés ou à des sites classés ne permettent pas une isolation optimale des façades, les déperditions d'énergie peuvent être compensées par une isolation supplémentaire d'autres éléments. Par exemple, un meilleur vitrage ou une épaisseur d'isolation plus importante au niveau du toit et du sol ou plafond de la cave. Les problèmes d'humidité susceptibles d'apparaître en cas d'isolation insuffisante des façades peuvent être contrés par une aération douce. Lorsque les murs extérieurs sont isolés sur l'intérieur, il existe un risque élevé de dommages dus à l'humidité au niveau des ponts thermiques (raccord entre les murs intérieurs et les plafonds). Un autre inconvénient réside dans la perte de surface utile et dans l'ambiance «bunker» susceptible de s'installer.

Justificatif énergétique

Dans le cas des rénovations d'une certaine ampleur, la plupart des cantons demandent un justificatif énergétique. Celui-ci insiste tout particulièrement sur le respect de standards minimums dans le domaine de l'isolation de l'enveloppe extérieure et du renouvellement des installations techniques domestiques. Si le bien modernisé atteint le standard Minergie, le justificatif légal n'est plus nécessaire dans certains cantons. Les services de l'urbanisme de la commune vous renseigneront également à ce sujet.

Dans la plupart des cantons, la réglementation en vigueur stipule que les extensions doivent correspondre au standard des constructions nouvelles et que les changements d'affectation doivent correspondre au standard des transformations. Etant donné que pour atteindre la qualité des constructions nouvelles, les coûts ne sont que légèrement plus élevés que pour atteindre le standard des transformations, il est en général intéressant d'améliorer l'isolation thermique.

Stratégie de la liste de contrôle

- Réaliser des diagnostics sur l'état de la construction
- Déterminer le potentiel d'extension
- Développer un concept global
- Former des groupes de mesures constructives pertinents
- Planifier le financement
- Choisir une équipe de spécialistes

Financement

Procéder correctement = économiser

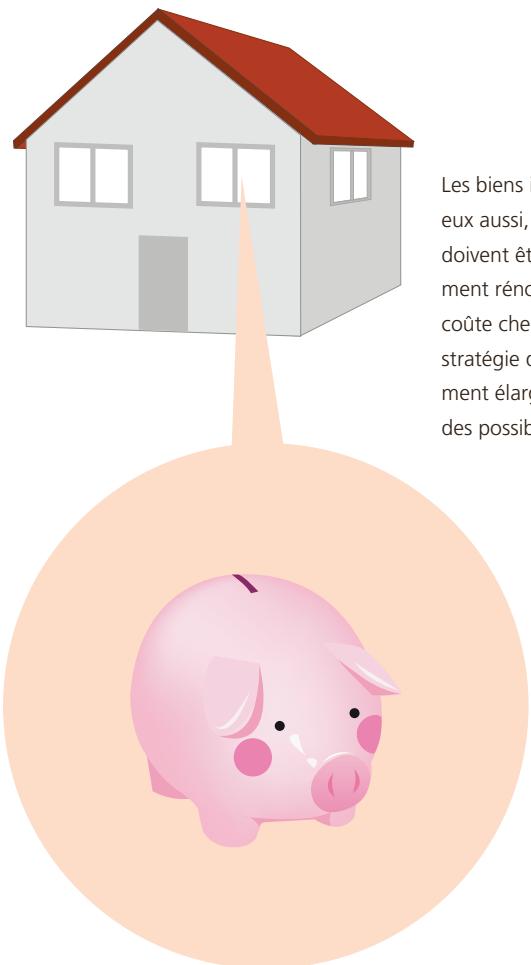


suisseénergie

Financement

L'entretien et la rénovation d'un bâtiment coûtent, sur le long terme, bien plus cher que l'investissement de départ. Après 10 ans environ, il est indiqué d'effectuer une rénovation partielle, et après 25 ans il faut envisager une rénovation globale. En effet, l'enveloppe extérieure et les installations techniques ont alors atteint la limite de leur durée de vie. Les biens immobiliers sont ainsi eux aussi sujets à un processus de vieillissement. Il en résulte les trois principes de base:

- Les biens immobiliers exigent un investissement régulier: sans investissements réguliers, le patrimoine bâti se dégrade et l'objet perd de la valeur. Dans le même temps, le bien immobilier doit s'affirmer sur le marché face à des constructions nouvelles dont le standard s'améliore continuellement (aménagement, confort et consommation d'énergie). Si le propriétaire n'est pas en mesure d'effectuer les investissements nécessaires, il doit tout au plus envisager une vente.
- La possession de biens immobiliers nécessite la constitution de provisions: celles-ci sont nécessaires pour permettre d'effectuer les investissements à venir. Les provisions annuelles doivent s'élever, selon le bien foncier, à 1 % à 1,5 % de la valeur du bâtiment (valeur du bâtiment ajustée au renchérissement).
- L'utilisation efficace de l'énergie est primordiale: les prix croissants de tous les agents énergétiques (mazout, gaz naturel, électricité, bois, etc.), ainsi que des prescriptions, dans le domaine de l'énergie, continuellement adaptées à l'état de la technique, en particulier avec de meilleures isolations thermiques, requièrent une utilisation efficace de l'énergie. En outre, le propriétaire du bien foncier a ainsi l'opportunité de contribuer à la protection de l'environnement et de réduire ses émissions de polluants au niveau local.



Les biens immobiliers, eux aussi, vieillissent et doivent être régulièrement rénovés. Cela coûte cher: une bonne stratégie de financement élargit le champ des possibilités.

Hypothèques

De nombreuses banques octroient, si la solvabilité est suffisante, une hypothèque pour le financement de rénovations énergétiques. Pour les hypothèques pour rénovation, un minimum de 20 % de financement propre est requis. Si la première hypothèque initiale devait être couverte avec plus de 20 % du capital propre, une partie de cet argent peut également être utilisé pour le financement de la rénovation – jusqu'à la limite d'avance. Le plus souvent, lorsqu'une rénovation est envisagée, on préfère augmenter l'hypothèque existante plutôt que de prendre une nouvelle hypothèque. Mais même si la solvabilité est suffisante, toutes les rénovations énergétiques ne peuvent pas être financées par une hypothèque: de nombreuses banques prescrivent un montant minimal pour une hypothèque. Pour les montants plus faibles, les maîtres d'ouvrage doivent souvent trouver un financement d'une autre sorte. Les crédits bancaires sont une possibilité. En raison de leur taux d'intérêt élevé, ils ne sont toutefois pas recommandés. C'est pourquoi il est plus avantageux de payer les montants peu élevés grâce à ses propres provisions.

Hypothèques spéciales

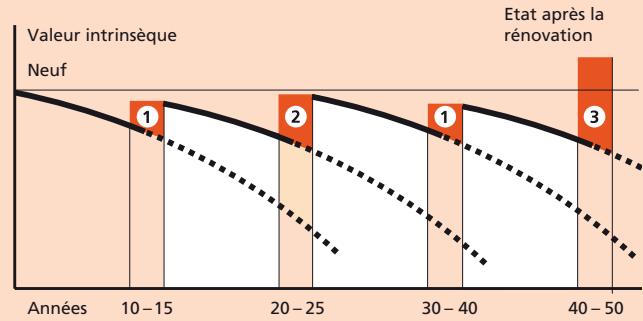
De plus en plus de banques octroient des hypothèques spéciales pour les rénovations énergétiques. Celles-ci présentent un taux d'intérêt plus bas que les hypothèques traditionnelles. Les hypothèques spéciales sont toutefois soumises à des conditions bien particulières: les mesures de rénovation doivent aller au-delà des exigences minimum légales. Ainsi, les banques octroient par exemple des hypothèques spéciales pour les rénovations Minergie et Minergie-P, les installations photovoltaïques et solaires ou les pompes à chaleur. Grâce aux taux d'intérêt relativement bas, à diverses subventions et aux faibles coûts de chauffage, les rénovations visant à atteindre une efficacité énergétique particulièrement élevée sont non seulement abordables, mais également le plus souvent rentables.

Très souvent, les mesures de rénovation nécessaires sont remises à plus tard et réalisées trop tard. Par conséquent, la valeur intrinsèque du bien foncier diminue.

Crédits à la rénovation

Les crédits à la construction et à la rénovation représentent une alternative aux hypothèques. Pendant la transformation, ils permettent de payer les factures des artisans en cours via le compte de crédit. La dette effective correspond ainsi à chaque moment au besoin de paiement réel. Au plus tard après la fin de la rénovation, le crédit à la construction peut être transformé en hypothèque. Pour la plupart des banques, le but de la dépense n'a dans ce cas aucune importance.

Les investissements de préservation de la valeur ne font pas exception. Les taux d'intérêt pour les crédits à la rénovation sont toutefois la plupart du temps plus élevés que pour les hypothèques.



1) Préservation de la valeur (petites réparations): les premières mesures sont nécessaires après 10 à 15 ans d'utilisation: renouvellement des tapis, des revêtements muraux, etc.

2) Rénovation partielle (importante remise en état): des mesures plus poussées sont nécessaires après 20 à 25 ans: aménagement intérieur, salle de bains/WC, parties de l'enveloppe du bâtiment, etc.

3) Rénovation complète: elle est la plupart du temps nécessaire après 40 à 50 ans d'utilisation: rénovation de l'enveloppe du bâtiment et des installations techniques, appareils, aménagement intérieur global. Après une rénovation globale, la valeur intrinsèque du bâtiment peut être supérieure ou inférieure à la valeur du neuf, selon l'ampleur des mesures mises en œuvre.

Prévoyance

Pour pouvoir utiliser un plan de prévoyance pour la rénovation d'un bâtiment, il convient de déterminer si les mesures sont des mesures «à valeur ajoutée» ou des mesures de «préservation de la valeur»: les fonds d'épargne retraite du 2^e pilier ne peuvent être utilisés que pour des investissements à valeur ajoutée. Par contre, le capital de la prévoyance professionnelle liée (pilier 3a) peut être utilisé pour tous les travaux de rénovation.

Subventions

La plupart des cantons soutiennent, par des subventions, les rénovations visant à accroître l'efficacité énergétique et les installations utilisant des énergies renouvelables. Certaines communes élaborent en outre leurs propres programmes, en complément des programmes de subvention cantonaux. Bon nombre d'entre elles subventionnent tout spécialement les énergies

renouvelables. Les services cantonaux de l'énergie vous renseigneront sur les programmes de subvention.

Déductions fiscales

Le principe suivant s'applique: les investissements de préservation de la valeur sont déductibles des impôts, et les investissements à valeur ajoutée (p. ex. construction d'un jardin d'hiver ou aménagement des combles) ne le sont pas. Ce sont les cantons qui déterminent ce qui vise à préserver la valeur et ce qui est à valeur ajoutée. Eux seuls pourront vous apporter les précisions nécessaires. En outre, la plupart des bureaux de perception cantonaux publient une fiche indiquant les travaux donnant droit à déduction. En principe, les travaux de rénovation énergétiques sont déductibles. Du point de vue fiscal, une rénovation échelonnée est avantageuse car les coûts des investissements visant à préserver la valeur du bien peuvent ainsi être déduits de l'impôt sur le revenu sur plusieurs années.

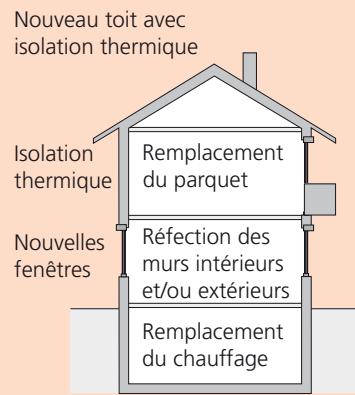
Les propriétaires de maison devraient conserver toutes les factures originales relatives à la rénovation.

Même si elles ne sont pas déductibles des impôts lors d'une vente future du bien, les investisseurs peuvent opérer des déductions relatives à l'impôt sur le bien immobilier.

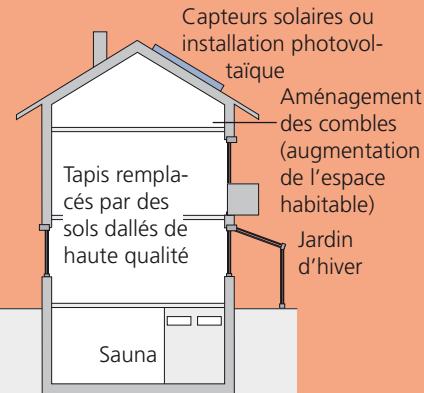
Liste de contrôle

- Hypothèques: comparer en détail les différentes offres des banques.
- Subventions: demander des renseignements auprès du canton et de la commune. www.energiefranken.ch
- Impôts: déterminer avec le service de perception ce qui ouvre droit à déduction et ce qui n'ouvre pas droit à déduction.

Mesures de préservation de la valeur



Mesures à valeur ajoutée



Les rénovations énergétiques sont des investissements de préservation de la valeur. Ils peuvent être déduits des impôts.

Assainir et profiter

**Le Programme
Bâtiments ap-
porte des contri-
butions très im-
portantes en ma-
tière de rénova-
tion de bâtiments
anciens.**
**[www.lepro-
grammebati-
ments.ch](http://www.leprogrammebatiments.ch)**

Le programme démarré en 2010 est financé chaque année par la Confédération à raison de 260 millions de francs prélevés sur la taxe CO₂ à affectation partielle. Sur cette somme, près de 200 millions de francs sont destinés à la rénovation de bâtiments, environ 60 millions de francs à la promotion des énergies renouvelables, à la récupération de chaleur, à l'optimisation des installations techniques et aux assainissements globaux conformément à Minergie. Les cantons complètent ce montant à hauteur de 60 à 100 millions de francs annuels. En plus des contributions fédérales pour des mesures touchant l'enveloppe du bâtiment, la partie cantonale du

Programme Bâtiments subventionne également les installations destinées à la production d'énergies renouvelables et les assainissements globaux conformément à Minergie ainsi que la reconstruction se-

lon Minergie-P. Les contributions fédérales peuvent être combinées aux fonds cantonaux issus des programmes de subvention.

Qu'est-ce qui est encouragé ?

Tant la structure que les critères de ces subventions suivent un schéma simple comprenant trois catégories de mesures. Est encouragé ce qui dépasse nettement la valeur définie par la loi sur l'énergie (Tableau 1). Pour le remplacement des fenêtres, seuls des produits avec triple vitrage et des intercalaires en matière synthétique ou en acier inoxydable donnent droit aux subventions. Pour le doublement de façades, le critère d'encouragement impose une épaisseur minimale d'isolation de 18 cm, un mur en briques usuel et des matériaux isolants courants. L'exigence élevée posée par le



Les rénovations de bâtiments génèrent des économies importantes mais sont synonymes généralement de coûts énormes.

Programme Bâtiments à l'assainissement de l'enveloppe est la base idéale pour obtenir les prestations cantonales complémentaires. En effet, les énergies renouvelables conviennent particulièrement pour couvrir les besoins des maisons bien isolées.

(L'utilisation efficiente de pompes à chaleur et d'installations de capteurs solaires n'est effectivement compatible qu'avec des températures de départ élevées dans des bâtiments insuffisamment isolés). Il en ressort encore plus clairement le lien judiciaire entre l'encouragement supplémentaire des cantons et les subventions de base de la Confédération pour les rénovations globales conformément à Minergie. En effet, avec une enveloppe subventionnée par la Confédération, le pas vers Minergie sera non seulement réaliste pour les propriétaires, mais également attrayant.

Et en petites lettres

Outre les critères d'encouragement, le Programme Bâtiments pose quelques conditions:

- La demande doit avoir été déposée avant le début des travaux.
- Le bâtiment doit avoir été construit avant 2000 (autorisation de construire).
- Seules les parties des bâtiments déjà chauffées donnent droit à une subvention (exception: isolation des combles, du sous-sol et du soubassement).

- Le montant doit s'élever au moins à 3000 francs.
- Toute mesure déjà subventionnée par un autre programme est exclue. Il en va de même pour les sites d'entreprises qui sont exemptées de la taxe CO₂.
- Le projet doit avoir été réalisé au plus tard deux ans après la décision d'octroi d'une subvention.

Exception: Aménagement de combles

Aucune aide financière n'est prévue pour les agrandissements de bâtiments. L'aménagement de combles déjà existants constitue toutefois une exception dont le propriétaire peut profiter. Dans de nombreux bâtiments, les espaces habitables et les espaces de travail situés au dernier étage sont très prisés; ils peuvent faire l'objet dans certains cas d'une contribution correspondant à des frais de rénovation du bâtiment. Des combles aménagés améliorent également le rapport surface-volume d'un bâtiment, ce qui implique un besoin énergétique spécifique moindre. Enfin, cet aménagement contribue à densifier en interne des zones d'habitation déjà construites. Conclusion: trois avantages en un seul paquet.

www.leprogrammebatiments.ch

Subventions par le Programme Bâtiments: montants et conditions

	Mesure	Contribution	Conditions
A	Remplacement de fenêtres (les fenêtres ne bénéficient des contributions que si la façade proche ou la toiture sont rénovés simultanément)	Fr. 30 par m ² de fenêtre (jour de maçonnerie)	Valeur U du vitrage ≤ 0,70 W/m ² K ○ Intercalaire en matière synthétique ou en acier inoxydable
B	Isolation thermique de parois, plafonds et sol contre l'extérieur ou le sous-sol (jusqu'à 2 m de profondeur)	Fr. 30 par m ² de surface isolée	○ Valeur U de la partie isolée du bâtiment ≤ 0,20 W/m ² K
C	Isolation thermique de parois, toit et sol contre les pièces non chauffées ou le sous-sol (plus de 2 m de profondeur)	Fr. 10 par m ² de surface isolée	○ Valeur U de la partie isolée du bâtiment ≤ 0,25 W/m ² K

Standards et normes

Niveaux de qualité de construction



Standards et normes

Modèle de prescriptions énergétiques des cantons

Le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) est un regroupement de prescriptions éditées de manière commune par la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie, que les cantons peuvent mettre en vigueur progressivement, à leur propre rythme. Par rapport aux anciens modèles de prescriptions des cantons, l'édition 2014 est nettement renforcée. Pour les directeurs cantonaux de l'énergie, la ligne directrice pour la définition des limites a été la rentabilité des mesures de construction. Et qui voudra encore mieux se prémunir contre les futures augmentations des prix de l'énergie réalisera une construction selon Minergie ou Minergie-P, voire Minergie-A. Les modèles de prescriptions énergétiques des cantons sont disponibles gratuitement sur le site Internet des directeurs cantonaux de l'énergie (www.endk.ch).

L'extrait du modèle de prescriptions spécifiques au canton est déterminant (site Internet du service de l'énergie du canton concerné).

Minergie

Le standard Minergie, que l'on connaît depuis plus de dix ans, a été lancé par l'association Minergie. Cette association regroupe la Confédération, les cantons, des associations et des entreprises. Le standard Minergie définit des exigences légèrement plus élevées que le modèle de prescriptions des cantons. Une installation de renouvellement systématique de l'air est un composant du concept Minergie. Les surcoûts sont inférieurs à 10 % par rapport à une maison traditionnelle ou à une rénovation usuelle.

Minergie-P

Le standard Minergie-P, relativement sévère, est comparable au concept allemand de la maison passive. L'objectif est de créer une maison ne nécessitant que très peu d'énergie de chauffage. Cela nécessite une isolation thermique épaisse dans



Mieux construire se résume en un mot:
Minergie!

MoPEC

Minergie

CECB

une enveloppe de bâtiment étanche à l'air, des ponts thermiques très faibles, de très bonnes fenêtres, une installation de ventilation ainsi que, le cas échéant, des installations exploitant des énergies renouvelables. Les surcoûts sont inférieurs à 15 %.

Minergie-A

Une maison Minergie-A présente au moins un chiffre zéro noir dans son bilan énergétique. Les besoins pour la chaleur des locaux, la production d'eau chaude et le renouvellement de l'air, éventuellement aussi pour la climatisation, sont entièrement couverts par des énergies renouvelables. L'isolation thermique ainsi que la qualité des fenêtres doit correspondre au moins au standard de base de Minergie. Minergie-A couvre donc l'ensemble de la gamme des solutions possibles: maisons très bien isolées avec petites installations solaires ou constructions avec une isolation moyenne et d'importantes installations de capteurs solaires ou de cellules photovoltaïques.

Minergie-Eco

Minergie-Eco, également applicable aux rénovations, complète les standards de base Minergie et Minergie-P, thématisant ainsi les aspects écologiques et sanitaires des constructions. Les critères essentiels sont la lumière naturelle, la protection contre le bruit et le rayonnement, un climat intérieur sain (quasiment sans polluants), la provenance et le traitement des matériaux, la capacité de renaturation des constructions et l'élimination écologique des matériaux.

Maison à énergie positive

Ces maisons produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment. Leur atout est la production d'énergies renouvelables (p. ex. capteurs ou collecteurs solaires, ou chauffage à bois). Selon la définition, les exigences posées à leur enveloppe divergent. Le canton de Berne les encourage et définit ce type de bâtiment ainsi: Un bâtiment est dit «à énergie positive» si son efficacité énergétique est telle que la production d'énergie, à laquelle sont ajoutées les énergies renouvelables, dépasse la consommation annuelle pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité. Pour bénéficier de la subvention, l'enveloppe du bâtiment doit correspondre à Minergie-P pour les constructions nouvelles, et à la valeur du neuf pour les rénovations.

Définitions

Besoin en chaleur: Pour les spécialistes, la notion de «besoin en chaleur» correspond à la consommation prévue de chaleur pour maintenir une maison à 20 °C, sans tenir compte des déperditions du chauffage et la répartition de la chaleur. Le besoin en chaleur utile permet ainsi de comparer et d'évaluer la qualité purement constructive des maisons, sans prise en compte du chauffage.

Calcul des besoins en chaleur: Le besoin en chaleur utile se compose des déperditions par l'enveloppe du bâtiment (par transmission) et de celles dues à la ventilation, ainsi que des gains réalisés à partir de la chaleur dégagée par les personnes et les appareils et à partir du rayonnement solaire.

Efficacité énergétique globale: Le terme d'«efficacité énergétique globale» désigne la qualité énergétique de tous les services énergétiques dans une maison. Outre la qualité de l'enveloppe du bâtiment, du chauffage et de la production d'eau chaude, il s'agit également de la qualité des appareils, de la ventilation, de l'ascenseur, des pompes et vannes, etc.

Gains en énergie solaire: L'efficacité énergétique globale peut tirer un important profit de la situation et de l'orientation d'un bâtiment, par exemple lorsque l'exploitation passive de l'énergie solaire (chaleur, lumière) est au premier plan. Les systèmes actifs tels que les capteurs solaires et les cellules solaires peuvent accroître encore ces gains.

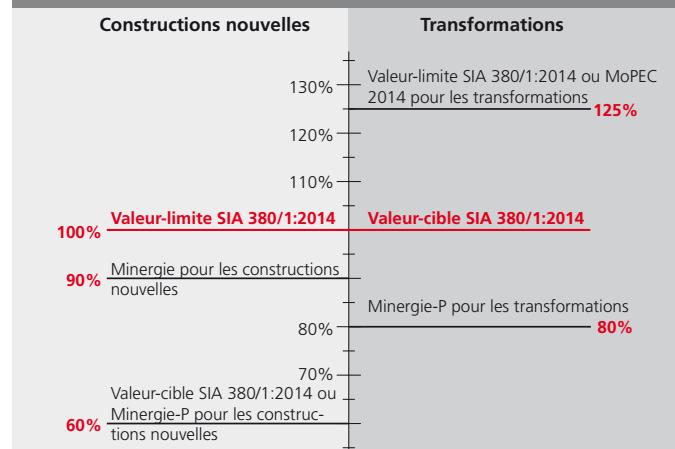
Valeur U: Le coefficient de transmission thermique U ou valeur U représente la quantité d'énergie qui est transmise pour 1 m² d'un élément par degré de différence de température. Exemple: fenêtres Minergie ayant une valeur U de 1,0 W/m²K, c'est-à-dire 1 watt par m² et par degré de différence de température. Dans le cas d'une différence de température (au plus froid de l'hiver) de 30 degrés (moins 10°C à l'extérieur, 20°C à l'intérieur), on obtient une déperdition de 30 watts par m². Une maison familiale ayant une surface de fenêtres de 25 m² a donc une déperdition de 750 watts. Avec de mauvaises fenêtres, la déperdition est trois fois supérieure, et se monte donc à 2 250 watts.

La valeur de référence (100 %) est la valeur-limite SIA 380/1:2014 pour les constructions nouvelles.

Aucune exigence ne s'applique au besoin en chaleur utile pour les transformations Minergie.

(SIA: Société des Ingénieurs et Architectes)

Besoin en chaleur utile: exigences pour les constructions nouvelles et les transformations



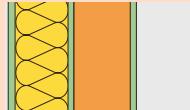
CECB



CERTIFICAT ENERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS

Le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) est une offre facultative des cantons: les propriétaires d'un bâtiment peuvent établir pour leur bien un «certificat» ou un CECB Plus sur www.cecb.ch.

Des informations complémentaires figurent dans le chapitre «Certificat énergétique des bâtiments» aux pages 21 à 24.

Standards pour les rénovations			
	Modèle de prescriptions des cantons 2014	Minergie Minergie-A*	Minergie-P
	Correspond aux exigences légales dans de nombreux cantons	Standard de construction facultatif de l'association Minergie	Standard de construction facultatif de l'association Minergie.
Exigences relatives à l'enveloppe du bâtiment			
Besoin en chaleur utile	75 kWh/m ² (environ 7,5 litres de mazout par m ² de surface habitable chauffée)	Aucune exigence	45 kWh/m ² (environ 4,5 litres de mazout par m ² de surface habitable chauffée)
Protection thermique estivale	Justificatif	Obligatoire	Obligatoire
Exigences relatives à des éléments individuels			
Exigence pour les éléments opaques avec justificatif de performances ponctuelles	Valeur U: 0,25 W/m ² K	Valeur U: 0,15 W/m ² K (module Minergie)	Valeur U: 0,1 à 0,15 W/m ² K (recommandation)
Fenêtres	Valeur U: 1,3 W/m ² K	Valeur U: 1,0 W/m ² K (module Minergie)	Valeur U: 0,9 W/m ² K (module Minergie-P)
Vitrage	Aucune exigence	Valeur U: 0,7 W/m ² K	Valeur U: 0,6 W/m ² K
Fenêtres avec radiateurs placé devant	Valeur U: 1,0 W/m ² K	Comme les autres fenêtres	Comme les autres fenêtres
Exigence en matière de consommation d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude			
Consommation d'énergie pour le chauffage, la production d'eau chaude et l'aération	Aucune exigence	6 litres de mazout par m ² de surface habitable chauffée (60 kWh/m ²)	3 litres de mazout par m ² de surface habitable chauffée (30 kWh/m ²)
Que faut-il pour satisfaire aux exigences?			
Epaisseur d'isolation recommandée pour atteindre le standard	12 à 14 cm d'isolation thermique, de bonnes fenêtres	Isolation thermique de 24 cm, si possible fenêtres Minergie	Isolation thermique de 30 cm, si possible fenêtres très haut de gamme
Exemples			
Mur extérieur	Mur en briques, isolé, U=0,25 W/m ² K. Structure du mur: ● Crépi extérieur 20 mm ($\lambda=0,87 \text{ W/m K}$), ● Isolation 140 mm ($\lambda=0,04 \text{ W/m K}$), ● Briques 150 mm ($\lambda=0,44 \text{ W/m K}$), ● Crépi intérieur 15 mm ($\lambda=0,7 \text{ W/m K}$). 	Mur en briques, isolé, U=0,15 W/m ² K. Structure du mur: ● Crépi extérieur 20 mm ($\lambda=0,87 \text{ W/m K}$), ● Isolation 240 mm ($\lambda=0,04 \text{ W/m K}$), ● Briques 150 mm ($\lambda=0,44 \text{ W/m K}$), ● Crépi intérieur 15 mm ($\lambda=0,7 \text{ W/m K}$). 	Mur en briques, isolé, U=0,125 W/m ² K. Structure du mur: ● Crépi extérieur 20 mm ($\lambda=0,87 \text{ W/m K}$), ● Isolation 300 mm ($\lambda=0,04 \text{ W/m K}$), ● Briques 150 mm ($\lambda=0,44 \text{ W/m K}$), ● Crépi intérieur 15 mm ($\lambda=0,7 \text{ W/m K}$). 

Pour les fenêtres devant lesquelles sont placés des radiateurs (ou convecteurs de sols pour les portes vitrées), il est impératif d'utiliser des produits correspondant à la fenêtre du module Minergie en termes de protection thermique. Cette qualité n'est réalisable qu'à l'aide d'un triple vitrage.

*Les prescriptions minimales pour Minergie s'appliquent également à Minergie-A, mais en combinaison avec les énergies renouvelables.

Exigences en matière d'installations techniques domestiques, d'appareils et d'éclairage				
	Modèle de prescriptions des cantons	Minergie	Minergie-P	Minergie-A
Chauffage	Uniquement chaudière à condensation, pas de chauffage électrique, pas de chauffe-eau électrique	Aucune exigence	Aucune exigence	Bilan zéro, avec l'utilisation de l'énergie bois inférieure à 15 kWh/m ²
Renouvellement de l'air	Aucune exigence	Installation de ventilation domestique obligatoire	Installation de ventilation domestique obligatoire	Installation d'aération obligatoire
Eclairage	Aucune exigence	Faibles exigences, lampes Minergie recommandées	Faibles exigences, lampes Minergie recommandées	Luminaires efficents obligatoires
Appareils	Aucune exigence	Appareils ménagers à haute efficacité énergétique recommandés (A, A+, A++)	Appareils ménagers à haute efficacité énergétique obligatoires (A, A+, A++)	Appareils ménagers à haute efficacité énergétique obligatoires (A, A+, A++)

Utiliser efficacement l'énergie: les mesures essentielles		
Domaine, service énergétique	Mesures appropriées	Efficacité, potentiel
Qualité de l'enveloppe du bâtiment (besoin en chaleur utile)	Réduction des pertes par <ul style="list-style-type: none"> ○ Une isolation thermique adéquate ○ Etanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment ○ Installation de ventilation avec récupération de chaleur ○ Valorisation des gains solaires (fenêtres, accumulation dans les sols et les murs) 	*** ** ** **
Chauffage, production d'eau chaude et renouvellement de l'air	<ul style="list-style-type: none"> ○ Production de chaleur efficace ○ Energies renouvelables ○ Isolation des conduites de distribution ○ Production d'eau chaude efficace ○ Armatures à économie d'eau ○ pompes de circulation bien dimensionnées ○ Système de ventilation efficace (classe d'efficacité A) ○ Vannes thermostatiques ○ Décompte individuel des frais de chauffage et d'eau chaude en fonction de la consommation 	** *** ** *** ** ** ** ** ** **
Eclairage	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lampes à économie d'énergie ○ En cas d'utilisation uniquement sporadique: avec commande ○ Pas d'auxiliaires en veille tels que les transformateurs 	*** * *
Appareils	<ul style="list-style-type: none"> ○ Appareils de classe A, A+ et A++ ○ Déconnexion du réseau en cas de non utilisation au moyen d'une multiprise. 	*** **

SNBS

Le Standard de Construction Durable Suisse, SNBS, vise une évaluation exhaustive d'un bâtiment. En plus des exigences posées à la consommation des ressources, les aspects économiques et sociaux font partie du standard, p. ex. rendement potentiel ou santé etc.

Plus d'informations: www.nnbs.ch

Plus d'infos

- Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB): www.cecb.ch
- Modèle de prescriptions des cantons dans le domaine de l'énergie (MoPEC): www.endk.ch
- Standard des bâtiments Minergie, Minergie-P, et Minergie-A: www.minergie.ch
- Maison à énergie positive: www.energie-cluster.ch
- SNBS: www.nnbs.ch

Liste de contrôle

Standards

Au moins huit standards sont en application en Suisse: Le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC), Minergie, Minergie-P, Minergie-Eco, Minergie-P-Eco, Minergie-A, Maison à énergie positive, Standard de Construction Durable Suisse (SNBS)

L'évaluation des standards se base sur:

- le besoin en chaleur du bâtiment en fonction de l'enveloppe du bâtiment,
- le besoin en énergie pour le chauffage, la production d'eau chaude, le renouvellement de l'air et la climatisation.
- Un deuxième niveau d'évaluation donne l'efficacité énergétique globale.

Pour les rénovations, les modules Minergie constituent une orientation importante pour réaliser une construction efficace sur le plan énergétique.

- www.minergie.ch → Standards & Technique → Modules

Catalogue de critères dans le standard Construction durable Suisse			
	Thèmes	N°	Critères
Société	Contexte et architecture	101	Analyse du site
		102	Thèmes et cahier des charges
	Planification et groupes-cibles	103	Procédure de planification
		104	Diversité
	Affectation et aménagement des espaces	105	Espaces semi-publics
		106	Espaces privés
Bien-être et santé		107	Confort visuel, acoustique et thermique
		108	Qualité de l'air ambiant
Économie	Coûts	201	Coûts du cycle de vie
		202	Taille de l'objet et régimes de propriété
	Commercialisation	203	Substance construite
		204	Marché locatif
Rendement potentiel		205	Accessibilité
		206	Population et marché du travail
		207	Niveau des loyers dans la commune
		208	Possibilités d'utilisation de la parcelle
Économie régionale		209	Qualité du site et perspectives de développement
		210	Potentiel économique pour la région
Environnement	Énergie	301	Energie primaire non renouvelable
	Climat	302	Emissions de gaz à effet de serre
Préservation des ressources et de l'environnement		303	Construction respectueuse de l'environnement
		304	Exploitation respectueuse de l'environnement
		305	Mobilité respectueuse de l'environnement
Nature et paysage		306	Diversité des espèces
		307	Mitage du paysage

Certificat énergétique

L'efficacité en un coup d'œil



CECB

Le CECB est le «certificat énergétique cantonal des bâtiments». Il indique la quantité d'énergie nécessaire à un bâtiment en fonctionnement normal. Le CECB ne prend donc pas en compte les différences liées à la manière dont le bâtiment est utilisé. Le besoin en énergie calculé est toutefois parfaitement approprié pour permettre de comparer différents bâtiments entre eux. Les propriétaires reçoivent ainsi une bonne image de la qualité énergétique de leur maison. Le CECB est une offre facultative des cantons: les propriétaires d'un bâtiment peuvent établir pour leur bien un «certificat» sur le site Internet www.cecb.ch (CECB Light). En revanche, le CECB Plus est payant. et est établi exclusivement par des experts certifiés. Quelques centaines de spécialistes sont répertoriés sur la plateforme CECB. L'expert visite le bâtiment, consulte les factures d'énergie et, s'ils sont disponibles, les plans de construction; des indications relatives à des mesures de rénovation antérieures sont également précieuses. Le résultat est un document de quatre pages fournissant des informations supplémentaires lors de la vente ou de la location de l'objet. Le point central de ce document informatif concerne l'efficacité énergétique du bâtiment.

CECB Light

Le CECB Light est gratuit et n'a aucune valeur légale; il vise en premier lieu à informer les propriétaires. Pour cela, il permet de réaliser une classification du bâtiment et établit une liste de mesures pertinentes permettant de réduire la consommation d'énergie. Etant donné les indications vagues sur lesquelles se base la version Light, les recommandations restent toutefois très générales et difficilement utilisables dans un projet de rénovation. Ce document constitue toutefois une bonne entrée en matière dans la thématique.



Le CECB ne se contente pas de pointer les faiblesses d'un bâtiment, il indique également là où se trouve le potentiel d'amélioration et donne des conseils en vue d'une rénovation prochaine.



De A à G

Comment l'efficacité énergétique est-elle quantifiée? Le CECB comprend deux chiffres desquels résulte la classification sous forme d'étiquetteEnergie avec des lettres colorées (A à G). La désignation «Efficacité de l'enveloppe du bâtiment» concerne le besoin en chaleur utile; ce résultat évalue l'efficacité de la protection thermique des murs extérieurs et des fenêtres, du sol et du toit. Dans le second chiffre, l'efficacité énergétique globale, tous les autres consommateurs d'énergie sont également pris en compte, c'est-à-dire les

déperditions du chauffage, la production d'eau chaude, les appareils et les éclairages. Bien entendu, le besoin en chaleur fait également partie de l'efficacité énergétique globale. La notion de «besoin» requiert une distinction importante.

Besoins calculés

Le CECB ne documente pas la consommation, mais le besoin purement calculé (indépendant du comportement des utilisateurs) en énergie. Les données de consommation servent uniquement à vérifier la plausibilité des résultats. En complément aux indications chiffrées, le certificat établit également une liste de recommandations; à la différence de la version Light, elles sont éditées par des experts. Les classes d'efficacité A et B correspondent à des constructions correspondant à une consommation selon Minergie ou Minergie-P. Une construction nouvelle réalisée conformément au modèle de prescriptions énergétiques des cantons en vigueur

portera en effet seulement l'étiquette «B». (Dans de nombreux cantons, ces prescriptions coïncident avec les exigences légales). Une maison traditionnelle non rénovée des années 1960 recevra l'étiquette rouge «G».

Que signifient les catégories de l'étiquetteEnergie?

Le CECB comprend deux grandeurs caractéristiques:

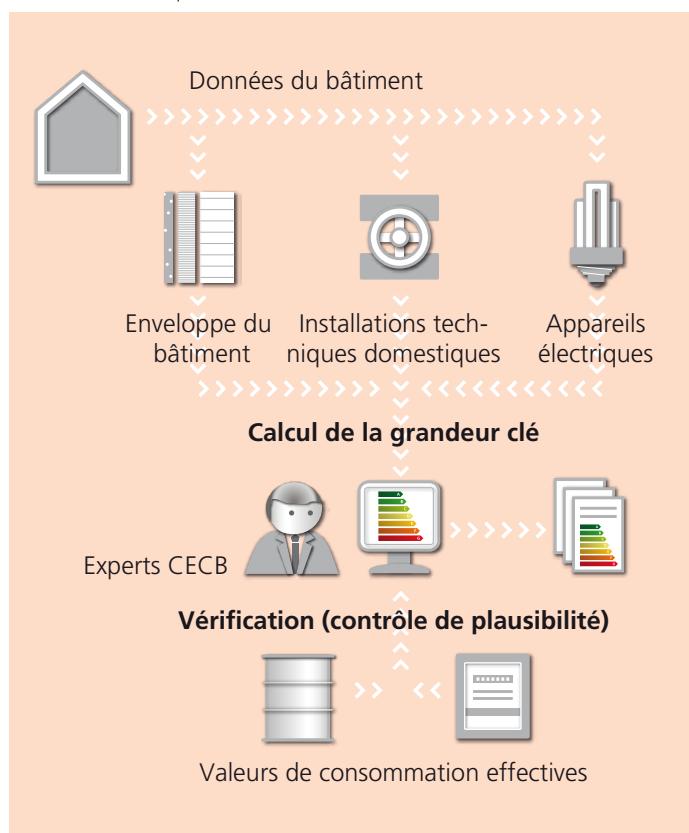
L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment: elle indique la qualité de l'enveloppe du bâtiment. Cela comprend l'isolation thermique des murs, du sol et du toit, mais également la qualité des fenêtres. Ces dernières sont évaluées sous l'angle de leurs propriétés isolantes thermiques et de leur étanchéité, ainsi que des gains énergétiques solaires qu'elles permettent lorsqu'elles sont utilisées à bon escient. L'efficacité de l'enveloppe est la grandeur déterminante lorsqu'il s'agit d'évaluer les besoins pour le chauffage du bâtiment.

Principales caractéristiques des classes CECB de l'étiquetteEnergie

	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A	Excellente isolation thermique avec vitrages isolants triples.	Installations à la pointe de la technologie, d'efficacité élevée, pour chauffage, eau chaude et éclairage. Excellents appareils électriques. Utilisation d'énergies renouvelables.
B	D'après la législation en vigueur, exigence minimum pour les constructions nouvelles.	Le standard des constructions nouvelles en matière d'enveloppe et d'installations techniques. L'utilisation d'énergies renouvelables améliore encore l'efficacité.
C	Pour les constructions anciennes: bâtiment dont l'enveloppe a subi une réhabilitation complète.	Bâtiment ancien entièrement réhabilité (enveloppe et installations techniques). Le plus souvent avec utilisation d'énergies renouvelables.
D	Bâtiment bien et complètement isolé après coup, avec toutefois des ponts thermiques qui subsistent. Egalement: construction nouvelle des années 80.	Bâtiment réhabilité dans une large mesure, avec toutefois un certain nombre de lacunes manifestes ou sans l'utilisation d'énergies renouvelables.
E	Bâtiment dont l'isolation thermique a été améliorée considérablement, notamment avec la pose de nouveaux vitrages isolants.	Bâtiment partiellement réhabilité, avec par exemple un nouveau générateur de chaleur et éventuellement de nouveaux appareils et un éclairage réévalué.
F	Bâtiment partiellement isolé thermiquement.	Bâtiment tout au plus réhabilité partiellement, avec remplacement de certains équipements ou l'utilisation d'énergies renouvelables.
G	Bâtiment non rénové, avec tout au plus une isolation incomplète ou défectueuse, posée après coup, et dont la réhabilitation apporterait un changement radical.	Bâtiment non rénové, sans utilisation d'énergies renouvelables, et dont la réhabilitation apporterait un changement radical.

La méthode de calcul à la base du CECB détermine les besoins en énergie du bâtiment à l'aide d'une série de données à saisir, qui concernent l'enveloppe et les installations techniques.

L'efficacité énergétique globale: l'efficacité énergétique globale prend en compte le chauffage et les autres installations techniques. D'une part pour la production de chaleur, y compris la production d'eau chaude, mais également pour les besoins en électricité en rapport avec des installations fixes du bâtiment. Les agents énergétiques utilisés sont pondérés: le recours à des énergies renouvelables (y compris la chaleur ambiante valorisée par une pompe à chaleur) conduit à l'attribution d'une meilleure classe au bâtiment.



Liste de contrôle

- Etablir au préalable un CECB «Light» gratuit à titre informatif.
- Rechercher les experts CECB les plus proches sur www.cecb.ch, demander des offres
- Mettre à disposition de l'expert CECB les documents suivants: plans, décompte individuel des frais de chauffage et d'eau chaude, factures des travaux d'entretien
- Le CECB fait office de base de planification pour la rénovation énergétique.

Méthodologie

La méthode de calcul à la base du CECB détermine les besoins en énergie du bâtiment à l'aide d'une série de données à saisir, qui concernent l'enveloppe et les installations techniques. Le calcul des besoins suit la procédure usuelle (norme SIA 380/1). Si manque des données relatives au bâtiment, l'outil recourt à des valeurs empiriques. Des plans détaillés ou des indications techniques permettent non seulement d'accroître la précision du calcul, mais également d'obtenir une meilleure évaluation. La méthode de calcul du CECB Plus inclut également une comparaison de ces besoins en énergie calculés et de la consommation d'énergie effective. Pour déterminer des valeurs exactes de physique de l'habitat, les compétences d'un expert sont nécessaires. Les valeurs de consommation d'énergie mesurées servent uniquement à vérifier le résultat calculé.

Les experts CECB

Le CECB Plus est constitué d'experts certifiés. Leurs adresses sont répertoriées sur le site Internet www.cecb.ch à la rubrique «Experts certifiés».

Les propriétaires pourront alors rechercher de manière ciblée un expert et lui soumettre une demande d'offre concernant l'établissement d'un CECB Plus. Le CECB Plus est établi à l'aide d'un outil en ligne, dans lequel l'expert entre toutes les données pertinentes relatives au bâtiment pour le calcul.

Pour établir correctement un document CECB Plus, l'expert est tenu d'effectuer une visite du bâtiment. Les propriétaires se voient ensuite remettre un document CECB Plus de quatre pages sous forme électronique et sur support papier. Ce document est signé par l'expert, qui témoigne ainsi de l'établissement conforme et compétent du CECB Plus.

Plus d'infos

- Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB): www.cecb.ch

Comptabilité énergétique

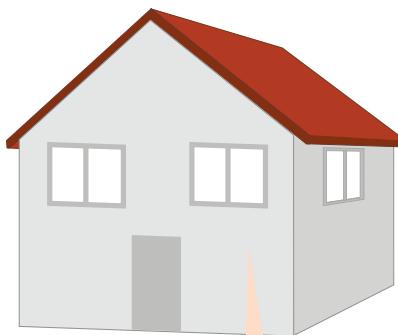
Données nécessaires



Comptabilité énergétique

Calcul des frais de chauffage

Le décompte individuel des frais de chauffage et d'eau chaude en fonction de la consommation (DIFC) est un concept quelque peu alambiqué désignant le mode de répartition des frais de chauffage sur plusieurs appartements ou bureaux alimentés par un même générateur de chaleur, par exemple dans un immeuble d'habitation. La procédure de décompte des frais en fonction de la consommation effective est souvent sujette à controverse. En effet, cette forme de décompte suppose un relevé de la consommation de chaleur dans tous les appartements, et ce au minimum une fois par an. Seule une mesure de la consommation permet une répartition des coûts selon le principe du pollueur-paye. De plus le DIFC permet de réduire la consommation de chaleur; selon les modèles de prescriptions énergétiques des cantons, on peut tabler sur une économie de 20 kWh par m² de surface habitable chauffée et par an. Soit 2 000 kWh par an pour un appartement de 100 m².



Frais énergétiques pour le chauffage, la production d'eau chaude, l'éclairage et les appareils, ainsi que pour les dispositifs auxiliaires (pompes, etc.).



Compteurs de chaleur

Ce sont les compteurs de chaleur directement intégrés dans le circuit de chauffage des appartements qui fournissent les valeurs de mesure les plus précises. Ces appareils sont installés dans de nombreuses constructions nouvelles, et en premier lieu dans les habitations en copropriété. L'équipement après coup de construc-

tions anciennes avec des compteurs de chaleur intégrés dans le circuit reste excessivement coûteux. Les thermomètres (électroniques) suspendus au radiateur représentent une solution bien moins onéreuse. Ces petits

appareils mesurent la différence de température entre le radiateur et la pièce, ce qui correspond à une mesure de l'émission de chaleur du corps de chauffe et ainsi de la consommation. Ils sont alimentés par des batteries. En termes de coûts, le relevé des données pèse plus lourd dans la balance que l'acquisition des appareils. Il est ainsi plus intéressant d'utiliser des compteurs de chaleur pouvant être consultés par radio-commande. Les données de consommation de chaque appartement peuvent ainsi être relevées depuis l'extérieur de l'appartement. Plus besoin d'effectuer les laborieuses visites à domicile, par ailleurs peu

Compteur d'eau chaude



appréciées des habitants! Tous ces dispositifs de mesure ont dans tous les cas un point commun: ils doivent impérativement être certifiés par l'Office fédéral de métrologie (Metas).

Respect des prescriptions

Selon les modèles de prescriptions énergétiques des cantons 2014, lors d'un remplacement complet du système de chauffage/production d'eau chaude, les bâtiments comportant au moins cinq unités d'occupation doivent être équipés des appareils requis pour l'établissement du décompte individuel des frais de chauffage, respectivement d'eau chaude sanitaire. (Les modèles de prescriptions énergétiques sont appliqués différemment selon les cantons). Sont exemptés de l'obligation DIFC les bâtiment dont la puissance de chauffage est inférieure à 20 watts par m² (p. ex. Minergie-P).

Modèle de décompte de l'OFEN

Bon nombre d'administrations et de propriétaires fonciers répartissent les frais de chauffage conformément au modèle de décompte de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN); la recommandation a été formulée en 2004 conjointement avec l'association des locataires et des propriétaires fonciers et est régulièrement actualisée. La totalité des frais de chauffage et d'eau chaude doit être affectée conformément à ce modèle de l'OFEN. Environ un tiers revient à la production d'eau chaude; ces frais doivent être répartis au prorata de la surface ou du volume. La même méthode de répartition est applicable aux frais de base du chauffage (pour les logements en propriété, la répartition s'effectue en général à la quote-part). Les frais de base incluent les frais auxiliaires du chauffage et les dépenses pour le chauffage de la cage d'escalier et d'autres parties communes. Pour la part des frais de chauffage dépendant de la consommation, par contre, seule la consommation est déterminante. Tout au plus, cette valeur peut être réduite en raison d'une situation défavorable en termes de technique de chauffage, par exemple

pour les appartements majoritairement exposés au nord. Un confort de vie accru, tel que le large vitrage des logements en attique ou des avancées utilisées à des fins commerciales, ne doit pas faire l'objet d'une compensation.

Comptabilité énergétique

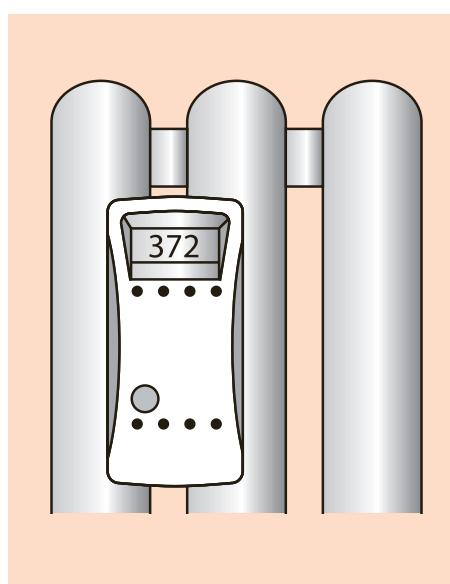
Le besoin en énergie est déterminé pendant la planification à l'aide de valeurs normalisées. La consommation d'énergie, à l'inverse, est une grandeur mesurée. La consommation d'énergie calculée d'une maison peut s'avérer nettement différente du besoin en énergie. Dans les mêmes conditions, la consommation entre différents ménages peut varier d'un facteur 4.

Compteurs d'électricité séparés

Dans le cas d'un chauffage au mazout ou d'un chauffage au gaz, la consommation peut être relevée sur le bon de livraison ou sur la facture. Dans le cas d'une pompe à chaleur, le relevé séparé de la consommation d'énergie n'est possible qu'au moyen d'un compteur d'électricité séparé.

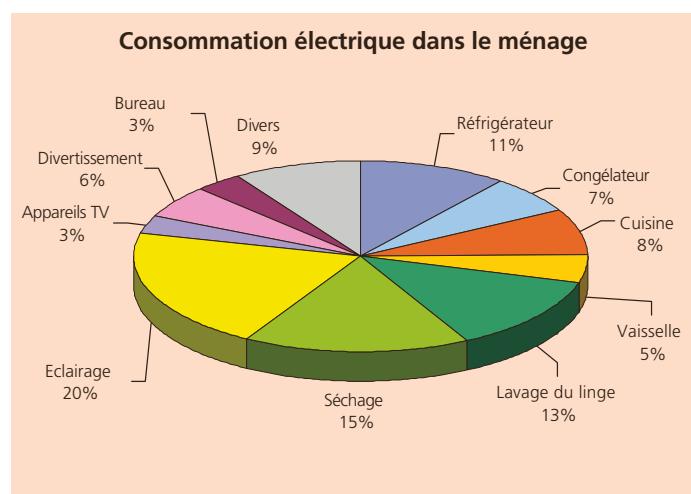
Consommation électrique des appareils

○ Une estimation de la consommation électrique de 13 000 ménages montre une consommation moyenne de 4113 kWh par an (source: S.A.F.E.).



Les compteurs de chaleur apposés sur le radiateur mesurent la consommation d'énergie pour le chauffage.

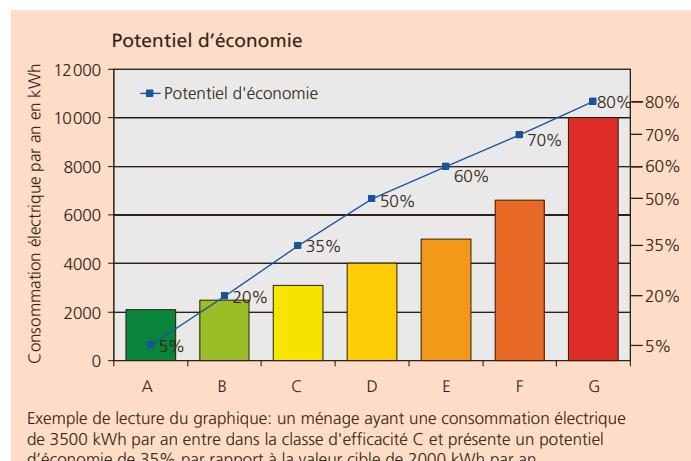
- La plus grande part de la consommation électrique (en dehors du chauffage) dans un ménage revient à l'éclairage avec 20 %, suivi par le sèche-linge (15 %), la machine à laver (13 %), le réfrigérateur (11 %) et le congélateur (7 %) et la cuisson (8%). L'ensemble de l'électronique de bureau ou de divertissement consomme au total 12 % du courant électrique du ménage.
- Les résultats du test rapide montrent qu'un ménage typique peut économiser 37 % d'électricité en remplaçant tous les appareils anciens et en incitant les occupants à adopter un comportement efficace en termes d'économie d'énergie.



Part de la consommation des appareils ménagers. Source: S.A.F.E.

Liste de contrôle

- Aération contrôlée
- Réglage précis de la température de chauffage
- Choix ciblé des appareils (A, A+, A++)
- Bannissement de la mise en veille
- Contrôle de la consommation



Classes d'efficacité et potentiel d'économie pour la consommation électrique des ménages. Source: S.A.F.E.

Type de maison	Nombre de pièces	Réfrigérateur kWh/a	Congélateur kWh/a	Cuisinière kWh/a	Vaisselle kWh/a	Lavage du linge kWh/a	Séchage kWh/a
Immeuble	3–3½	436	146	219	104	292	378
	4 ou plus	442	249	310	198	481	598
Maison familiale	Moins de 4	439	179	191	97	344	452
	4 ou plus	426	360	393	251	676	876
Valeur moyenne		433	268	316	190	527	662

Type de maison	Nombre de pièces	Eclairage kWh/a	Appareils TV kWh/a	Divertissement kWh/a	Bureau kWh/a	Divers kWh/a	Total kWh/a
Immeuble	3–3½	557	114	199	112	256	2 811
	4 ou plus	848	118	235	133	361	3 973
Maison familiale	Moins de 4	573	112	175	106	267	2 935
	4 ou plus	1 074	135	262	150	460	5 062
Valeur moyenne		848	124	231	140	374	4 113

Consommation électrique par catégorie d'appareils. Source: S.A.F.E.



Isolation thermique extérieure

Emmitouflons nos maisons

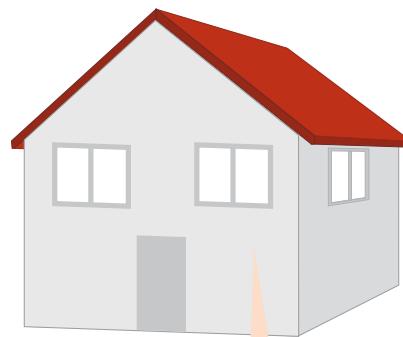


Isolation thermique

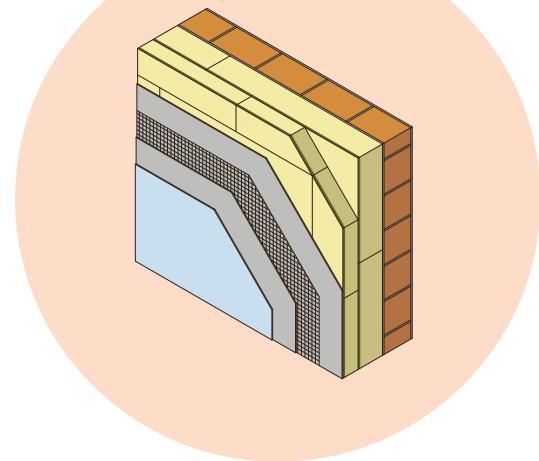
De nos jours, la plupart des maisons peuvent être isolées après coup. Il existe en effet des matériaux d'isolation adaptés à toutes les applications. Une fois posée, une isolation thermique extérieure agit pendant plusieurs décennies de façon fiable et sans entretien aucun, tout en permettant d'économiser un maximum de chaleur utile par rapport à d'autres éléments tels que les fenêtres, le toit ou le plafond de la cave. Cela en fait une mesure clé dans le processus d'économie d'énergie. Dans une construction ancienne en effet, environ 30 % de la chaleur utile, en moyenne, est perdue par les murs extérieurs. Dans certains cas, le doublement d'une isolation existante peut s'avérer judicieux. Toutefois, l'isolation des murs extérieurs ne représente pas seulement une solution économique et écologique: elle assure également des températures intérieures homogènes et par là-même un confort de vie accru. Dans les constructions anciennes notamment, une telle isolation permet de résoudre les problèmes de murs extérieurs froids.

Grandes épaisseurs

Pour qu'une maison soit suffisamment efficace sur le plan énergétique, des épaisseurs d'isolant de 14 à 25 cm (selon le bâtiment et la matière isolante) sont nécessaires. Ne lésinez pas sur l'épaisseur de l'isolation: les prix des matériaux d'isolation n'influencent que très peu les coûts totaux. En effet, les dépenses liées à la pla-



Une isolation thermique extérieure permet de réduire de moitié le besoin en chauffage.



Isolation thermique recommandée pour les murs extérieurs (rénovations)

	Loi sur l'énergie	Programme Bâtiments	Minergie
Application	Pour les constructions «conformes aux prescriptions» (minimum légal)	Conditions pour obtenir les subventions	Module Minergie paroi extérieure
Transmission thermique (valeur U)	0,25 W/m ² K	0,20 W/m ² K	0,15 W/m ² K

nification, au montage, aux équipements et à la protection contre les intempéries ne dépendent pas de l'épaisseur de l'isolant.

Types de façades

En principe, les bâtiments sont isolés de l'extérieur, avec une façade ventilée ou une façade compacte (schéma). L'application d'isolants extérieurs ne perturbe généralement que très peu les occupants et la surface habitable reste inchangée. Les isolations extérieures permettent en outre d'éliminer les ponts thermiques au niveau des plafonds. Il est important que la façade empêche l'humidité extérieure de passer mais que la vapeur d'eau provenant de l'intérieur du bâtiment ne puisse pas condenser dans le matériau isolant. En effet, de l'humidité présente dans le matériau isolant réduirait nettement sa capacité d'isolation et pourrait même l'endommager. Des pare-vapeur doivent ainsi être mis en place du côté intérieur. Il convient dans tous les cas de consulter des experts.

Façades compactes

○ Dans le cas des façades compactes, les plaques d'isolation sont collées ou vissées sur le mur et enduites sur le côté extérieur.

Etant donné que les plaques d'isolation sont appliquées sans ossature, on n'observe quasiment aucun pont thermique.

○ Une façade compacte permet de conserver en grande partie le caractère d'une façade. Les façades compactes sont plus simples en termes de structure et sont ainsi moins coûteuses que les constructions ventilées, malgré une résistance plus faible.



Protection des façades

Les algues, champignons et lichens peuvent proliférer sur les surfaces humidifiées par la condensation. Sur les façades avec une isolation extérieure, la couche extérieure est séparée thermiquement du reste de la paroi et présente donc une faible capacité d'absorption de chaleur. Lors de nuits sans nuages, cette couche peut se refroidir au-dessous de la température de l'air extérieur produisant ainsi de la condensation, un milieu nutritif pour les algues et les champignons. Pour éviter cela, il est possible d'apposer une protection contre les intempéries (avant-toit) ou d'appliquer une peinture diminuant le rayonnement ou les adjuvants de biocides. L'efficacité de ces adjuvants diminue toutefois avec le temps.

	Façade ventilée	Façade compacte
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ○ Meilleure évacuation de l'humidité ○ Nombreuses possibilités de conception (bois, pierre, métal, fibrociment) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Moins coûteuse qu'une façade ventilée ○ Constructions étroites possibles ○ Moins de détails coûteux
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> ○ Plus coûteuse qu'une façade compacte ○ Rénovation complexe 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Résistance réduite par rapport aux sollicitations mécaniques ○ Durée de vie réduite

Façades ventilées

Les façades ventilées ont une meilleure résistance mécanique, mais sont nettement plus onéreuses que les façades compactes. Entre l'habillage de la façade et la couche d'isolation, se trouve un espace d'aération d'une épaisseur de 2 à 5 cm. Les bâtiments possédant des façades ventilées par l'arrière sont d'apparence très diverses; le choix des matériaux d'habillage est très large et s'étend du fibrociment, du bois et de la brique à la pierre naturelle, au métal, au verre ou aux matières synthétiques. Les façades ventilées sont supportées par une ossature en bois, en acier ou en une combinaison des deux. Grâce à cette ossature, la façade est ainsi suspendue à la construction du mur. Il convient cependant de veiller à ce que de nouveaux ponts thermiques ne soient pas induits par l'ossature. Les ossatures doivent donc être séparées thermiquement de la maçonnerie. Cela se fait normalement par l'insertion d'éléments en matière synthétique entre les parties métalliques et le mur. En absence d'une séparation thermique suffisante, la capacité isolante d'un mur extérieur peut diminuer jusqu'à 50 %.

Isolation intérieure

Dans de rares cas, par exemple lorsqu'un bâtiment est classé monument historique, les murs extérieurs doivent être isolés par l'intérieur du bâtiment. Les isolations intérieures sont peu avantageuses en termes de physique du bâtiment, car elles ne permettent souvent pas de contrer tous les ponts thermiques. Une exécution peu soignée des travaux peut en outre entraîner la formation d'eau de condensation entre l'isolant et le mur extérieur.

Isolation du plafond de la cave

○ Bon nombre de plafonds de cave ne sont pourvus que d'une isolation minimale. De ce fait, la chaleur s'échappe des pièces d'habitation adjacentes vers la cave, bien que selon l'utilisation qui est faite des pièces de la cave, cela ne soit généralement pas nécessaire et encore moins justifié. C'est pourquoi il est

important de séparer les pièces chauffées et les pièces non chauffées au moyen d'une isolation thermique suffisante. Outre les caves, cela concerne par exemple également les garages adjacents et le grenier.

- Il est bien plus difficile d'isoler un plancher (en raison du piétinement) qu'un plafond. On préfère ainsi généralement isoler le plafond de la cave et non le plancher du rez-de-chaussée. Selon la situation en termes de physique du bâtiment, un pare-vapeur supplémentaire peut s'avérer nécessaire.
- Le maître d'ouvrage doit tout d'abord déterminer s'il souhaite utiliser plus tard une partie de la cave comme atelier de bricolage. Si c'est le cas, tout l'espace situé dans la zone froide doit être isolé. Outre le plafond de la cave, les portes et le dessous des escaliers constituent également des zones privilégiées par où s'échappe la chaleur. Il convient donc également de les améliorer sur le plan thermique. Lorsque l'étanchéité des portes ne suffit pas, il faut envisager de les remplacer.

Ponts thermiques

- Les ponts thermiques sont des points faibles sur le front extérieur d'un bâtiment. Ils provoquent d'importantes déperditions de chaleur. Dans la zone de ponts thermiques, en présence de basses températures extérieures, la température de surface côté pièces intérieures diminue. Cela peut entraîner la formation d'eau de condensation et la croissance de moisissures. L'isolation des murs extérieurs constitue une solution pour combattre les ponts thermiques.
- Il convient en outre de prêter une attention toute particulière aux dalles de balcon, aux embrasures de fenêtres ainsi qu'aux caissons de volets roulants et de stores à lames ou à tout autre élément saillant.
- Les balcons doivent être isolés sur le dessous comme sur le dessus, ainsi qu'au niveau de la balustrade. Cela n'étant que difficilement réalisable, les balcons sont souvent supprimés et reconstruits après la rénovation sous forme de constructions en acier ou en bois indépendantes. Les nouveaux balcons ne possèdent qu'un contact minimal avec la façade et ne forment ainsi au-

Attention: les mesures mises en œuvre ne doivent pas induire de nouveaux ponts thermiques.

cun pont thermique. Si les balcons d'origine ne peuvent pas être supprimés, ils peuvent également être totalement fermés.

Autres exemples

- Les embrasures de fenêtres doivent eux aussi être isolées, ce qui rétrécit néanmoins l'ouverture de la fenêtre. Il est ainsi recommandé de décaler la fenêtre vers l'extérieur afin de la monter dans le plan de l'isolant. Les rebords se situent ainsi dans l'espace intérieur chauffé.

Lorsque les fenêtres sont décalées vers l'extérieur dans le plan de l'isolant, on obtient des rebords à l'intérieur.

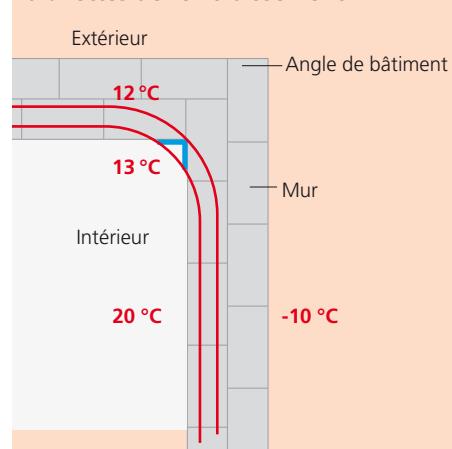
- Les caissons de volets roulants et de stores à lamelles forment souvent des ponts thermiques négligés. Il est ainsi important de mettre également en place une couche d'isolant entre ceux-ci et le mur. Il convient en outre de veiller à ce que l'ouverture pour la manivelle ne constitue pas un point faible. A cet égard, les stores et volets roulants à commande électronique sont les plus faciles à isoler. L'isolation présente en outre des avantages en termes de protection contre le bruit.

- Dans la zone des gouttières, les éléments doivent être isolés sans aucun vide. Le matériau d'isolation doit ainsi être ajusté très précisément.

- Le plancher entre la cave et le rez-de-chaussée forme souvent un pont thermique car l'isolation ne parvient pas jusqu'au sol extérieur. C'est ainsi le sol extérieur qui refroidit le plancher. Les murs extérieurs doivent donc toujours être isolés jusqu'au sol (partie supérieure du mur de la cave).

- Les angles de bâtiments, les encorbellements et autres éléments de construction saillants peuvent également engendrer de fortes déperditions de chaleur (ils agissent comme des ailettes de refroidissement). Il est impératif de veiller à ce qu'ils soient totalement entourés de matériau isolant, ou supprimés.

Angles de bâtiments faisant office d'ailettes de refroidissement



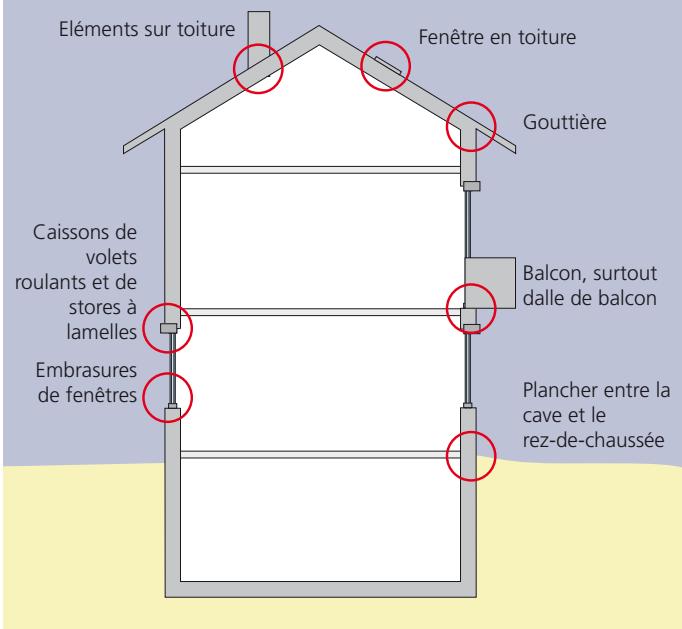
Les angles de bâtiment agissent comme des ailettes de refroidissement. Lorsque l'isolation est insuffisante et que les températures extérieures sont basses, la température intérieure peut tomber en dessous du point de rosée de l'humidité de l'air. Il en résulte un risque de formation d'eau de condensation.

Isolants: propriétés

- conductivité thermique quasi nulle
- haute perméabilité à la vapeur, afin de ne pas stocker l'humidité
- résistance chimique et thermique (durée de vie entre 30 et 50 ans)
- une quantité minimale d'énergie grise
- peu polluants
- ignifuge
- hydrofuge
- résistance au piétinement et à la pression

Une maison et ses ponts thermiques potentiels (en rouge)

Ponts thermiques potentiels



Matériaux isolants

○ Les matériaux isolants sont des matériaux dont la conductivité thermique est inférieure à 0,1 W/m K. Pour comparaison: les isolants courants tels que la laine minérale, la cellulose ou le polystyrène ont une conductivité thermique d'environ 0,036 W/m K. Selon les propriétés du matériau, les isolants sont disponibles sous forme de plaques (parfois à assemblage tenons-mortaises ou avec feuillure), de tapis ou de rembourrage. Il existe également des matériaux isolants en vrac, qui peuvent être mis en place en étant soufflés dans les espaces creux (p. ex. dans les constructions à murs en bois) ou en étant projetés humides sur des murs verticaux. Plus rarement, mais de plus en plus souvent, on rencontre aussi des panneaux isolants sous vide (selon la place disponible). Ils se composent d'isolants emballés dans un film et présentant une dépression. Ce procédé réduit de 5 à 19 fois la conductivité thermique. Les panneaux isolants sous vide sont toutefois encore onéreux et ne sont pas appropriés à toutes les rénovations.

○ Les isolants ne se différencient pas seulement par leur prix, leur résistance et leurs coefficients de transmission thermique. De plus en plus, les maîtres d'ouvrage attachent de la valeur aux matériaux respectueux de l'environnement, qui contiennent peu d'énergie grise et sont sans risques pour la santé. Jusqu'à présent, ce sont les produits traditionnels tels que la laine minérale ou la matière synthétique expansée qui étaient le plus utilisés. Les maté-

riaux isolants écologiques issus de matières brutes renouvelables (p. ex. la cellulose, les fibres de chanvre, la laine de mouton) trouvent cependant aujourd'hui de plus en plus d'adeptes auprès des maîtres d'ouvrage sensibles à la protection de l'environnement.

Liste de contrôle

Protection thermique

- Déterminer si une isolation du mur extérieur est possible (avec le concepteur).
- Décision: façade compacte ou façade ventilée
- Recommandation: au moins 18 cm de matériau d'isolation (valeur U max. 0,25 W/m² K, en cas d'encouragement par le Programme Bâtiments 0,20 W/m² K).
- Pare-vapeur côté intérieur si nécessaire, à mettre en place avant l'isolant.

Planification

- Isoler la totalité de l'enveloppe du bâtiment.
- Eviter les ponts thermiques.
- Recommandation: monter les fenêtres dans le plan de l'isolant (les embrasures se trouvent ainsi dans l'espace intérieur chauffé).
- Si une aération douce est planifiée: les arrivées et les évacuations peuvent être intégrées dans la nouvelle façade.
- Si les façades sont en bois, veiller à une protection incendie accrue.
- Possibilité de rénovation selon des modules Minergie.

Autres critères de qualité

- Sur des rues bruyantes ou à proximité d'aéroports, veiller à une protection accrue contre le bruit.
- Utiliser des matériaux respectueux de l'environnement et recyclables.
- Contrôler la teneur en polluants.

Avantages et inconvénients de différents isolants. Le tableau montre uniquement les isolants les plus courants.

	Laine minérale	Polystyrène	Fibres de bois	Fibres cellulaires
Avantages	<ul style="list-style-type: none">○ bonne diffusion de la vapeur○ recyclable○ résistante○ ignifuge	<ul style="list-style-type: none">○ bon marché○ résistant à l'eau○ peut être monté directement sur le crépi○ bon indice d'isolation	<ul style="list-style-type: none">○ bonne diffusion de la vapeur○ particulièrement respectueux de l'environnement	<ul style="list-style-type: none">○ bonne diffusion de la vapeur○ peuvent être soufflées dans des espaces creux○ particulièrement respectueuses de l'environnement
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">○ plus coûteuse que le polystyrène ou la fibre de bois	<ul style="list-style-type: none">○ sensible à la chaleur	<ul style="list-style-type: none">○ indice d'isolation relativement faible	<ul style="list-style-type: none">○ indice d'isolation relativement faible○ avec le temps, le remplissage isolant peut s'affaisser (vides)

La fenêtre

Un élément multifonction



La fenêtre

Deux décisions suffisent

Le choix du matériau et du standard de ses nouvelles fenêtres représente pour le propriétaire d'une maison les deux principales décisions à prendre. Dans les lieux bruyants, la protection contre le bruit est également un critère à considérer.

Beaucoup de caractéristiques de qualité des fenêtres sont définies par des normes; le client peut ainsi, notamment chez un fournisseur sérieux, opter pour un produit conforme à celles-ci. Les questions qui restent alors à se poser sont les suivantes: quel matériau de cadre choisir? Ou encore: quel standard de fenêtre permet aujourd'hui d'assurer une protection thermique efficace?

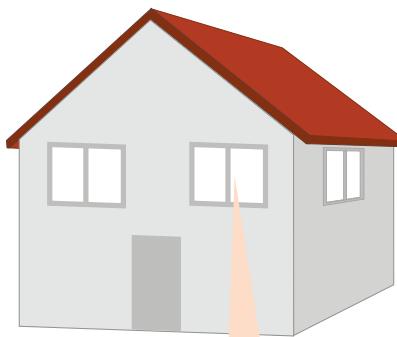
Le standard a plus d'influence que le matériau

Le prix des fenêtres est déterminé par le matériau du châssis et, encore davantage, par le standard choisi, mais également par le bâtiment dans lequel sont montées les fenêtres. Pour les immeubles, les fenêtres sont nettement moins coûteuses que pour les maisons familiales, car les formats sont similaires. De même, un lot pour une maison familiale ou pour un lotissement contient un nombre bien plus important de fenêtres; l'effet de série permet de réduire le prix de chaque fenêtre.

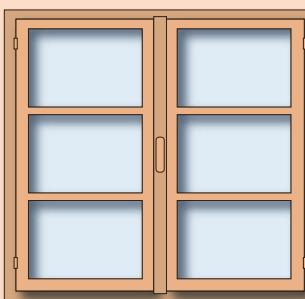
Anticipation

Lors du remplacement de ses fenêtres, il est impératif de se demander si cette mesure ne devrait pas être combinée à une isolation thermique du mur extérieur. En effet, cette solution présente de nombreux avantages:

- De nouvelles fenêtres mettent un terme au renouvellement de l'air; dans de nombreux logements, cela induit un excès d'humidité. Il en résulte un risque accru



La fenêtre est un élément essentiel au confort de vie et de travail.



de formation d'eau de condensation sur la surface intérieure des murs extérieurs non isolés. Cette eau de condensation peut entraîner le développement de moisissures sur les murs extérieurs non isolés. Si des moisissures apparaissent malgré une aération régulière, seule une isolation des murs extérieurs permettra de couper court au problème.

- Si le remplacement des fenêtres s'accompagne d'une isolation extérieure de la façade, les fenêtres doivent être montées dans le plan de l'isolant. Les embrasures nus des niches de fenêtres se trouveront ainsi à l'intérieur de la pièce et seront ainsi mieux protégés.

- La combinaison de mesures constructives permet généralement de réaliser des économies.

Châssis

Les fabricants de fenêtres distinguent quatre types de châssis:

- les fenêtres en bois
- les fenêtres bois-métal «classiques»: des fenêtres en bois avec fenêtre métallique appliquée en doublage sur l'extérieur
- les fenêtres bois-métal «light»: des fenêtres en bois avec des segments extérieurs de châssis en métal
- les fenêtres en matière synthétique: en règle générale, dotées d'un cœur en acier pour améliorer leur solidité

Bois-métal classique

Les fenêtres bois-métal sont plus chères que les autres types de fenêtres et sont souvent utilisées dans les maisons familiales et les logements en copropriété.

Dans le mode de fabrication classique, le châssis extérieur préfabriqué en aluminium est monté sur le châssis porteur en bois. Le châssis métallique protège la fenêtre des intempéries et du soleil, ce qui constitue un avantage essentiel des fenêtres bois-métal. Pour des raisons d'esthétique et à cause de l'isolation thermique extérieure, les fenêtres sont aujourd'hui montées davantage vers l'extérieur qu'auparavant. On ne perçoit plus de «renflements de fenêtres» sur les façades et les fenêtres sont davantage exposées aux intempéries et au soleil. La couche d'aluminium protectrice garantit une durée de vie élevée et des frais d'entretien relativement bas.

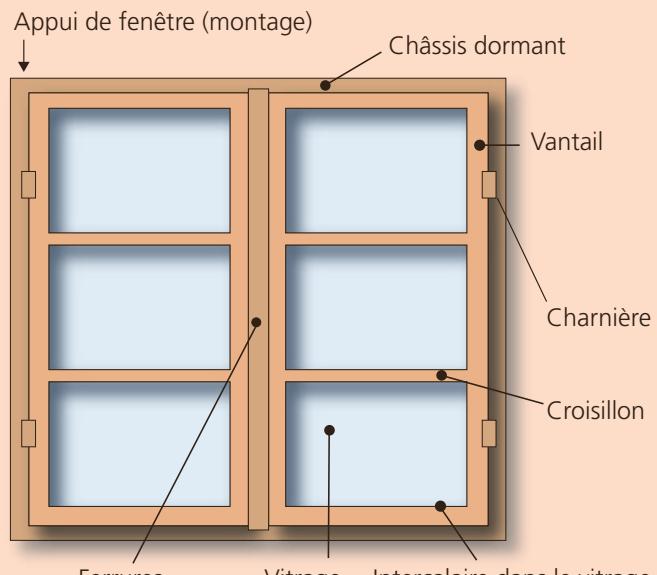
Bois-métal light

Dans la version light de la fenêtre bois-métal, les parties métalliques extérieures sont fixées individuellement sur le châssis dormant et sur le vantail. Les avantages de ce mode de fabrication s'entendent avant tout en termes de coût: la version «light» est environ 10 à 20 % moins chère que la version classique de la fenêtre bois-métal.

Bois, métal, matière synthétique – les matériaux des fenêtres offrent un large choix.



Les principaux éléments de la fenêtre



Les fenêtres sont un élément essentiel dans un ménage sain et confortable, non seulement pour des raisons de physiologie de l'habitat, mais également pour des raisons énergétiques et de physique du bâtiment.

Matière synthétique

Les fenêtres en matière synthétique sont 20 à 30 % moins chères que les fenêtres bois-métal classiques. Elles sont fabriquées en polychlorure de vinyle (PVC rigide) et sont équipées, dans le châssis dormant et dans le vantail, d'un cœur en acier, en règle générale un tube rectangulaire. Ce cœur garantit la stabilité mais favorise également les ponts thermiques si le profil en acier n'est pas suffisamment séparé en termes de construction.

Bois

Les fenêtres en bois pur sont plus chères que les fenêtres en matière synthétique mais moins chères que les fenêtres bois-métal. Elles sont relativement exigeantes en termes d'entretien, notamment au niveau des endroits très exposés, par exemple sur les façades exposées à l'ouest sans auvent (en raison des rayons du soleil) ou du côté sud. Sur le plan écologique, les fenêtres en bois sont naturellement les grandes gagnantes, notamment vis-à-vis de la mise au rebut, car aucun matériau de liaison n'a été utilisé pour leur fabrication (ces matériaux ne peuvent ensuite plus être retirés).

Fenêtres de rénovation

Lorsque seuls les vitrages sont remplacés, les fenêtres de rénovation représentent une alternative intéressante. Elles sont directement installées sur l'ancien châssis dormant, ce qui évite d'avoir à entreprendre des travaux de maçonnerie et de peinture. Pour une perspective à long terme, les fenêtres de rénovation sont toutefois peu appropriées car l'ancien châssis présente de mauvaises propriétés en termes de matériau et d'isolation thermique.

Vitrage

Les principaux facteurs d'influence de la qualité du vitrage sont:

- le nombre de vitres
- le revêtement des vitres
- le remplissage en gaz inerte de l'espace entre les vitres
- la composition de l'intercalaire
- le facteur de transmission solaire (pour la récupération de la chaleur solaire)

Nombre de vitres

Les vitrages des fenêtres se composent aujourd'hui presque exclusivement de trois couches de verre flotté (d'une épaisseur de 4 mm en général) reliées fixement entre elles à une distance définie (en général 10 à 16 mm). Les doubles vitrages ne sont quasiment plus installés.

Revêtement des vitres

La valeur U d'un vitrage dépend entre autres de l'importance de l'échange de rayonnement entre les vitres individuelles. C'est pourquoi on applique sur une (standard) ou deux des surfaces intérieures des vitres un revêtement transparent. Celui-ci

réduit le rayonnement de chaleur bien plus que les surfaces normales des vitres.

Remplissage en gaz inerte

Les vitrages sont aujourd'hui majoritairement remplis d'argon (90 % d'argon, 10 % d'air). Krypton et Xénon sont excessivement chers, ce qui est, entre autres choses, dû à leurs nombreuses autres applications.

Intercalaire

Au niveau de leur bord extérieur, les vitres sont séparées par des intercalaires et sont isolées de façon étanche au moyen d'un joint. La composition des intercalaires a une influence primordiale sur les coefficients d'isolation thermique du vitrage (ponts thermiques!). Les intercalaires en aluminium fréquemment utilisés sont peu efficaces sur le plan énergétique, tandis que les constructions en acier inoxydable sont plus performantes et que celles en matière synthétique sont encore meilleures.

Transmission de rayonnement

La fenêtre doit protéger la pièce des déperditions de chaleur sans empêcher la pénétration des rayons du soleil. Cela permet, sur une année, de couvrir 20 à 40 % des déperditions d'énergie. Les spécialistes évaluent cette propriété de la fenêtre à l'aide du degré de perméabilité énergétique. De bons triples vitrages présentent un degré de perméabilité d'au moins 50 % (0,5).

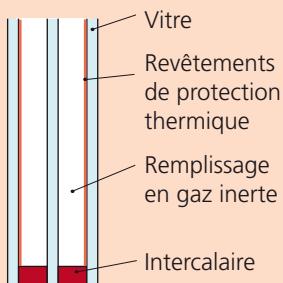
Condensat

Deux endroits de la fenêtre sont susceptibles de voir se former de l'eau de condensation: au niveau de l'intercalaire et dans l'espace entre le vantail et le châssis dormant. Dans les deux cas, cela peut être évité en optant pour des fenêtres dotées d'un intercalaire en acier inoxydable ou en matière synthétique et de deux joints (à l'extérieur et à l'intérieur).

Protection thermique

La valeur U (coefficients de transmission thermique) quantifie la déperdition de chaleur à travers une fenêtre en watt par m² de surface de fenêtre et par degré de différence de température entre l'intérieur et l'exté-

Triple vitrage conventionnel



Le triple vitrage avec deux revêtements isolants permet de très bonnes valeurs d'isolation.

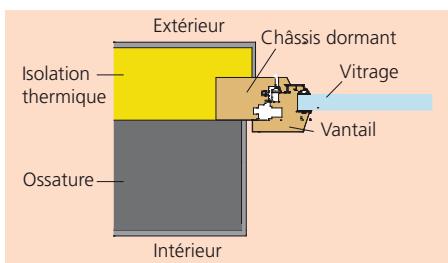
rieur ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$). La déperdition totale se compose des déperditions de chaleur à travers le châssis et le vitrage ainsi que des déperditions au niveau du bord des vitres et de l'appui de fenêtre pour le montage de la fenêtre. Une bonne fenêtre est optimisée en tenant compte de tous ces points faibles.

○ Châssis: le matériau, l'épaisseur du châssis et sa structure sont choisis de manière à ce que la valeur U du châssis soit faible.

○ Vitrage: l'échange de rayonnement entre les vitres est le facteur d'influence premier pour la déperdition par le vitrage.

○ Bord des vitres: les déperditions au niveau du bord des vitres peuvent être nettement réduites avec des intercalaires en acier inoxydable ou idéalement en matière

Section horizontale à travers une paroi et une fenêtre: très bon positionnement de la fenêtre dans l'embrasure de la paroi extérieure. Le châssis dormant est surisolé à l'extérieur et l'embrasure est également protégée.



synthétique. En outre, un petit nombre de grandes fenêtres vaut mieux qu'un grand nombre de petites fenêtres.

○ Montage: fenêtres doivent si possible être montées dans le plan de l'isolant.

Le standard est le triple vitrage

Pour de bonnes fenêtres, n'entrent en ligne de compte que les vitrages avec trois vitres et une valeur U de $0,7 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$. Les joints des bords de vitre devraient être en acier inoxydable ou en matière synthétique et non pas en aluminium.

Ma fenêtre est-elle correctement installée?

La couche de protection thermique d'une vitre de fenêtre n'est efficace que si le bon côté de la vitre donne sur l'extérieur. Cela peut se vérifier très simplement à l'aide d'un briquet: chaque vitre réfléchit deux fois la lumière de la flamme. La vitre non revêtue réfléchit la flamme en blanc, tandis que celle-ci apparaît colorée sur le revêtement (généralement dans les tons rouges ou jaunes). Le revêtement thermique doit être appliqué au minimum sur la deuxième surface de vitre, vu de l'intérieur du bâtiment. La deuxième flamme réfléchie doit ainsi être colorée.

Comparaison de quatre vitrages				
Type de fenêtre	Ancien double vitrage	Nouvelle fenêtre standard	Fenêtre Minergie	Fenêtre Minergie-P
Déperdition de chaleur en watt par m^2 et par degré de différence de température	3 watts	1,0 watt 0,7 watt	1 watt 0,7 watt	0,8 watt 0,6 watt
Consommation de mazout dans une maison familiale avec 40 m^2 de fenêtres	1000 litres	340 litres	340 litres	270 litres
Coûts du mazout pour un prix du mazout à 120 Fr./100 litres	Fr. 1200 100 %	Fr. 410 34 %	Fr. 410 34 %	Fr. 320 27 %
	Economie Fr. 800 par an ↑			

Fenêtres – les standards				
Valeurs U				
	Fenêtre standard Pour les constructions nouvelles, les modèles de prescriptions énergétiques des cantons exigent des fenêtres présentant des valeurs de transmission de chaleur de $1,0 \text{ watt}$ par m^2 et par degré de différence de température, et de $1,3 \text{ watt}$ pour les transformations.		Fenêtre Minergie Module certifié avec triple vitrage. Outre la protection thermique, de nombreux autres critères de qualité sont nécessaires pour obtenir le label. www.minergie.ch	

Les fenêtres «Topfenster» présentent une qualité similaire à celles des fenêtres Minergie-P. Ces produits de haute technologie sont en outre optimisés pour l'exploitation de la lumière du jour et des gains solaires.

Protection contre le bruit

Une fenêtre standard apporte une différence de niveau sonore de 32 dB (A). Pour les logements situés sur des rues bruyantes, cette isolation phonique est insuffisante. Le niveau requis de protection contre le bruit dépend en principe de la source de bruit; généralement, on installe dans des endroits bruyants des fenêtres à 38 dB (A). Les fenêtres antibruit n'ont une utilité que dans les bâtiments les plus bruyants. En effet, ces produits sont environ 10 pour cent plus chers que les fenêtres traditionnelles offrant une protection thermique. En outre, elles sont plus lourdes et plus épaisses. Car pour réduire la transmission des ondes sonores, l'espace intermédiaire entre les vitres doit être de 16 mm au minimum. En général, la vitre est plus épaisse que les 4 mm traditionnels et peut présenter une épaisseur de 8 mm. Pour de bonnes fenêtres, n'entrent en ligne de compte que les vitrages avec trois vitres et une valeur U de 0,7 W/m² K. Les joints des bords de vitre devraient être

en acier inoxydable ou en matière synthétique et non pas en aluminium. Malheureusement, la fenêtre n'est souvent pas le véritable point faible de l'enveloppe d'un bâtiment. Les ponts phoniques sont, outre les fenêtres et les portes, les caissons de volets roulants ainsi que les constructions de toiture défectueuses. Des fenêtres offrant une réduction du niveau sonore de 50 dB sont techniquement faisables, mais nettement plus onéreuses. Et pour les endroits particulièrement bruyants, le Fonds bruit contribue à la rénovation.

Procédure

- Demander des offres auprès de trois entreprises: elles doivent être faites en tenant compte des exigences minimales et des souhaits particuliers du maître d'ouvrage.
- Choix des fournisseurs et commande dans le strict respect des critères de qualité tels que décrits dans l'offre.

Liste de contrôle

Protection thermique

- Déterminer si une rénovation de la façade est possible.
- Recommandation: fenêtres Minergie
- Un petit nombre de grandes fenêtres vaut mieux qu'un grand nombre de petites fenêtres.
- Grande proportion de vitres (le vitrage isole mieux que le châssis).
- Vitrage de qualité: faible valeur U, intercalaire en acier inoxydable ou en matière synthétique, coefficient de transmission de rayonnement énergétique élevé
- Châssis à faible valeur U
- Si possible, fenêtres intégrées dans le plan de l'isolant.
- Attention à la technique d'appui (pas de défaut d'alignement, utilisation de thermostops).

Protection contre le bruit

- Protection contre le bruit sur les rues bruyantes et à proximité d'aéroports au minimum 37 dB
- Demander l'attestation de protection phonique

Autres critères de qualité

- Pluie battante: classe 9a selon la norme européenne
- Etanchéité à l'air: classe 4 selon la norme européenne
- Optique: profils minces, partie médiane inférieure à 110 mm (jusqu'au double vitrage)
- Haute perméabilité à la lumière
- Sécurité contre effractions et accidents: ferrures solides (fermant à clé impérativement), verre de sécurité feuilleté (VSF)

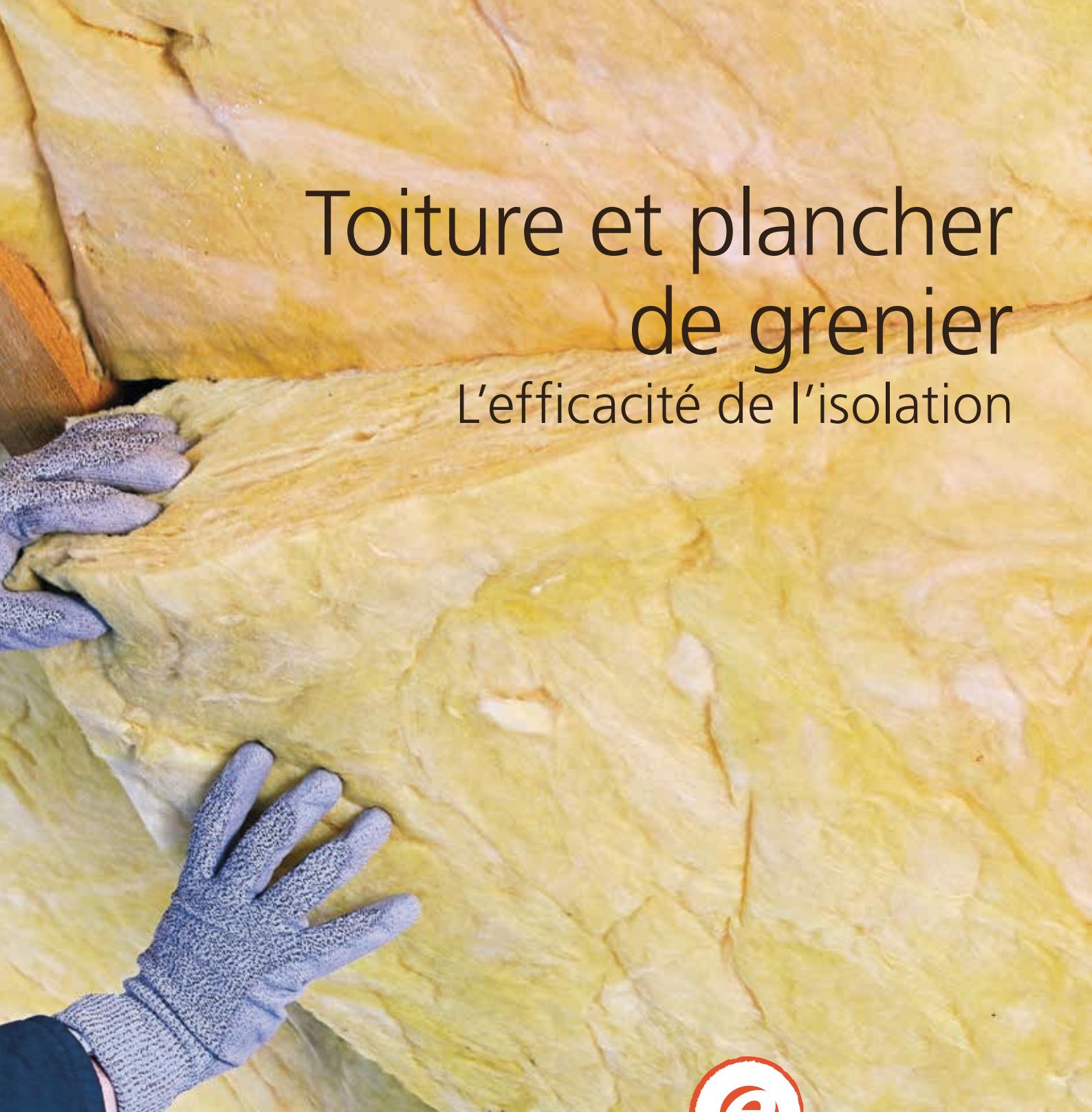
Combinaison de l'isolation thermique et phonique



La construction combine de bonnes valeurs d'isolation phonique et thermique (42 dB (A) et 0,7 watt par m² degré). Graphique: FaJ

Protection phonique des vitrages

Valeur d'isolation phonique Vitrage	Gamme d'application
30 à 32 dB (A)	Pour des fenêtres avec exigences usuelles
35 à 37 dB (A)	Pour des fenêtres à des endroits bruyants
40 à 42 dB (A)	Pour des fenêtres avec exigences maximales (cas spéciaux)



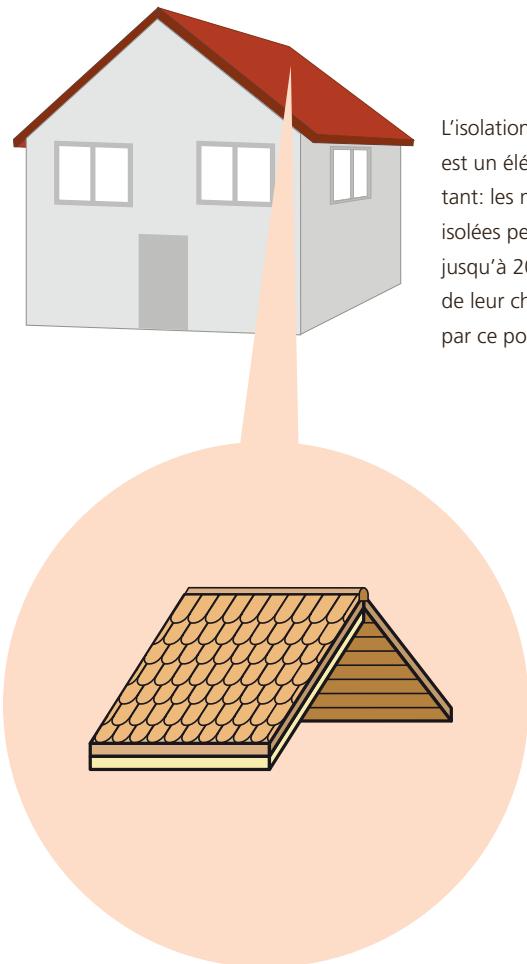
Toiture et plancher de grenier

L'efficacité de l'isolation



Isoler la toiture ou les combles

L'isolation d'une toiture ne permet pas seulement de réaliser des économies sur les frais de chauffage. Elle permet également d'accroître le confort de vie. En effet, on observe souvent l'été, sous les toits non isolés, une accumulation de chaleur qui ne va pas sans induire des températures bien trop élevées pour être agréables dans les étages supérieurs. En hiver, à l'inverse, les combles peuvent se refroidir fortement. Etant donné que l'air chaud monte dans la maison, ce sont des quantités considérables de chaleur qui sont perdues par le toit. L'air chaud montant toujours de la même manière dans la partie supérieure de la maison, les étages inférieurs peuvent se refroidir de façon très inconfortable. Les toitures ou planchers de greniers bien isolés assurent ainsi un meilleur confort thermique. On différencie en général deux types de toitures: les toitures en pente et les toitures plates. Le type d'isolation thermique est fondamentalement différent selon le type de toiture et les matériaux d'isolation ne sont pas non plus les mêmes selon les cas.



Isolation du plancher du grenier

Une isolation du plancher du grenier plutôt que de la toiture toute entière constitue souvent une solution moins coûteuse et suffisamment efficace sur le plan thermique. Cependant, le grenier reste alors froid et ne peut pas être utilisé comme pièce d'habitation. Des panneaux isolants appropriés et un revêtement de sol résistant au piétinement permettent malgré tout de continuer à utiliser le grenier comme espace de rangement. Un pare-vapeur empêche que l'humidité de l'air provenant de l'intérieur du bâtiment ne se condense dans le matériau isolant ou dans le grenier froid. Pour les planchers de greniers, les spécialistes recommandent des panneaux isolants d'une épaisseur d'au moins 18 centimètres. En outre, les portes d'accès au grenier doivent elles aussi présenter de bonnes valeurs d'isolation thermique, quitte à être remplacées.

Isolation thermique recommandée pour les toitures en pente (rénovations)

	Loi sur l'énergie	Minergie*	Minergie-P
Application	Pour les constructions «conformes aux prescriptions» (minimum)	Généralement pour les rénovations avec une perspective à 30 ans (2040)	Pour les constructions de la Société à 2000 watts
Valeur U	0,25 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,10 W/m ² K
* Toiture module Minergie:			0,15 W/m ² K

Toitures en pente

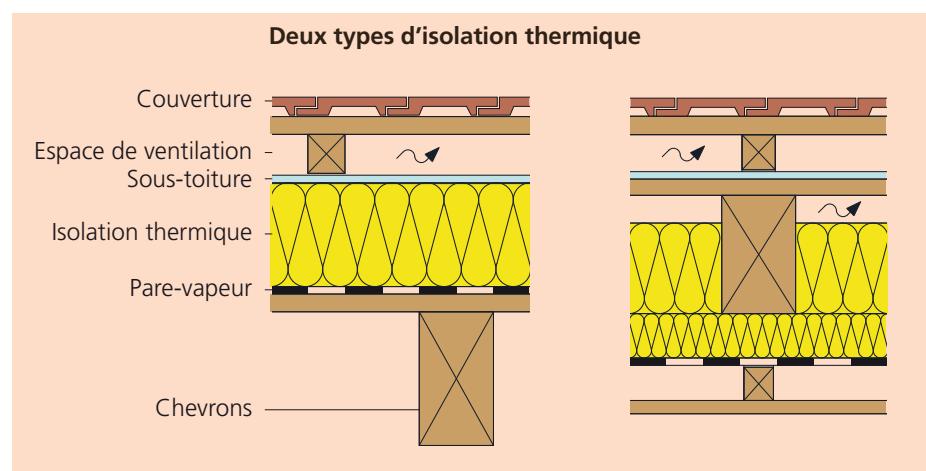
Les toitures en pente de bâtiments relativement anciens ne sont souvent pas équipées d'une sous-toiture. Ce défaut a pour conséquence qu'en cas de pluie et de neige alliées à un fort vent latéral, de l'eau s'infiltra entre les tuiles et s'écoule à l'intérieur de la maison. Une nouvelle isolation thermique seule ne permet pas de résoudre ce problème. Au contraire: cela ne fait que recouvrir le défaut et l'on ne remarque plus les infiltrations d'eau. Seule une sous-toiture installée conjointement avec l'isolation thermique permet d'empêcher l'eau et la neige de s'infiltrer. Si les combles sont suffisamment hauts, elles peuvent être utilisées comme pièce habitable une fois ces mesures mises en œuvre. Sur les toitures en pente, on peut installer des panneaux isolants entre les chevrons, de l'intérieur. Les chevrons eux-mêmes agissent toutefois comme des ponts thermiques et doivent également être recou-

verts d'une couche d'isolant supplémentaire côté pièce.

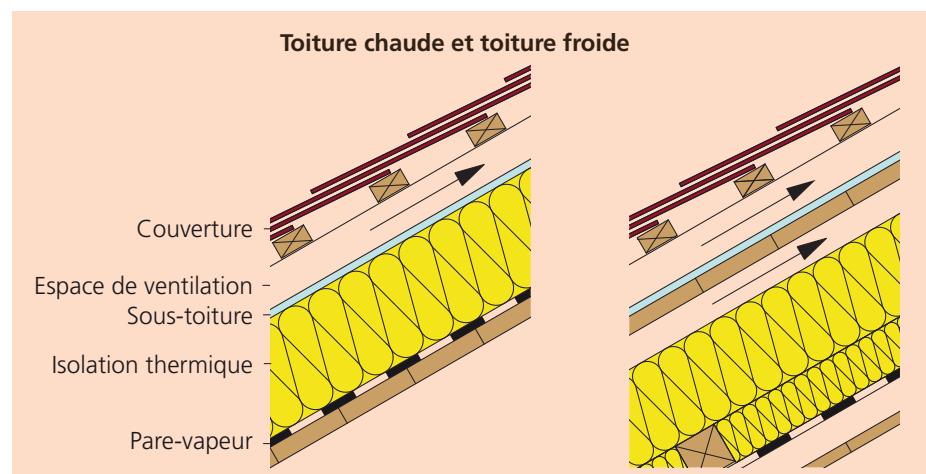
L'isolation doit ainsi être disposée entre et en dessous des chevrons. Les travaux de rénovation peuvent ainsi être réalisés en toute saison, indépendamment des conditions météorologiques.

Si la couverture est en mauvais état, il est recommandé de rénover la toiture et de positionner dans ce cas l'isolation thermique entre les chevrons et au-dessus de ceux-ci. L'isolation est ainsi ininterrompue et de la même épaisseur partout. Elle présente un minimum de ponts thermiques. Pour les toitures en pente, les spécialistes recommandent des épaisseurs d'isolation d'au moins 18 cm.

Que la toiture en pente soit isolée entre ou au-dessus des chevrons, il existe deux différents types de construction: les toitures froides et les toitures chaudes. Elles se différencient par le nombre de leurs espaces de ventilation. La toiture chaude ne pos-



Les toitures en pente peuvent être isolées de deux manières: au-dessus des chevrons (à gauche) ou entre et en dessous des chevrons (à droite).



Deux types de constructions: la toiture chaude (à gauche) ne possède qu'un seul espace de ventilation, tandis que la toiture froide (à droite) en possède également un deuxième entre la sous-toiture et la couche d'isolation thermique.

sède qu'un seul espace de ventilation entre la couverture et la sous-toiture. Dans cette configuration, la sous-toiture doit être perméable à la vapeur.

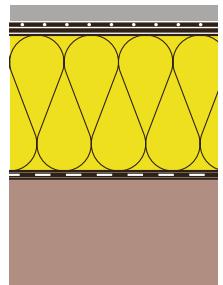
La toiture froide présente, outre l'espace de ventilation entre la couverture et la sous-toiture, également un second espace entre la sous-toiture et la couche d'isolation thermique. Pour garantir une bonne ventilation, le deuxième espace de ventilation doit posséder une entrée d'air par le bas dans la zone de la gouttière et une sortie d'air par le haut au niveau du faîte.

Le type de sous-toiture et la forme du toit ont une influence décisive sur la configuration choisie pour l'optimisation thermique. Si la sous-toiture n'est pas perméable à la vapeur, la toiture doit être construite comme une toiture froide.

Toitures plates

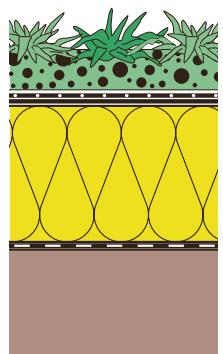
De nombreuses toitures plates relativement anciennes ne sont pas suffisamment isolées. Il est généralement facile d'y remédier sans influer sur l'architecture. Cependant,

les toitures plates ne sont souvent rénovées que lorsque l'étanchéité fait défaut et que de l'eau s'infiltra à l'intérieur de la maison. Lorsqu'une isolation thermique préexistante est mouillée, elle doit être remplacée. Il est ainsi recommandé de prévenir ces dommages en procédant à une rénovation. Une toiture plate doit alors être isolée avec une couche d'isolant d'au moins 20 cm.



Couche d'usage, couche de protection

Si la toiture plate n'a pas besoin d'être utilisée, elle est alors la plupart du temps pourvue d'une couche de protection en gravier ou d'un engazonnement. Si la toiture est utilisée comme terrasse, une couche d'usage résistante au piétinement (dalles de pierre ou de béton, lattes de bois, etc.) doit protéger l'isolation située en dessous contre la pression et autres actions mécaniques.



En haut: toiture plate avec couche d'usage.
En bas: toiture plate avec couche de protection

Isolation thermique recommandée pour les toitures plates (rénovations)

	Loi sur l'énergie	Minergie	Minergie-P
Application	Pour les constructions «conformes aux prescriptions» (minimum)	Généralement pour les rénovations avec une perspective à 30 ans	Pour les constructions de la Société à 2000 watts
Valeur U	0,25 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,10 W/m ² K

Liste de contrôle

Protection thermique

- Toiture en pente: l'isolation entre et en dessous des chevrons suffit-elle ou faut-il effectuer une rénovation de la toiture avec une isolation au-dessus des chevrons?
- Toiture plate: déterminer si la toiture doit être utilisable comme terrasse (donc recouverte d'un revêtement résistant au piétinement).
- Recommandation: au minimum 18 centimètres d'isolant pour les toitures en pente et au minimum 20 centimètres d'isolant pour les toitures plates.

Planification

- Eviter les ponts thermiques (attention aux chevrons et poutres sur les toitures en pente, aux gouttières et aux éléments sur toiture tels que les cheminées et les conduits d'extraction d'air).
- Pour les toitures plates: l'eau s'écoule-t-elle correctement? On peut sinon utiliser des panneaux isolants avec pente.
- En cas de réfection de la couverture d'une toiture en pente: déterminer si l'on opte pour une toiture froide ou pour une toiture chaude.
- En cas d'isolation du plancher du grenier: protéger l'isolation par un revêtement résistant au piétinement.

Systèmes de chauffage

Choix du mode approprié



suisseénergie

The logo for suisseénergie features a stylized red 'e' character enclosed within a white circle. To the right of the circle, the word 'suisseénergie' is written in a lowercase, sans-serif font.

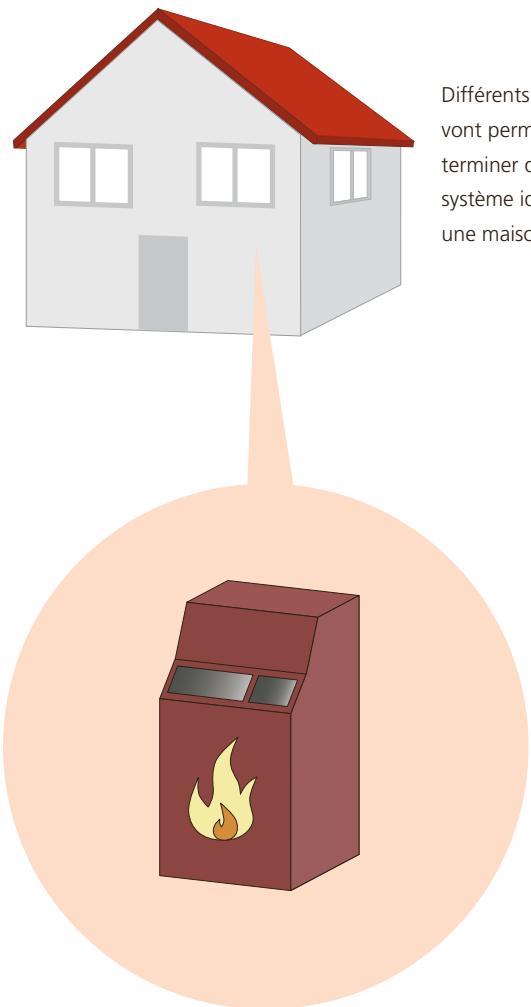
Systèmes de chauffage

Si vous devez changer votre installation de chauffage, profitez-en pour rénover l'enveloppe extérieure de votre maison. En effet, une meilleure isolation thermique et des fenêtres plus étanches vous permettront d'économiser jusqu'à 60 pour cent des frais de chauffage.

Electricité, mazout, gaz naturel et bois: voici les agents énergétiques les plus courants dans les systèmes de chauffage. En complément, l'utilisation du soleil comme source d'énergie écologique et économique se généralise, que ce soit pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour le préchauffage de l'eau de chauffage. Les systèmes de chauffage utilisant des énergies renouvelables s'imposent aujourd'hui non seulement dans les constructions nouvelles, mais également dans les rénovations. Bien entendu, opter pour une pompe à chaleur, un chauffage au bois ou des panneaux solaires implique des coûts d'investissement non négligeables, mais les coûts d'exploitation, eux, sont nettement réduits. Les services de l'énergie et les associations environnementales recommandent toutefois la chose suivante: si vous devez changer votre installation de chauffage, profitez-en pour rénover l'enveloppe extérieure de votre maison. En effet, une meilleure isolation thermique et des fenêtres plus étanches vous permettront d'économiser jusqu'à 60 pour cent des frais de chauffage. Le nouveau chauffage peut alors être dimensionné nettement plus petit et le choix d'une énergie renouvelable s'avère réellement profitable sur le long terme, non seulement pour l'environnement, mais également pour votre porte-monnaie.

Bénéfice immédiat ou durabilité?

Une chose est sûre: à l'avenir, l'énergie sera de plus en plus chère. Une rénovation globale (même par étapes) est ainsi généralement plus rentable sur la totalité de la période d'exploitation. Car si l'on se contente de remédier au jour le jour aux défauts les plus urgents dans sa maison, on se retrouve non seulement avec des travaux à réaliser



Différents facteurs vont permettre de déterminer quel est le système idéal pour une maison.

Cinq critères pour votre chauffage

- Impact sur l'environnement: émissions de CO₂ et de polluants?
- Coûts: à combien s'élèvent les coûts totaux d'investissement, de maintenance et de l'énergie?
- La configuration des lieux et les conditions de construction sont-elles compatibles avec la solution envisagée?
- Sécurité d'approvisionnement: la fourniture de l'énergie choisie est-elle garantie sur le long terme?
- Sécurité d'exploitation: le potentiel de dérangements est-il important ou faible?

en permanence, mais également avec des frais de chauffage élevés. C'est pourquoi il est recommandé d'opter pour un chauffage utilisant des énergies renouvelables. Tous les propriétaires fonciers ne rénoveront toutefois pas toute leur maison en raison d'un chauffage au mazout défectueux. Souvent, la protection de l'environnement et la préservation de son bien sur le long terme ne font pas le poids face à un remplacement le moins onéreux possible. Un simple remplacement du chauffage au mazout est souvent l'option la moins coûteuse à court terme. Et, si tant est que la maison peut être raccordée sans trop de difficulté au réseau de gaz, une chaudière à gaz est généralement encore plus avantageuse. En outre, un chauffage au gaz ne nécessite aucun espace de stockage pour le combustible, et produit moins de CO₂ et de particules fines qu'un chauffage au mazout.

Aperçu des différents systèmes de chauffage

Mazout et gaz naturel

Même sans opter pour une énergie renouvelable, il est aujourd'hui possible de faire quelque chose pour l'environnement en faisant installer une chaudière ayant un rendement le plus élevé possible. Lors de l'installation dans la maison, il convient de veiller à ce que le système d'émission de chaleur permette un fonctionnement à de basses températures de chauffage (chauffage au sol), afin d'utiliser l'effet de la condensation. Les chaudières doivent être dimensionnées au plus juste en termes de puissance, afin d'éviter les pertes à l'arrêt (enclenchements et déclenchements incessants pour les installations trop grosses).

Chauffage au bois

Le chauffage au bois est neutre en termes d'impact sur l'environnement. Le CO₂ rejeté est de nouveau fixé lorsque de nouveaux arbres poussent. En outre, le bois de chauffage peut être prélevé dans le voisinage. Toutefois, les chauffages au bois polluent davantage l'air par des oxydes d'azote et des particules fines que les

chauffages au mazout ou au gaz. Depuis 2008, l'Ordonnance sur la protection de l'air s'applique ainsi également aux chauffages au bois d'une puissance inférieure à 70 kW, c'est-à-dire ceux des maisons familiales. Les chauffages au bois fonctionnent avec des bûches, des plaquettes ou des granulés.

Pompe à chaleur

Une pompe à chaleur fonctionne comme un réfrigérateur inversé. Elle préleve dans l'environnement (sol, eau ou air) de l'énergie calorifique. Cela s'effectue par évaporation puis condensation d'un fluide caloprotateur tel que par exemple du propane ou du dioxyde de carbone. Les coûts d'investissement des pompes à chaleur sont certes relativement élevés, mais leur exploitation est très économique. Avec la quantité d'électricité consommée, les pompes à chaleur gagnent environ le double voire le quadruple en énergie calorifique, parfois même davantage. Un bon rendement dépend essentiellement, outre d'une basse température de

Garanties de performance

Souvent, les coûts représentent le point décisif dans le choix du système de chauffage. Cela n'est cependant pertinent que si les performances de ces systèmes sont comparables. Les garanties de performance de l'Office fédéral de l'énergie permettent de réaliser une telle comparaison. Elles constituent un cahier des charges défini pour toutes les catégories de chauffages. La garantie de performance concerne le module lui-même ainsi que diverses performances telles que le mode de fonctionnement de la production d'eau chaude, la mise en service et l'instruction aux utilisateurs. www.garantie-de-performance.ch

Respect de l'environnement: certains s'en tirent mieux

Même les énergies renouvelables sont difficiles à classer de manière univoque en fonction de leur impact sur l'environnement. Ainsi, pour les anciens chauffages au bois, persiste le problème des émissions de particules fines et d'oxydes d'azote. Quant à l'impact sur l'environnement d'une pompe à chaleur, cela dépend également de son efficacité et de la provenance du courant électrique qu'elle consomme. Celui-ci peut provenir de sources d'énergie renouvelables mais également de centrales nucléaires, à gaz ou à charbon. Les capteurs solaires sont le seul système fonctionnant sans émission et quasiment sans apport de courant, mais ils ne suffisent pas à couvrir la totalité du besoin en énergie d'un bâtiment.

chauffage (chauffage au sol), de la source de chaleur choisie: les pompes à chaleur sol-eau, fonctionnant par le biais d'une sonde géothermique, sont certes plus coûteuses, mais nécessitent également 30 pour cent de courant en moins que les pompes à chaleur air-eau.

Energie solaire

L'élément central d'un capteur solaire est l'absorbeur, un corps métallique noir traversé par des tuyaux remplis d'eau mélangée à de l'antigel qui recueille la chaleur solaire et la restitue au réservoir d'eau via un échangeur de chaleur. L'énergie solaire permet de couvrir uniquement une partie du besoin en chaleur pour la production d'eau chaude et le chauffage, et n'est pas toujours disponible selon les conditions météorologiques. Un générateur de chaleur supplémentaire est ainsi indispensable.

Liste de contrôle

Système de chauffage

- Si possible, opter pour un agent énergétique renouvelable.
- Ne pas dimensionner le chauffage plus grand que nécessaire.
- La configuration des lieux et les conditions de construction sont-elles compatibles avec la solution envisagée?

Planification

- Le dimensionnement du nouveau chauffage est-il adapté aux autres mesures de rénovation éventuelles?
- Eventuellement opter pour une rénovation avec chauffage au sol (meilleur rendement du chauffage car une température de chauffage plus basse est possible).
- Est-il intéressant d'installer des capteurs solaires pour la production d'eau chaude?
- Recommandation: en cas d'installation d'une pompe à chaleur ou d'un chauffage au gaz, aucun espace de stockage pour le combustible n'est nécessaire.

	Impact sur l'environnement	Agent énergétique	Technique de chauffage	Avantages	Inconvénients	Eau chaude
Baisse tendancielle des émissions de CO ₂	Energies non renouvelables	Mazout	Chaudière murale ou au sol à condensation	○ Faibles coûts d'investissement	○ Emissions de CO ₂ ○ Encombrement de la citerne	Une installation solaire compacte est très avantageuse. Degré de couverture: 50 %
		Gaz naturel	Chaudière murale ou au sol modulante à condensation. A partir de 2010: pile à combustible	○ Faibles coûts d'investissement ○ Aucun espace nécessaire pour le combustible	○ Emissions de CO ₂ (moins importantes qu'avec le mazout)	
	Energies renouvelables	Pompe à chaleur (électricité)	Pompe à chaleur air-eau	○ Quasi neutre en termes de CO ₂ ○ Fonctionnement simple ○ Faible encombrement	○ Coûts d'investissement	Une installation solaire compacte est parfois avantageuse. Production d'eau chaude par la pompe à chaleur
			Pompe à chaleur avec sonde géothermique			
		Bois	Chaudière à granulés	○ Neutre en termes de CO ₂	○ Particules fines, NO _x	Une installation solaire compacte est avantageuse
			Chaudière à bûches	○ Ressource renouvelable et locale	○ Espace nécessaire pour le combustible ○ Coûts d'investissement	
	Chauffage solaire		Chaudière à plaquettes Poêle			Production d'eau chaude par l'installation solaire

Energie solaire

Chaleur et électricité grâce au soleil

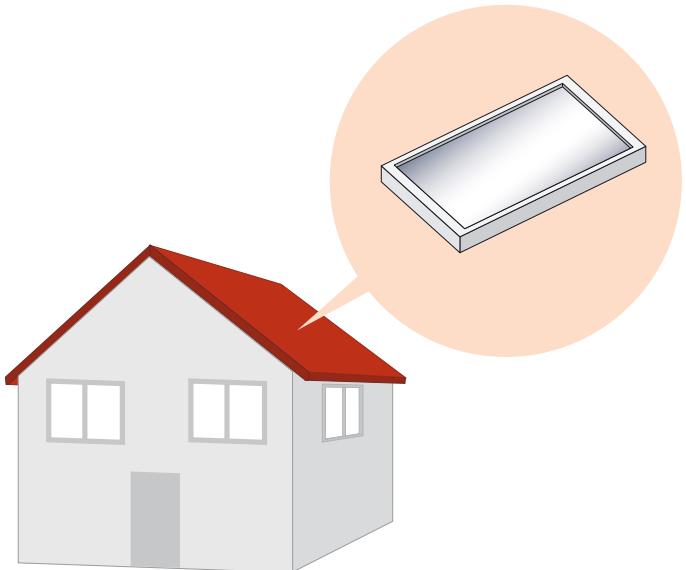


suisse énergie

Energie solaire

Capteurs solaires

Aujourd’hui, les capteurs solaires se banalisent de plus en plus. Les prix croissants de l’énergie et les incertitudes quant à l’approvisionnement futur en pétrole font de l’énergie solaire une alternative abordable. L’avantage des capteurs solaires est évident: un investissement unique, pour récupérer de l’énergie pendant 25 ans quasiment sans aucun frais d’entretien. Malgré ce que peuvent en dire les irréductibles sceptiques, les installations sont fiables et ne nécessitent quasiment aucun entretien. L’installation de la conduite entre le capteur solaire et le chauffe-eau est généralement aisée, même dans les constructions anciennes. Une cheminée mise hors service ou un conduit d’aération peuvent servir de passage pour la conduite. Si l’isolation est refaite à neuf, la conduite peut également être intégrée derrière la façade.



capteurs doivent présenter une inclinaison relativement forte. Si l’on préfère optimiser le rendement estival, l’inclinaison des capteurs doit être moins prononcée.

Un montage simple

Les installations compactes destinées à la production d’eau chaude présentent tout particulièrement un très bon rapport prix-performances. Avec une dimension de 4 à 6 m² pour les maisons familiales, les installations compactes ne posent généralement aucun problème architectural ou constructif et peuvent être intégrés sans dénaturer la vue. L’orientation optimale est de quelques degrés au sud-ouest. Des écarts allant jusqu’à 45 degrés vers l’est ou l’ouest réduisent les rendements de moins de 10 %. Si la situation est complexe en termes de permis de construire ou sur le plan technique, une installation compacte peut également être disposée dans un jardin ou sur un parvis, à condition que l’installation ne soit pas ombragée.

L’inclinaison des capteurs dépend des besoins d’utilisation: si l’on souhaite un plus grand rendement énergétique en hiver, les

L’énergie solaire remplace le mazout

Les systèmes combinés, qui chauffent l’eau sanitaire et préchauffent l’eau de chauffage, ont une dimension de 10 à 20 m² et couvrent 20 à 40 % du besoin en chaleur d’une maison familiale. Cela permet à son propriétaire d’économiser environ 600 litres de mazout par an. Les systèmes combinés sont toutefois plus complexes et plus chers que les systèmes compacts qui se contentent de chauffer l’eau sanitaire. Les capteurs solaires sont principalement utilisés pour chauffer l’eau sanitaire ou, sous forme d’installations combinées, pour préchauffer en supplément l’eau de chauffage. Les installations les plus rentables sont celles qui chauffent uniquement l’eau sanitaire. Elles représentent environ les deux tiers de toutes les installations réalisées en Suisse. Il s’agit la plupart du temps de capteurs vitrés.

La conduite entre le capteur solaire et le chauffe-eau peut avantageusement être intégrée dans des cheminées mises hors service et des conduits d'aération.

On compte entre 1 et 1,5 m² de surface de capteurs par personne.

Capteurs solaires plans

Les capteurs solaires plans se composent d'un absorbeur noir revêtu en métal, disposé dans un boîtier plat bien isolé. 1 à 1,5 m² de capteurs par personne permet de chauffer 50 à 60 % de l'eau d'un ménage. Les installations d'une surface de 4 à 6 m² représentent le standard pour une maison familiale. Pour chaque m² et en une année, ils fournissent environ 450 kilowattheures d'énergie. Les installations compactes pour les maisons familiales fournissent par conséquent jusqu'à 2 100 kWh d'énergie, ce qui correspond approximativement à 210 litres de mazout.

Capteurs tubulaires

Les capteurs sous vide obtiennent un gain jusqu'à 30 % supérieur à celui des capteurs plans. Ils se composent de tubes de verre sous vide fermés hermétiquement, disposés derrière un vitrage. Dans celui-ci se trouve l'absorbeur. Grâce au vide, les déperditions de chaleur sont nettement plus faibles que dans le cas des capteurs plans. En outre, les absorbeurs sont rotatifs et peuvent ainsi être inclinés de façon optimale en fonction du soleil. Les capteurs sous vide sont néanmoins plus chers que les capteurs plans.

En été, l'accumulateur d'eau chaude est chargé quasi exclusivement grâce aux capteurs solaires.

Electricité par photovoltaïque

L'énergie solaire permet non seulement de fournir de la chaleur, mais produit également de l'électricité. Le rayonnement solaire produit du courant électrique continu dans le matériau semi-conducteur des cellules solaires (appelées aussi cellules photovoltaïques). Plusieurs cellules solaires reliées entre elles composent un panneau solaire dont la surface est généralement de 0,5 m² à 2 m². Dans l'idéal, les panneaux solaires sont orientés sud et inclinés à 30 degrés. L'influence de ces deux points est toutefois relativement peu importante: des tests ont notamment montré qu'une ori-

Coûts et performances de capteurs solaires

Pour une installation compacte avec capteurs plans, on doit débourser environ 15 000 à 20 000 francs, installation comprise. Après déduction des subventions et crédits d'impôt, les coûts se montent à environ 12 000 à 18 000 francs. D'un point de vue purement mathématique, une installation solaire n'est pas amortie dans tous les cas en 20 à 25 ans d'exploitation. Cependant, si l'on suppose un doublement des prix de l'énergie dans ce laps de temps, l'installation s'avère rentable. Pour les immeubles d'habitation, les capteurs solaires destinés à la production d'eau chaude sanitaire sont déjà rentables aujourd'hui. En effet, leur coût est inférieur à celui des installations destinées aux maisons familiales, rapporté à l'énergie fournie.

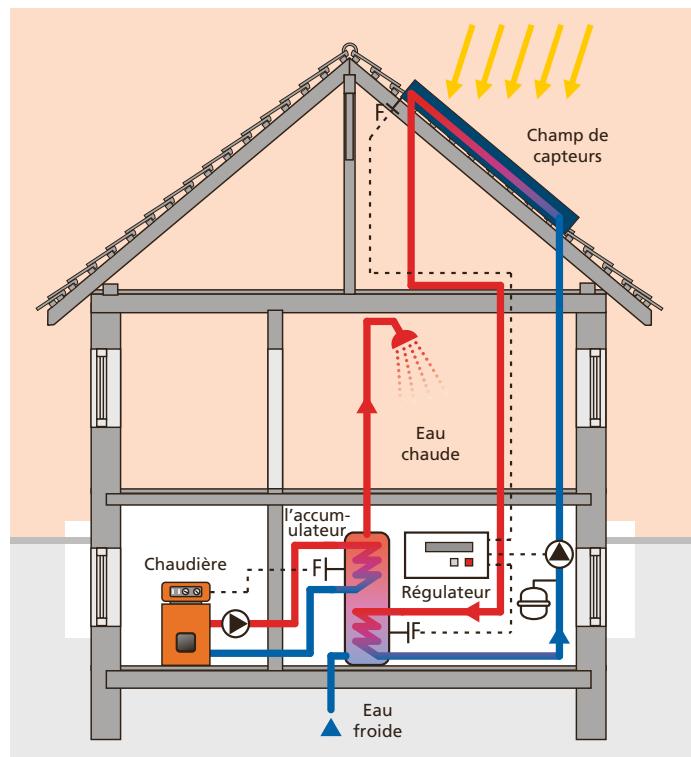
Liste de contrôle

Capteurs solaires

- L'installation doit être réalisée le plus simplement possible. Les installations simples sont plus rentables.
- Les installations complexes nécessitant de nombreux accessoires spéciaux nécessitent beaucoup d'entretien et sont davantage sujettes à réparation.

Planification

- Décision: les capteurs solaires doivent-ils uniquement produire l'eau chaude sanitaire ou également préchauffer l'eau de chauffage?
- Surface d'absorbeur pour la production d'eau chaude sanitaire: pour les maisons familiales: 1 à 1,5 m² par personne; pour les immeubles d'habitation: 0,5 à 1,0 m² par personne.
- Orientation optimale: quelques degrés au sud-ouest à sud-est.
- Inclinaison optimale: forte pente pour l'ECS, faible pente pour le chauffage d'appoint.
- Règles de construction: si les capteurs solaires ne peuvent pas être montés sur le toit, ils peuvent éventuellement être installés dans le jardin.



tation ouest entraîne seulement 15 % de perte. Il est néanmoins fondamental que les panneaux solaires ne soient pas ombrés par la présence d'arbres ou de bâtiments voisins. Dans de nombreux cas, la construction d'installations photovoltaïques nécessite un permis de construire. Celles et ceux qui ne peuvent pas disposer de leur propre installation photovoltaïque ont la possibilité d'acquérir de l'électricité solaire auprès d'un fournisseur d'électricité.

Deux types de cellules

Il existe deux types de cellules solaires: les cellules solaires cristallines et les cellules à couche mince. Les cellules cristallines se subdivisent en cellules monocristallines (bleu homogène ou anthracite) et en cellules polycristallines, ces dernières se présentant sous la forme de cristaux de la taille d'un ongle. Les cellules monocristallines ont un meilleur rendement que les cellules polycristallines, mais sont un peu plus chères. La production d'électricité au mètre carré se situe à env. 130 kWh/an en Suisse, selon l'emplacement et le rendement des cellules. A titre de comparaison: un ménage de quatre personnes consomme en moyenne 4000 kWh/an, ce qui correspond à environ 30 m² de cellules solaires. Leur rendement électrique par mètre carré en Suisse se situe entre 140 kWh/an (Plateau) et 170 kWh/an (Tessin, Alpes). A titre de comparaison: une famille de 4 personnes consomme en moyenne 4000 kWh/an, ce qui correspond à env. 30 m² de cellules solaires. Les cellules cristallines représentent une part dominante sur le marché.

Des cellules à couche mince sont également disponibles. Il s'agit de couches de grande surface avec un rendement nettement inférieur à celui des cellules cristallines (env. 100 à 130 kWh/m² et par an). En revanche, les cellules à couche mince peuvent être combinées avec différents matériaux.

Durée de vie de 25 ans

Le montage de panneaux solaires sur le toit ou contre la façade de la maison nécessite une fixation. Il s'agit en outre de veiller à ce que la structure porteuse du bâtiment soit

en bon état et que sa rénovation ne soit pas nécessaire dans les prochaines années. Les installations photovoltaïques ont en effet une durée de vie de 25 ans minimum. Aussi, la toiture ou le mur porteur doit être à l'état de neuf. Les cellules solaires produisent du courant continu. Ainsi, les cellules photovoltaïques sont équipées d'un onduleur qui transforme le courant continu en courant alternatif. Ce courant peut être injecté dans le réseau électrique de la maison et vendu à un fournisseur d'électricité.

Exemple d'installation (cellules photovoltaïques cristallines)

Consommation d'électricité d'une famille de 4 personnes:

4000 kWh/an

Rendement électrique sur le Plateau suisse: 140 kWh/ m² et an

Surface de cellules solaires requises: environ 30 m²



Liste de contrôle

Installation photovoltaïque

- Les panneaux solaires (cristallins) de haute qualité affichent un rendement d'au moins 14 %.
- Panneaux solaires orientés sud, ouest ou est, avec une倾inacion de 20 à 40 degrés ou en tant qu'élément de façade avec rendement réduit.
- Solliciter les services d'une entreprise qualifiée (www.swissolar.ch).

Planification

- Permis de construire existant?
- La toiture ou le mur porteur doit être à l'état de neuf.
- Demander une autorisation de raccordement au service électrique local.
- L'électricité solaire doit-elle être commercialisée? Si oui: y a-t-il un acheteur?
- Vérifier l'annonce auprès de Swissgrid pour une rétribution à prix coûtant (RPC).



Chauffages au bois

Chaleur au bilan écologique neutre



Chaussages au bois

Le bois, combustible local, est de plus en plus apprécié. Les installations de chauffage au bois offrent une grande commodité d'utilisation et sont neutres en termes d'émissions de CO₂. Avant d'installer un tel système dans une maison familiale ou un immeuble d'habitation, il est impératif de bien étudier les spécifications précises de l'installation:

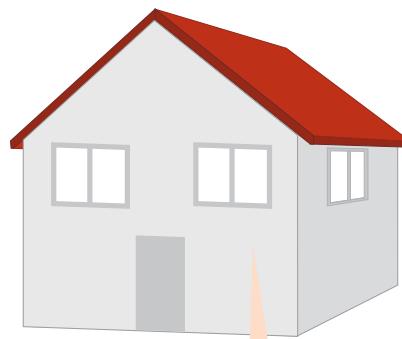
- types de combustibles
- chauffage central ou poêle?
- stockage, utilisation et accumulateur

Différents types de combustibles et dimensionnement

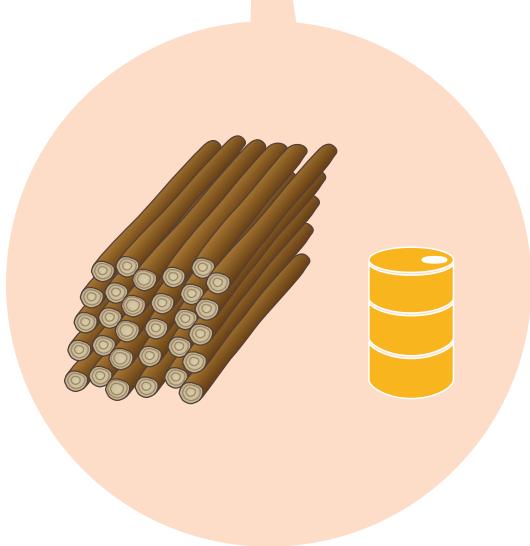
Le bois en tant que combustible est neutre en termes d'impact sur l'environnement et est disponible sous différentes formes traitées. Le bois-énergie est disponible en quantité; il s'agit la plupart du temps de sous-produits de l'exploitation forestière ou de l'industrie de traitement du bois. Pour le traitement et la livraison, les fournisseurs sont soumis à des normes communes.

Granulés, plaquettes, bûches

La disponibilité et le traitement du combustible diffèrent selon les régions. Le plus souvent, on utilise des bûches, des plaquettes ou des granulés pour chauffer les bâtiments d'habitation, qu'ils soient équipés d'une installation individuelle ou raccordés à un chauffage collectif de grande envergure. En Suisse, l'approvisionnement en granulés de bois et en plaquettes est organisé de manière à couvrir l'ensemble du territoire. La livraison s'effectue par camion, directement dans le silo de stockage. Les installations de chauffage correspondantes fonctionnent de façon automatique.



Pouvoir calorifique du bois-énergie par rapport au mazout: 1 000 litres de mazout correspondent à 3 mètres cubes de granulés de bois.



Besoin en puissance

- Le choix du type de combustible doit être adapté au besoin en puissance de l'installation de chauffage. Les plaquettes de bois sont particulièrement adaptées aux grandes puissances. L'association Energie-bois Suisse et les fournisseurs de bois-énergie déconseillent d'ailleurs d'utiliser de telles installations dans les maisons familiales.
- Les chauffages à granulés de bois, pour leur part, sont également disponibles dans des puissances adaptées à de petites maisons d'habitation.
- Les chauffages à bûches sont tout particulièrement destinés à une utilisation dans une maison familiale, car leur alimentation requiert un travail manuel important. Les installations peuvent cependant être dimensionnées de manière à ce qu'un remplissage quotidien unique de la chaudière soit suffisant.

Confort

- Une alimentation automatique en combustible accroît le confort d'utilisation. En règle générale, les granulés de bois ou les plaquettes sont acheminés du silo jusqu'à dans la chaudière via une vis sans fin. Un remplissage par sacs est également possible.
- L'espace nécessaire au stockage du bois de chauffage n'est pas négligeable. En règle générale, on compte un volume trois à cinq fois plus important que celui nécessaire à une citerne à mazout.

Accumulateur d'énergie

La nécessité ou non d'un accumulateur d'énergie est avant tout déterminée par les prescriptions des cantons. En outre, cela dépend du choix du combustible. Un accumulateur supplémentaire est inutile dans les chauffages à plaquettes et à granulés de bois, mais est indispensable dans le cas d'un chauffage à bûches. Le volume minimum d'un accumulateur d'énergie dans une maison familiale prédétermine la puissance de la chaudière.



Protection de l'air, contrôle

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) de la Confédération prescrit des valeurs d'émissions pour les nouveaux chauffages au bois d'une puissance de chauffe nominale inférieure ou égale à 300 kW. Cela concerne les installations destinées aux maisons familiales et aux immeubles d'habitation. La conformité de chaque chauffage au bois est certifiée spécifiquement par le fournisseur, soit par une décla-



Poêle

Dans la zone d'habitation, on peut utiliser entre autres des poêles comme sources de chauffage autonomes. Dans la période de transition, ceux-ci suffisent la plupart du temps à couvrir le faible besoin en chaleur utile de maisons bien isolées. Il existe également des poêles équipés d'un registre de chauffage pour la production d'eau chaude.



Granulés, plaquettes ou bûches: le choix du combustible dépend également du besoin en puissance du chauffage au bois et du confort souhaité.

	Granulés	Bûches	Plaquettes
Chaudière automatique	Pour des bâtiments d'habitation petits et grands (maisons familiales, immeubles); installations combinées et chauffage central de quartier	Non disponible dans le commerce	Pour les grands bâtiments d'habitation (immeubles); installations combinées et chauffage central de quartier
Chaudière à chargement manuel	Rare; pour les petits bâtiments d'habitation (maisons familiales)	Pour les petits bâtiments d'habitation (maisons familiales, immeubles)	Non disponible dans le commerce
Poêle	Chauffage d'appoint ou pour les petits bâtiments d'habitation (maisons familiales) bien isolés	Application la plus fréquente	Non disponible dans le commerce

ration de conformité, soit par le label de qualité d'Energie-bois Suisse.

Label de qualité

Le label de qualité s'applique aussi bien aux poêles à bois situés dans la zone d'habitation qu'aux chaudières, dans la mesure où ceux-ci émettent une quantité de polluants inférieure à la limite fixée par l'OPair, tout en présentant un rendement élevé. Les listes et réertoires de tous les produits labellisés figurent sur le site Internet d'Energie-bois Suisse (www.holzenergie.ch).

Obligation de contrôle

- Les chauffages au bois d'une puissance nominale supérieure à 70 kW sont soumis, conformément à l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair), à une obligation de contrôle. Cette plage de puissance concerne les bâtiments d'habitation petits et grands (maisons familiales, immeubles d'habitation). Les contrôles de combustion sont réalisés en règle générale tous les deux ans.
- Le contrôle des chauffages au bois de faible dimension est soumis à différentes réglementations selon les régions de Suisse, et dépend du module de combustion (chauffages à bûches, chauffages à plaquettes, poêles en faïence, poêles suédois, etc.). Dans le cas des systèmes de chauffage à granulés de bois, un rapport de service de l'installateur ou du technicien de service est suffisant dans de nombreux cantons.

Contrôleurs

Le contrôleur de combustion vérifie, à l'aide du stock de combustible et de la cendre produite, si seul du bois sec et non traité est brûlé.

En cas de doute quant à la propreté des chaudières, par exemple en présence de fortes émissions de fumée ou d'odeurs, le contrôleur peut requérir des mesures ou des analyses supplémentaires.

Plus d'infos

- Liste des fournisseurs, label de qualité, partenaires spécialisés: www.energie-bois.ch
- Contrôles de combustion des cantons de Suisse centrale: www.gesch-feuko.ch
- Garantie de performance: www.garantie-de-performance.ch

Liste de contrôle

Génération de chaleur et types de combustibles

- Choisir le type de combustible et vérifier sa disponibilité.
- Vérifier la présence du label de qualité «Energie-bois Suisse» et de la déclaration de conformité à l'OPair lors de l'acquisition de chaudières ou de poêles.
- Conseil universel pour le contrôle et l'optimisation de l'installation: installer des plaquettes signalétiques et des indications de température.

Répartition et distribution de la chaleur

Indépendamment de la source d'énergie, il est recommandé de:

- isoler les conduites, armatures, accumulateurs et chauffe-eau, afin de minimiser les déperditions de chaleur.
- réaliser l'équilibrage hydraulique.
- réguler le système de chauffage à l'aide de vannes thermostatiques.

Mise en service et réglage

- La documentation complète de l'installation comprend le protocole de mise en service et la garantie de performance signée; celle-ci doit être exigée dès la commande.
- Optimisation de l'exploitation, réglage de la courbe de chauffe, etc.

Exigences en termes de protection de l'air pour les chauffages au bois, conformément à l'OPair; source: Energie-bois Suisse

Variante de chaudière	Plage de puissance	Monoxyde de carbone	Hydrocarbures	Particules fines	Rendement
Bûches	jusqu'à 300 kW	< 600 mg/m ³	< 20 mg/m ³	< 50 mg/m ³	> 83 %
Plaquettes	jusqu'à 300 kW	< 300 mg/m ³	< 15 mg/m ³	< 60 mg/m ³	> 85 %
Granulés	jusqu'à 300 kW	< 250 mg/m ³	< 10 mg/m ³	< 40 mg/m ³	> 85 %

Pompes à chaleur

Sources d'énergie à portée de main



Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur puisent dans les sources d'énergie renouvelables et alimentent nos bâtiments en énergie thermique de façon très écologique. Les principales bases décisionnelles sont les suivantes:

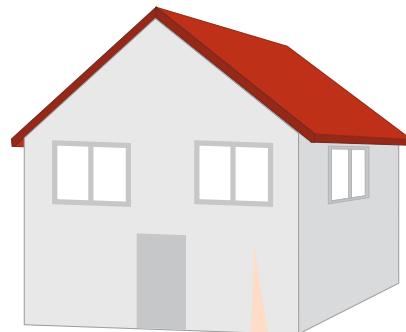
- Sources d'énergie
- Options d'utilisation et dimensionnement
- Autorisations et coûts
- Critères de qualité et label de qualité

Mode de fonctionnement et sources d'énergie

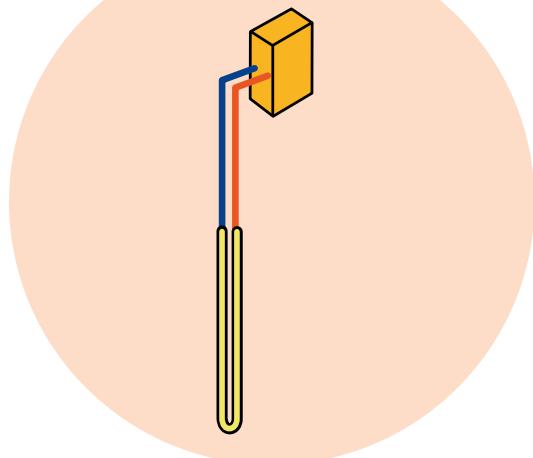
Les températures qui règnent dans la terre à faible profondeur, dans les eaux souterraines et de surface, ainsi que dans l'air extérieur, sont trop faibles pour permettre de chauffer directement un bâtiment d'habitation. C'est pourquoi les pompes à chaleur élèvent la chaleur environnementale relativement faible à un niveau plus important, utilisable pour le chauffage de locaux. Elles utilisent pour ce faire un cycle thermodynamique à entraînement électrique. La chaleur de l'environnement est transmise à un fluide frigorigène gazeux et est amenée à une température plus élevée à l'aide de compresseurs. Un circuit de chauffage conventionnel répartit ensuite l'énergie thermique dans l'habitation.

Rendement

Le bilan énergétique d'une pompe à chaleur est indiscutablement positif. Une unité de base de courant électrique permet de produire en moyenne trois à quatre unités énergétiques de chaleur ambiante. Le rapport de rendement effectif d'une pompe à chaleur est indiqué en COPA (coefficient de performance annuel) ou en COP (coefficient de performance instantané). La performance dépend de la source d'énergie et des niveaux de températures. Les pompes à chaleur utilisent l'énergie de la terre ou de l'air extérieur pour chauffer les bâtiments.



Les pompes à chaleur utilisent l'énergie de la terre ou de l'air extérieur pour chauffer les bâtiments.



Eaux souterraines et de surface

Le choix de la source d'énergie dépend du lieu où l'on se trouve. Dans les zones de protection des eaux souterraines, leur exploitation est proscrite. Leur potentiel énergétique est cependant élevé: les eaux souterraines et de surface sont en général légèrement plus chaudes que le sous-sol. Leur température annuelle moyenne est d'environ 10 °C et les variations saisonnières sont très faibles. Pour le prélèvement de la chaleur, on utilise un puits enfoui de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres dans le sol.

Le coefficient de performance annuel (COPA) d'une pompe à chaleur représente le rapport entre la puissance thermique restituée et la puissance thermique consommée tout au long d'une année.

Schéma fonctionnel d'une pompe à chaleur.

Terre

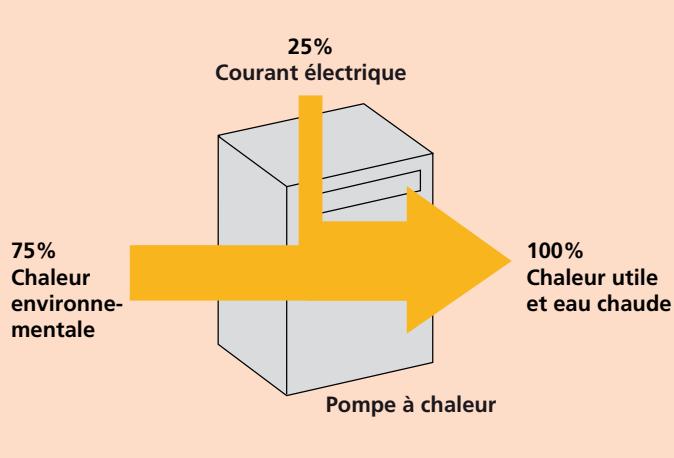
Les pompes à chaleur à sol-eau exploitent la chaleur géothermique du sous-sol. Le niveau de température reste quasi constant tout au long de l'année à seulement quelques mètres sous la surface. En outre, la terre se réchauffe à mesure que la profondeur augmente. Le soutirage de la chaleur terrestre s'effectue en général à une profondeur de 50 à 350 mètres. Les sondes géothermiques pour les maisons familiales sont enterrées à une profondeur de 100 à 150 mètres.

Air extérieur

L'air extérieur, en tant que source de chaleur, est disponible partout et de façon illimitée. Il présente toutefois un inconvénient: la température de l'air est inversement proportionnelle au besoin en chaleur utile. Plus les températures extérieures sont basses, plus le besoin en chauffage est important. Le coefficient de performance annuel des pompes à chaleur à air peut néanmoins être accru par le prélèvement d'air extérieur chaud, par exemple dans un garage ou à proximité de la sortie d'air extrait d'une installation de ventilation.

Accumulateur de chaleur

Dans le cas des pompes à chaleur, un accumulateur d'énergie thermique n'est requis que si le système de distribution présente une inertie thermique trop faible ou si un découplage hydraulique s'avère nécessaire (rénovation de système existant.)



Alternatives

Les alternatives techniques à la sonde géothermique sont le registre terrestre, la corbeille géothermique et les pieux énergétiques. Ces systèmes peuvent eux aussi être reliés, par le biais d'une pompe à chaleur, à un système de restitution de chaleur interne à l'habitation, afin d'exploiter l'énergie pour le chauffage des pièces d'habitation. Une chaleur faible peut également être prélevée dans les eaux de surface ou les canalisations d'eaux usées. Cette exploitation de l'énergie n'est généralement pas intéressante tant au niveau technique qu'au niveau économique pour les bâtiments de petite taille.

Valeurs moyennes pour le coefficient de performance annuel (COPA) d'une pompe à chaleur pour le chauffage et la production d'eau chaude

Source d'énergie	COPA
Sous-sol	3,5–5
Air extérieur	2,7–3,5
Eau souterraine	4–5,5
Air extrait par ventilation contrôlée	3,5–5

Source: Anis, Minergie

Source d'énergie	Avantages	Inconvénients
Sous-sol (géothermie)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Températures constantes 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Forage jusqu'à 100 à 150 mètres ○ Interdit dans les zones de protection des eaux souterraines
Air extérieur	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disponibilité illimitée 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Offre d'énergie inversement proportionnelle au besoin en chaleur
Eau souterraine	<ul style="list-style-type: none"> ○ Températures constantes ○ Quelques mètres sous la surface 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conditions strictes des autorités ○ Risque d'encreusement

Dimensionnement et options d'utilisation

Basses températures de départ

Pour qu'une pompe à chaleur soit efficace sur le plan énergétique, il faut impérativement que l'enveloppe du bâtiment soit de bonne qualité: grâce à un faible besoin en chaleur utile et à des basses températures de départ dans le circuit de chauffage, la dépense énergétique d'une pompe à chaleur est limitée à un minimum. Une pompe à chaleur permet de couvrir des températures d'eau de chauffage comprises entre 30 °C et au maximum 55 °C. En outre, un abaissement de 5 °C de la température de l'eau de chauffage permet d'accroître le coefficient de performance annuel d'une pompe à chaleur d'environ 10 %.



Les corps de chauffe muraux et chauffages au sol sont idéalement adaptés à la restitution de chaleur.

Fonction de refroidissement

Les sondes géothermiques peuvent également être utilisées à des fins de refroidissement: via le chauffage au sol et la sonde géothermique, elles restituent, pendant la saison chaude, la chaleur de la pièce vers la terre. L'eau chauffée par le refroidissement de la pièce passe outre la pompe à chaleur, grâce à une dérivation au niveau du compresseur. Le refroidissement naturel (Free ou Natural cooling) exige toutefois de faire un compromis. Les couches plus profondes de la terre sont plus adaptées au chauffage; les couches moins profondes sont mieux adaptées au refroidissement.

Restitution de la chaleur

De grandes surfaces de rayonnement (idéalement, des chauffages au sol ou des corps de chauffe muraux) permettent de distribuer efficacement l'énergie thermique dans la pièce. Les températures d'eau de chauffage nécessaires restent ainsi basses. Les chauffages au sol réagissent cependant avec une certaine inertie aux variations des températures ambiantes. Si les surfaces chauffantes sont recouvertes de tapis, rideaux ou étagères, ces éléments nuisent sensiblement à la restitution de chaleur.

Eau chaude

Les pompes à chaleur peuvent également être utilisées pour la production d'eau chaude ou le préchauffage d'un chauffe-eau électrique. En option, on peut également utiliser un chauffe-eau à pompe à chaleur autonome. Celui-ci utilise comme source d'énergie, au choix, l'air extérieur, l'air ambiant ou la chaleur rejetée d'une installation de ventilation domestique.

Installations bivalentes

Les pompes à chaleur peuvent aisément être combinées avec d'autres agents énergétiques. Dans les bâtiments d'habitation ayant un standard de construction supérieur à la moyenne en termes d'efficacité énergétique, on réalise souvent des installations appelées installations bivalentes: un poêle permet de chauffer la pièce d'habitation, tandis que le reste de la surface habitable est alimenté via la pompe à chaleur. Le duo pompe à chaleur / capteurs solaire fonctionne également à merveille. Le bâtiment est chauffé par l'énergie environnementale; en complément, le soleil fournit l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire.

Critères et label de qualité

Lors du choix des appareils, il est essentiel de prendre garde à la puissance indiquée et au label de qualité. La qualité d'une pompe à chaleur est déterminée, entre autres, par une faible consommation électrique, un coefficient de performance annuel élevé et un faible niveau sonore. Le



groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP) a créé, conjointement avec les associations allemandes et autrichiennes, un label de qualité. Les exigences envers les fournisseurs et leurs produits comprennent, outre les coefficients de performance spécifiques aux appareils, des aspects liés à la sécurité et les conditions de raccordement, également des critères de service tels que le réseau de service clientèle, les prestations de garantie et la disponibilité des pièces de rechange.

Label de qualité

Le Groupement promotionnel suis-se pour les pompes à chaleur (GSP) s'efforce de garantir la qualité des installations et la formation des spécialistes. Les fournisseurs peuvent en outre se présenter comme partenaires GSP. Outre le label de qualité pour les pompes à chaleur, n'oubliez pas de vérifier le label des sociétés de forage pour les sondes géothermiques.

Centre de contrôle

Un nombre croissant de pompes à chaleur est soumis à des tests exhaustifs et indépendants qui ont lieu au Centre de test national (WPZ) dans la Haute-Ecole technique (Interstaatlichen Hochschule für Technik) à Buchs.

Protection contre le bruit

Les appareils extérieurs des pompes à chaleur à air sont des installations dont le niveau sonore doit être contrôlé conformément à l'Ordonnance sur la protection contre le bruit. Conformément à cette réglementation, l'objet lui-même, tout comme les habitations situées dans le voisinage, doivent être protégés contre un bruit excessif.

Même dans une cave, il convient de veiller à ce que la protection contre le bruit soit efficace. Les mesures suivantes peuvent réduire les bruits de vibration et la transmission des bruits de structure: insertion d'amortisseurs de vibrations entre le pied de l'appareil et le socle; conception de raccords de tuyaux et de conduites flexibles. Des boîtiers spéciaux ont en outre une fonction d'amortissement du bruit. Les niveaux sonores spécifiques des appareils sont publiés dans les rapports du Centre d'essais national des pompes à chaleur.

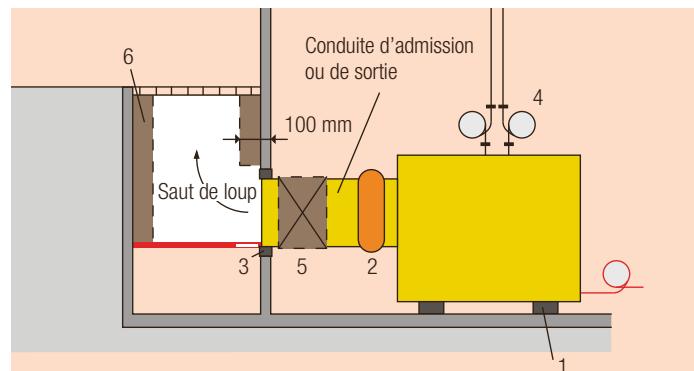
Bilan des gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre d'une pompe à chaleur lors de son fonctionnement sont nulles. Le bilan est ainsi déterminé, outre par l'énergie grise, surtout par le fluide frigorigène utilisé et la provenance

du courant électrique consommé. Pour optimiser au mieux l'installation, il est donc préférable d'utiliser du courant écologique et bien choisir son fluide frigorigène. On priviliera les substances naturelles, telles que l'ammoniaque ou les hydrocarbures.

Mesures de réduction du bruit pour une pompe à chaleur air-eau avec admission d'air via un saut de loup.

Source: «Protection contre le bruit lors de l'installation de pompes à chaleur», GSP



Les endroits délicats en termes de transmission du bruit sont les suivants:

- 1: entre la pompe à chaleur et le sol de la cave;
- 2: entre la pompe à chaleur et le conduit d'air (soufflet non tendu);
- 3: entre le conduit d'air et le bâtiment;

4: entre la pompe à chaleur et les conduites de chauffage

Le son peut être amorti aux endroits suivants:

- 5: à l'aide de silencieux à absorption dans le conduit d'air
- 6: à l'aide d'une dérivation avec habillage absorbant

Qualité	Caractéristiques d'une installation
Puissance	Coefficient de performance annuel (COPA) ou coefficient de performance (COP), pour un fonctionnement en charge partielle ou à pleine charge
Consommation d'énergie	Compteur d'électricité
Bruit	Extérieur: valeurs limites selon l'Ordonnance sur la protection contre le bruit intérieur: protection contre le bruit selon SIA 181
Ecologie	Fluide frigorigène, effet de serre (électricité)
Divers	Label de qualité du GSP

Installations	Coefficient de performance annuel	
Pompes à chaleur à géothermie	Etude d'essais du WPZ	Valeurs standard Minergie (chauffage)
à air	3,4	3,1
à eau souterraine	2,6	2,3
à eau souterraine	3,4	3,2

pompes à chaleur à eau souterraine. La plupart des cantons ont déjà défini des zones dans lesquelles le forage de sondes géothermiques est prohibé, par exemple pour des raisons de protection des eaux.

Temps d'arrêt

Pour le raccordement d'une pompe à chaleur au réseau public de distribution d'électricité, une autorisation doit être demandée à l'entreprise d'approvisionnement en électricité. Les centrales d'approvisionnement locales et régionales offrent d'elles-mêmes des tarifs d'électricité réduits; en contrepartie, elles fixent toutefois des contraintes comme de courts temps d'arrêt pour l'acheminement du courant ainsi que des limites de puissance.

Coûts

Les coûts actuels de l'énergie pour les pompes à chaleur sont nettement inférieurs aux coûts d'exploitation d'un chauffage fossile ou d'un chauffage au bois. Par contre, l'investissement pour l'installation est généralement plus important. Les pompes à chaleur à air sont en principe moins chères que les pompes à chaleur à géothermie, car il n'est pas nécessaire d'effectuer un forage pour la sonde. Pour déterminer s'il est économiquement rentable d'opter pour un système de chauffage par pompe à chaleur, ou pour estimer le temps qui sera nécessaire pour amortir les investissements, il convient de faire son propre calcul du prix de revient global. Un tel calcul prend en compte l'investissement et son taux d'intérêt, la durée de vie ainsi que les hypothèses en matière de coûts futurs de l'énergie.

Encombrement

Le remplacement d'une installation de chauffage existante par une pompe à chaleur réduit l'encombrement. Les installations de pompe à chaleur ne requièrent aucun espace de stockage de combustible et trouvent sans problème leur place dans la chaufferie préexistante. Si une pompe à chaleur à air est installée dans la cave, il faudra prévoir une évacuation vers l'extérieur pour l'eau de condensation.

Plus d'infos

- Label de qualité et partenariats spécialisés du Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur: www.pac.ch
- Manuel sur les pompes à chaleur: www.faktor.ch
- Rapports d'essais indépendants et mesures du bruit: www.wpz.ch
- Liste des fournisseurs et fiches techniques: www.awpschweiz.ch
- Garantie de performance: www.garantie-de-performance.ch

Source d'énergie	Autorisation	Recours à des spécialistes
Air extérieur	Appareil extérieur (commune) Raccordement au réseau d'électricité (distributeur)	Fournisseur de la PAC
Sol	Forage (canton) Raccordement au réseau d'électricité (distributeur)	Société de forage certifiée, fournisseur de la PAC
Eau souterraine	Forage (commune, canton) Raccordement au réseau d'électricité (distributeur)	Hydrologues, géologues, fournisseur de la PAC

Liste de contrôle

Génération de chaleur et source d'énergie

- Déterminer si l'objet est approprié pour une alimentation avec une pompe à chaleur: basse température de l'eau de chauffage, source d'énergie disponible, autorisation, etc.
- Options d'utilisation: envisager la combinaison avec un poêle à bois ou des capteurs solaires, refroidissement, etc.
- Vérifier le label de qualité pour les appareils et les forages ainsi que les partenariats spécialisés lors du recours à des spécialistes.
- Conseil universel pour le contrôle et l'optimisation de l'installation: installer des compteurs d'électricité séparés.

Répartition et distribution de la chaleur

Indépendamment de la source d'énergie, il est à noter que:

- les conduites, armatures, accumulateurs et chauffe-eau isolés réduisent les déperditions de chaleur.
- il est recommandé de réguler le circuit d'eau de chauffage à l'aide de vannes thermostatiques.

Mise en service et réglage

- La documentation complète de l'installation comprend le protocole de mise en service et la garantie de performance signée; celle-ci doit être exigée dès la commande.
- Optimisation de l'exploitation, réglage de la courbe de chauffe, etc.

Chauffages aux énergies fossiles

Sachez les combiner



Energies fossiles

Lorsque l'on souhaite que les coûts d'investissement restent moindres, on se contente souvent de remplacer son chauffage au mazout. Etant donné que la plupart des installations techniques sont déjà présentes, il suffit tout simplement de raccorder la nouvelle chaudière au mazout. Et, si tant est que la maison peut être raccordée sans trop de difficulté au réseau de gaz, une chaudière à gaz est généralement encore plus avantageuse. En outre, un chauffage au gaz ne nécessite aucun espace de stockage pour le combustible, et produit moins de CO₂ et de particules fines qu'un chauffage au mazout.

L'essentiel est que les chauffages au mazout et au gaz soient précisément dimensionnés et soient à la pointe de la technique. Ils pourront ainsi fonctionner avec le meilleur rendement possible, ce qui réduit le besoin en combustible et ainsi également les émissions de CO₂.

En outre, conformément à la nouvelle loi sur l'énergie (modèle de prescriptions des cantons), les seules chaudières désormais autorisées à la vente sont les chaudières au mazout et au gaz à condensation. Celles-ci récupèrent la chaleur de la vapeur d'eau générée lors de la combustion du mazout et du gaz, pour autant que la température de l'eau de chauffage soit suffisamment basse. Les chauffages au mazout et au gaz sont ainsi plus efficaces, respectivement jusqu'à 10 et 15 %.

Le bilan écologique peut également être considérablement amélioré en installant des capteurs solaires supplémentaires pour produire l'eau chaude sanitaire destinée à la cuisine et à la salle de bains, ainsi que pour préchauffer l'eau de chauffage (chapitre sur les capteurs solaires).



Chaudage au mazout

Le choix d'un module peu émissif permet aux propriétaires de réduire les émissions de CO₂. D'ailleurs, des mesures constructives d'économie d'énergie ainsi qu'une gestion intelligente de la consommation contribuent bien davantage à la protection de l'environnement que la simple différence écologique entre un chauffage au gaz et un chauffage au mazout.

Les centrales de chauffage compactes pour le mazout sont équipées d'une commande intégrée et sur demande également d'un chauffe-eau. Les brûleurs à mazout à modulation, qui s'adaptent continuellement au besoin en chaleur, sont aujourd'hui également disponibles pour de faibles puissances.

Chaussages au gaz

Le chauffage au gaz est légèrement plus respectueux de l'environnement que le chauffage au mazout: pour la même puissance de chauffe, un chauffage au gaz produit moins de CO₂, de polluants et de particules fines. Malgré tout, si le respect de l'environnement est votre préoccupation principale, mieux vaut privilégier les pompes à chaleur et les chauffages au bois.

Le chauffage au gaz présente plusieurs avantages par rapport au chauffage au mazout: il prend moins de place et peut même être installé sous le toit. De cette manière, la cheminée nécessaire est très courte, ce qui réduit les coûts de rénovation de celle-ci. Les chauffages au gaz ne requièrent en outre aucun espace de stockage pour le combustible, ce qui permet de gagner de l'espace pour d'autres utilisations. Un chauffage au gaz n'est toutefois intéressant que si le bâtiment peut être facilement raccordé (lignes d'arrivée) à un réseau de gaz.

A pleine puissance pendant quelques heures seulement

Même lorsque le chauffage au mazout ou au gaz est précisément dimensionné, 95 pour cent des heures de service s'ef-

fectuent dans la plage de puissance inférieure à 50 pour cent. Il ne fonctionne à pleine puissance que quelques heures par an. En raison des fortes variations de puissance, un brûleur à une seule vitesse s'arrête et redémarre entre 30 000 et 50 000 fois par an. Cela met le chauffage à très rude épreuve. L'idéal est ainsi d'avoir un brûleur étagé avec une large plage de modulation. Pour le gaz naturel, on dispose d'appareils de chauffage ayant une largeur de modulation maximale de 1:10, ce qui signifie que la puissance peut varier entre 10 et 100 pour cent. Ces brûleurs effectuent quelques centaines de démarrages par an. Les brûleurs à deux et trois vitesses, par exemple les brûleurs à mazout, se situent entre les appareils à une vitesse et les appareils à large modulation. Si vous souhaitez acquérir un brûleur à mazout à deux vitesses, vérifiez que la deuxième vitesse est relativement basse pour exploiter cet effet. Par exemple, la première vitesse à 50 pour cent de puissance, la deuxième à 100 pour cent.

L'énergie solaire remplace le mazout

Aujourd'hui, les capteurs solaires se banalisent de plus en plus. Ils sont particulièrement avantageux en combinaison avec un



Aujourd'hui, les capteurs solaires se banalisent de plus en plus. Ils sont également particulièrement avantageux en combinaison avec un chauffage au mazout ou au gaz.

La conduite entre le capteur solaire et le chauffe-eau peut, à moindre coût, être intégrée dans des cheminées abandonnées et des conduits d'aération.

chauffage au mazout ou au gaz. Les prix croissants de l'énergie et les incertitudes quant à l'approvisionnement futur en pétrole font de l'énergie solaire une alternative abordable. L'avantage des capteurs solaires est indubitable: un investissement unique, pour récupérer de l'énergie pendant 25 ans quasiment sans aucun frais d'entretien. En outre, ils améliorent le bilan CO₂ des chauffages fonctionnant avec des combustibles fossiles. Malgré ce que peuvent en dire les irréductibles sceptiques, les installations sont fiables et ne nécessitent quasiment aucun entretien. L'installation de la conduite entre le capteur solaire et le chauffe-eau est généralement aisée, même dans les constructions anciennes. Une cheminée abandonnée ou un conduit d'aération peuvent servir de passage pour la conduite. Si l'isolation est refaite à neuf, la conduite peut également être intégrée derrière la façade.

Un montage simple

Les installations compactes destinées à la production d'eau chaude présentent tout particulièrement un très bon rapport prix-performances. Avec une dimension de quatre à six m² pour les maisons familiales, les installations compactes ne posent généralement aucun problème architectural ou constructif et peuvent être aisément intégrées dans le paysage de toitures. L'orientation optimale est de quelques degrés au sud-ouest. Des écarts allant jusqu'à 45 degrés vers l'est ou l'ouest réduisent les rendements de moins de 10 pour cent.

Si la situation est complexe en termes de permis de construire ou sur le plan technique, une installation compacte peut également être disposée dans un jardin ou sur un parvis, à condition que l'installation ne soit pas ombragée.

L'inclinaison des capteurs dépend des conditions d'utilisation: si l'on souhaite un meilleur rendement énergétique en hiver, les capteurs doivent être relativement inclinés. Si l'on souhaite privilégier le rendement estival, les capteurs doivent être installés plus à plat.

Pour le chauffage et la production d'eau chaude

Les systèmes combinés, qui chauffent l'eau sanitaire et préchauffent l'eau de chauffage, ont une dimension de 10 à 20 m² et couvrent 20 à 40 pour cent du besoin en chaleur d'une maison familiale.

Cela permet à son propriétaire d'économiser environ 600 litres de mazout par an.

Les systèmes combinés sont toutefois plus complexes et plus chers que les systèmes compacts qui se contentent de chauffer l'eau sanitaire.

Les capteurs solaires sont principalement utilisés pour chauffer l'eau sanitaire ou, sous forme d'installations combinées, pour préchauffer également l'eau de chauffage.

Les installations les plus rentables sont celles qui chauffent uniquement l'eau sanitaire. Elles représentent environ les deux tiers de toutes les installations réalisées en Suisse.

Liste de contrôle

Appareils

- Brûleur à mazout à deux ou trois vitesses et brûleur à gaz à modulation, afin d'éviter les incessants arrêts et redémarrages du chauffage.
- Puissance: ajustement sur la base d'un précédent surdimensionnement ou mesures constructives?

Planification

- Eau chaude: chauffe-eau en sous-œuvre pour un moindre encombrement ou chauffe-eau latéral?
- Une installation solaire doit-elle être raccordée plus tard au chauffe-eau?
- Encombrement: chaudière murale ou sur pied?
- Dans le cas des chauffages au mazout: après le remplacement du chauffage, l'espace de la citerne est souvent trop important. Différents modules peuvent être supprimés.
- Périphérie: les pompes sont généralement surdimensionnées et consomment donc trop de courant électrique – le dimensionnement doit être effectué en fonction des exigences.
- Mise en service: réglage soigneux par le spécialiste. Demander le protocole et l'ajointure au bon de garantie.
- Demander la garantie de performance au fournisseur.



Aération douce

Un air sain dans ma maison



Aération douce

Pour que le renouvellement mécanique de l'air dans un logement fonctionne à la perfection, la planification et l'exécution doivent être réalisées de façon très précise.

Toute installation de ventilation doit répondre aux exigences de qualité suivantes:

- Variantes et conduit d'aération
- Protection contre le bruit
- Filtre pour l'air entrant
- Nettoyage et hygiène

Variantes et exigences standard

○ Les installations de ventilation assurent un renouvellement permanent de l'air dans l'habitation. En assurant une ventilation contrôlée via des canaux d'entrée et d'extraction d'air, elles réduisent les déperditions thermiques résultant d'une ventilation incontrôlée par les fenêtres. Certains composants supplémentaires, proposés en option, améliorent l'efficacité énergétique des installations de ventilation domestiques.

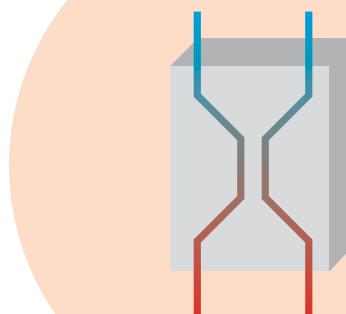
○ L'aération douce est une installation de ventilation simple très fréquemment utilisée dans les bâtiments à haute efficacité énergétique à des fins de renouvellement de l'air. Elle possède son propre dispositif de captage de l'air entrant et de l'air extrait. Dans les maisons Minergie, l'aération douce fait partie de l'inventaire de base des installations techniques domestiques.

Récupération de chaleur

○ Les aérations douces sont équipées par défaut d'un module de récupération de chaleur (RC). L'air entrant est chauffé par de la chaleur provenant de l'air extrait, ce qui réduit les déperditions de chaleur par la ventilation. Des études menées par la Haute-école de Lucerne ont montré que les installations de ventilation contribuent à réduire les déperditions thermiques de



Le renouvellement mécanique de l'air assure un air sain et réduit la fuite incontrôlée de l'air ambiant chaud.



plus de deux tiers par rapport à des logements ne disposant pas d'une aération mécanique.

○ La consommation électrique des installations de ventilation est faible et peut dépendre, en principe, du soin porté à la planification et au choix des appareils. Il est également important de veiller à conserver de faibles vitesses d'air, à choisir des conduites à faible résistance et à utiliser des ventilateurs présentant un rendement élevé.

Chauffages à air pulsé

Les installations de ventilation ne remplacent pas une installation de climatisation et ne peuvent pas non plus (à quelques exceptions près) être utilisées comme systèmes de chauffage. Lorsque l'on utilise un chauffage à air pulsé, on presuppose que le bâtiment a de très faibles besoins en puissance de chauffe (standard Minergie-P ou maison passive). La quantité d'air nécessaire pour des raisons d'hygiène suffit à chauffer les pièces en même temps que s'effectue le renouvellement de l'air (pour une température maximale d'air entrant de 46°C).

* Les registres terrestres présentent un risque pour l'eau de condensation et entraînent ainsi des problèmes d'hygiène, raison pour laquelle ils ne sont plus recommandés dans les petits bâtiments.

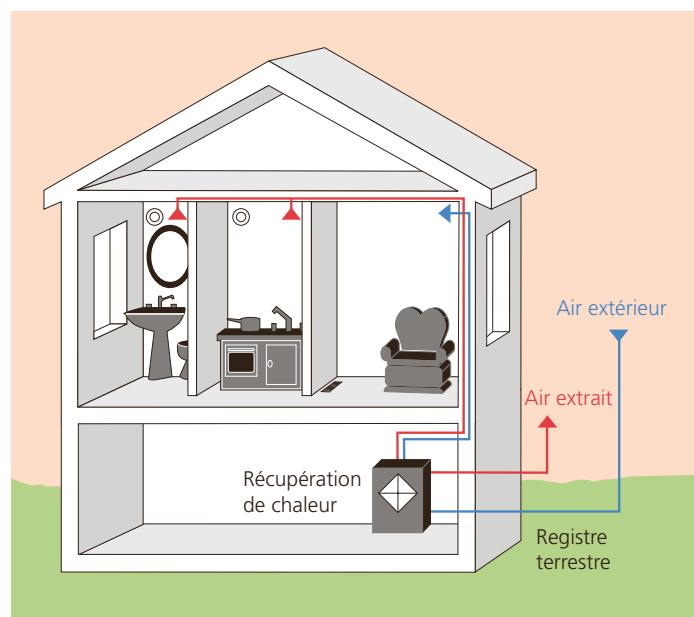
Installations d'extraction d'air

L'intégration d'une installation d'aération douce et de conduits de ventilation peut s'avérer très difficile, voire impossible, dans les bâtiments existants. Une simple installation d'extraction d'air ou une installation de ventilation décentralisée peuvent être envisagées, bien que ces alternatives offrent des possibilités restreintes. La récu-

Schéma de ventilation pour un bâtiment d'habitation avec puits canadien et récupération de chaleur.

En bleu: air extérieur entrant

En rouge: air ambiant extrait



Les systèmes de ventilation et leurs caractéristiques

Fonctionnement	Aération douce	Installations décentralisées	Installations d'extraction d'air
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Installations pour logements individuels et multiples ○ Captage de l'air entrant et de l'air extrait ○ Ouvertures de diffusion pour les différentes pièces 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ventilation et extraction d'air individuelles pour les différentes pièces ○ Captage de l'air entrant et de l'air extrait 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Unique outil: ventilateurs d'extraction d'air ○ Pas de canaux d'air
Exigences minimales		<ul style="list-style-type: none"> ○ Renouvellement de l'air sans tirage ○ Filtre pour l'air entrant (classe F7) ○ Récupération de chaleur 	
En option		<ul style="list-style-type: none"> ○ Récupération d'humidité ○ Commande en fonction du besoin 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Puits canadien * ○ Pompe à chaleur (uniquement les appareils compacts) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Récupération de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pompe à chaleur
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ○ Haute efficacité énergétique ○ Débit d'air modulable ○ Faible niveau sonore 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Intégration après-coup facile à réaliser 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Intégration facile à réaliser ○ Possibilité d'installer les systèmes d'extraction d'air après-coup dans les salles de bain
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> ○ Relativement coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les niveaux sonores peuvent être problématiques 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Faible efficacité énergétique ○ Déperditions thermiques élevées; Risque de dépression dans la pièce (si celle-ci manque d'orifices d'entrée d'air), à déconseiller en présence de cheminées et de poêles

pération de chaleur n'est pas possible pour les installations d'extraction d'air. Etant donné que les installations d'extraction d'air causent toujours une dépression dans le logement, elles peuvent perturber le fonctionnement d'une cheminée ou d'un poêle (p. ex. fumée dans la pièce).

Sécurité et hygiène

Les installations de ventilation sont soumises à des exigences élevées en termes de protection contre le bruit, de protection contre l'incendie et de sécurité. Dans la garantie de performance, qui peut être exigée du concepteur ou de l'installateur par le maître d'ouvrage à la réception, les normes et directives s'y rapportant représentent ainsi un élément central (voir tableau ci-dessous).

Protection contre le bruit

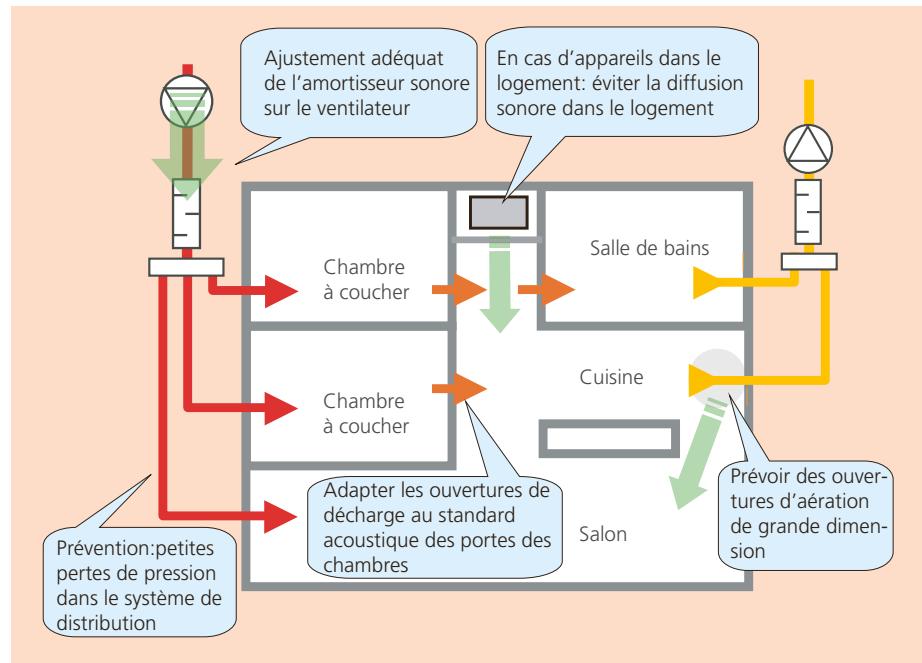
Les débits volumiques d'air restent faibles avec environ 30 m^3 par heure et par pièce. Le renouvellement sain de l'air s'effectue

sans aucun tirage et est à peine perceptible. En termes de niveau sonore dans les bâtiments d'habitation, il convient de respecter des valeurs limites minimales ou majorées (voir tableau).

Filtres d'air extérieur

La qualité de l'air dans une pièce est certes avant tout garantie par des matériaux de construction sains et des produits de nettoyage peu émissifs. Toutefois, des filtres placés dans le captage d'air extérieur d'une installation de ventilation réduisent encore davantage la teneur en particules fines et en pollen. Pour améliorer efficacement la qualité de l'air dans la zone d'habitation, les captages doivent en outre être judicieusement positionnés. Ils ne doivent pas être disposés à proximité directe d'arbustes (pollen) ou d'entrées de garage (gaz d'échappement).

	Hygiène de l'air	Protection contre le bruit	Sécurité
Critères	Au minimum filtre de classe 7; position du captage d'air extérieur; contrôle de la conduite après 5 ans	Exigence minimale: 25 dB (A)	Attention à l'arrivée d'air extérieur en cas de foyers de combustion



Air entrant dans les bâtiments étanches

Les bâtiments bien isolés sont étanches; il n'y a quasiment plus d'air qui s'infiltre à travers l'enveloppe du bâtiment. Cela est délibéré, mais en cas de mauvaise planification, des mauvaises odeurs peuvent survenir: si le débit volumique de l'air extrait est supérieur à celui de l'air entrant, l'air est aspiré des pièces voisines (p. ex. de l'appartement voisin ou des WC). L'arrivée d'air entrant doit ainsi être contrôlée lors de la planification et doit être adaptée au débit maximal de l'air extrait.

Une adaptation supplémentaire doit être réalisée en présence de cheminées, de poêles et de hottes d'extraction dans la cuisine, qui requièrent des volumes d'air supplémentaires.

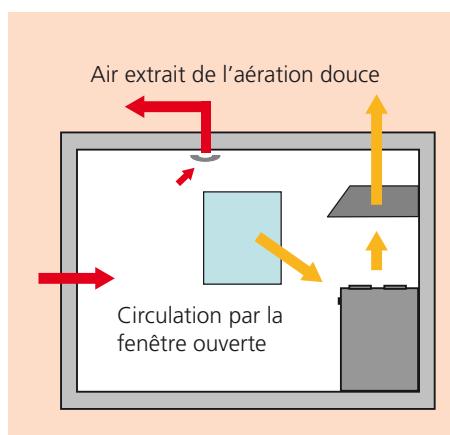
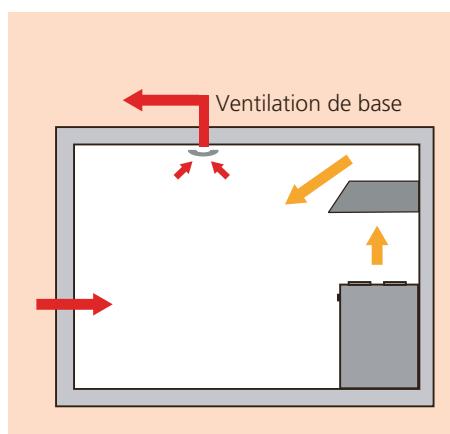
Dans le cas des poêles à bois et des cheminées, l'air entrant doit être amené directement de l'extérieur. Les poêles peuvent être équipés d'appareils de surveillance qui émettent un signal d'alerte en cas de dépression éventuelle (pouvant générer des gaz de combustion toxiques dans la pièce).

Un bon (à gauche) et un mauvais exemple (à droite) pour un captage d'air extérieur. Si l'installation d'air extérieur est disposée à même me sol, la poussière, les feuilles et autres immiscions peuvent venir encrasser l'installation.



Extraction d'air dans la cuisine

Le débit volumique d'air au-dessus du plan de cuisson est dix fois supérieur à celui d'un renouvellement sain de l'air par une aération douce. La combinaison des deux systèmes nécessite ainsi des hottes d'extraction spéciales. Elles fonctionnent soit selon le principe de recyclage de l'air, soit selon le principe d'extraction de l'air.



L'intégration de l'extraction d'air de la cuisine avec une installation de ventilation peut s'effectuer à l'aide d'une hotte à recyclage (en haut) ou d'une hotte à extraction (en bas).

Avantages et inconvénients des hottes à recyclage ou à extraction

	Hotte à recyclage	Hotte à extraction
Fonctionnement	L'air extrait du plan de cuisson est nettoyé séparément et est rejeté dans la cuisine	Circuit d'air indépendant avec ouvertures séparées (air entrant, air évacué)
Avantages	Planification aisée; pas d'air de remplacement séparé; aucune déperdition thermique	Parfait sur le plan de l'hygiène
Inconvénients	Filtres à charbons actifs; changement régulier des filtres	Pertes de chaleur de l'air extrait exigent une entrée d'air séparée.

Hotte à recyclage

Les hottes à recyclage peuvent facilement être combinées à une aération douce. Elles captent l'air extrait au-dessus du plan de cuisson et le rejettent nettoyé dans la cuisine. Pour éliminer les odeurs de l'air extrait, les hottes à recyclage sont équipées de filtres à charbons actifs. L'efficacité du nettoyage est indépendante du produit; les filtres doivent être changés plusieurs fois par an.

Hotte à extraction

Les hottes à extraction doivent être associées à des ouvertures de circulation séparées, afin qu'aucune dépression ne puisse être générée dans les logements ventilés. L'air de renouvellement arrive par exemple par une fenêtre ouverte. Dès que la hotte à extraction est mise en marche, un entraînement électrique ouvre la fenêtre de la cuisine. En variante, pour les très petites hottes d'extraction, on peut envisager une ouverture séparée pour l'air extérieur. Les hottes à extraction sont plus chères que les hottes à recyclage. Elles fonctionnent toutefois de façon plus efficace sur le plan hygiénique. Les odeurs, l'humidité et le monoxyde de carbone sont directement dirigés vers l'extérieur avec l'air évacué du plan de cuisson, généralement par le toit.

Plus d'infos

- Exigences en termes de renouvellement systématique de l'air dans un bâtiment Minergie: www.minergie.ch/renouvellement-de-lair
- Appareils d'aération douce contrôlés et déclarés: www.deklariert.ch
- Protocole de réception: www.garantie-de-performance.ch

Liste de contrôle

Confort

- Exiger impérativement la garantie de performance lors de la commande.
- Important: les appareils de ventilation peuvent être commandés via différentes vitesses de ventilation.

Hygiène

- A contrôler impérativement: la position du captage d'air extérieur, de sorte que ni le pollen (arbustes) ni les gaz d'échappement (voitures) ne puissent s'infiltrer.
- Recommandation: faire afficher l'indication «Remplacer le filtre» sur l'appareil de ventilation; filtre à particules fines de classe F7 ou supérieure.
- Pour le nettoyage, penser à l'accessibilité des pièces de l'installation.
- Option: récupération d'humidité

Protection contre le bruit

- Exigence minimale dans les salons et chambres à coucher à 25 dB (A)

Efficacité énergétique

- Important: demander les résultats des tests des appareils de ventilation contrôlés.
- La consommation électrique est un critère de choix important pour les ventilateurs.
- En option: préchauffage de l'air entrant via un puits canadien, un échangeur de chaleur saumure-terre ou le système de chauffage.

Interfaces et mise en service

- En cas de foyers de combustion dans le logement, éviter à tout prix les dépressions.
- Extraction d'air dans la cuisine: choix entre hotte à recyclage ou hotte à extraction.
- La documentation complète de l'installation comprend le protocole de mise en service et la garantie de performance signée; celle-ci doit être exigée dès la commande.
- Le maître d'ouvrage peut demander une documentation supplémentaire relative aux valeurs de réglage.

Production d'eau chaude

Chauffe-eau combiné exigé



Production d'eau chaude

Pour produire de l'eau chaude dans un foyer, il existe deux procédés distincts: le système d'accumulateur (chauffe-eau) et les systèmes instantanés. Le système d'accumulateur maintient constamment une réserve d'eau donnée à la température souhaitée. Dans les systèmes instantanés, l'eau chaude n'est pas stockée; l'eau n'est chauffée que lorsqu'un robinet d'eau chaude est ouvert.

Chauffe-eau

- Dans la catégorie des chauffe-eau, on distingue les chauffe-eau électriques simples et les chauffe-eau combinés. Tandis que dans les chauffe-eau électriques, l'eau est chauffée exclusivement au moyen d'énergie électrique, on utilise dans le cas des chauffe-eau combinés une deuxième ou même une troisième source d'énergie. La deuxième source d'énergie est l'installation de chauffage (chauffage au mazout ou au gaz, pompe à chaleur, chauffage au bois) ou une installation solaire.
- Généralement, les chauffe-eau sont utilisés aussi bien dans de petits bâtiments que dans de plus grands. Ils doivent être adaptés à la consommation d'eau chaude dans le bâtiment. En effet, s'ils sont trop petits, cela engendre des variations dans la température de l'eau lorsque de l'eau chaude est soutirée simultanément à plusieurs endroits. Lorsque l'eau chaude est produite au moyen d'éner-



La consommation d'énergie pour la production d'eau chaude est un poste important dans une maison bien isolée.

Variante de système	Générateur de chaleur principal	Production d'eau chaude	Installation solaire
Combustibles fossiles	Chaudière à combustibles fossiles	Chauffe-eau combiné	Capteurs solaires judicieux
Bois	Chaudière à bois	Chauffe-eau combiné	Capteurs solaires judicieux
PAC	Pompe à chaleur	Chauffe-eau combiné	Photovoltaïque judicieux
Production d'eau chaude séparée	Générateur de chaleur principal privilégié	Chauffe-eau à PAC (séparé)	Photovoltaïque judicieux
Production d'eau chaude séparée	Générateur de chaleur principal privilégié	Chauffe-eau électrique séparé*	Capteurs solaires indispensables

* autorisé uniquement avec un préchauffage non électrique de l'eau chaude

La bonne combinaison: accumulateur d'eau de chauffage avec réservoir d'eau chaude intégré, chaudière et installation solaire.

gie solaire, le chauffe-eau doit être de plus grande taille, afin de pouvoir exploiter l'effet d'accumulation. Ainsi, une maison familiale équipée de capteurs solaires aura besoin d'un chauffe-eau environ 60 pour cent plus grand qu'un chauffe-eau traditionnelle. En raison des déperditions de chaleur dans les conduites d'eau chaude, dans les immeubles d'habitation, on réalise généralement une circulation d'eau chaude dans les conduites au moyen d'une pompe. Dans les maisons familiales, les conduites d'eau chaude sont la plupart du temps maintenues à température au moyen d'un chauffage d'appoint. Pour économiser l'électricité, la pompe de circulation tout comme le chauffage d'appoint doivent être arrêtés la nuit.

Systèmes instantanés

- Les systèmes instantanés ont l'avantage de ne fonctionner que lorsque de l'eau chaude est effectivement demandée; il n'y a donc aucune «déperdition d'attente» comme dans le cas d'un chauffe-eau. Toutefois, les systèmes instantanés ne sont intéressants sur le plan énergétique que si l'eau chaude n'est pas demandée en permanence, ni en grande quantité. Ils sont donc principalement utiles dans le cas de points de soutirage périphériques et rarement utilisés (bureaux, studios en location occasionnelle, douches au sous-sol, etc.).
- Ces systèmes instantanés devraient être complètement débranchés en cas de non utilisation.

Pas uniquement à l'électricité

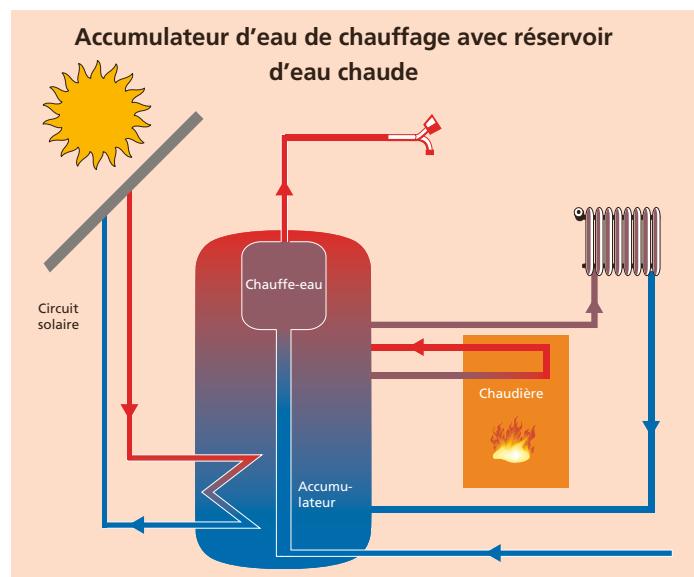
- Les chauffe-eau électriques simples ne répondent plus aux exigences actuelles en matière d'efficacité énergétique. Ainsi, la nouvelle loi sur l'énergie (modèles de prescriptions des cantons dans le domaine énergétique 2008 respectivement 2014) interdit l'installation de ces appareils. Les cantons qui adhèrent à cette loi prescrivent

désormais de préchauffer l'eau, au moins pendant la période de chauffe, à l'aide du système de chauffage ou au moyen d'une énergie renouvelable. Seuls sont donc encore autorisés aujourd'hui les chauffe-eau combinés pouvant être raccordés au chauffage ou à des capteurs solaires, ou les chauffe-eau à pompe à chaleur.

- Lors du remplacement du chauffe-eau dans les constructions anciennes, la loi autorise les chauffe-eau électriques simples,

Consommation d'eau et température du chauffe-eau

Le besoin personnel en eau chaude dépend fortement de facteurs individuels: par exemple, les habitants prennent-ils uniquement des douches ou prennent-ils également souvent un bain? On retient comme valeur de référence, pour un immeuble d'habitation, environ 30 litres d'eau chaude par personne et par jour; pour une maison familiale ou des appartements ayant leur propre chauffe-eau, il faut compter de 30 à 60 litres d'eau chaude par jour et par personne. Ces valeurs se rapportent à une température d'eau chaude de 60 °C dans le chauffe-eau. Pour des raisons d'hygiène, la température d'eau recommandée dans le chauffe-eau est comprise entre 55 °C et 60 °C. La température du chauffe-eau doit être réglée de manière à ce que la température de l'eau chaude dans les conduites ne retombe pas en dessous de 50 °C (plus les conduites sont longues, plus la température de l'eau doit être élevée dans le chauffe-eau).



Besoin en eau chaude dans le foyer (valeurs indicatives)

	Lavage des mains	Bain	Douche	Lave-vaisselle	Evier de cuisine
Eau chaude	2 l – 3 l	150 l	50 l	12 l – 15 l	40 l
Température	37 °C	37 °C	37 °C	60 °C	50 °C

dans la mesure où l'installation d'un chauffe-eau combiné ou couplé au chauffage n'est «pas supportable». Malgré tout, il est vivement recommandé d'installer un chauffe-eau combiné. En effet, lors du remplacement du chauffage, un chauffe-eau combiné devient obligatoire.

Module d'eau courante

Un module d'eau courante fonctionne comme un chauffe-eau instantané, c'est-à-dire un échangeur de chaleur externe, qui chauffe l'eau pour la cuisine et la salle de bain. L'échangeur préleve la chaleur de l'accumulateur. Ce système est largement répandu.

Légionnelles

Les légionnelles sont des bactéries qui peuvent déclencher, notamment chez les personnes dont le système immunitaire est affaibli (personnes âgées ou malades), une inflammation sérieuse des poumons (maladie du légionnaire). Les légionnelles vivent dans le système d'alimentation en eau et peuvent par exemple être respirées lors d'une douche. Par contre, il n'est pas dangereux de boire l'eau. Dans les bâtiments d'habitation, le risque de présence de légionnelles est généralement considéré comme faible. Quelques mesures préventives simples doivent toutefois être observées: une mesure très efficace consiste à maintenir constamment des températures élevées dans le réseau commun de distribution d'eau chaude. L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) recommande un réglage par défaut à 55 °C, la température minimale dans le réseau de distribution d'eau chaude ne devant en aucun cas descendre en dessous de 50 °C. En outre l'OFSP recommande de chauffer régulièrement l'eau chaude utilisée à 60 °C pendant une heure. Lorsque le chauffe-eau est réglé autour de 50 °C, il est intéressant d'envisager un enclenchement anti-légioncellose automatique. Une commande chauffe l'eau chaude présente dans le chauffe-eau à plus de 60 °C, tous les jours ou au moins une fois par semaine, afin de tuer les légionnelles éventuellement présentes.

L'énergie solaire pour la production d'eau chaude

Aujourd'hui, les capteurs solaires destinés à la production d'eau chaude se banalisent de plus en plus. Les prix croissants de l'énergie et les incertitudes quant à l'approvisionnement futur en pétrole font de l'énergie solaire une alternative abordable. L'avantage des capteurs solaires est indubitable: un investissement unique, pour récupérer de l'énergie pendant 25 ans quasiment sans aucun frais d'entretien. Malgré ce que peuvent en dire les irréductibles sceptiques, les installations sont fiables et ne nécessitent quasiment aucun entretien. Les installations compactes destinées à la production d'eau chaude présentent tout particulièrement un très bon rapport prix-performances. Avec une dimension de quatre à six m² pour les maisons familiales, les installations compactes ne posent généralement aucun problème architectural ou constructif et peuvent être aisément intégrées dans le paysage de toitures. L'orientation optimale est de quelques degrés au sud-ouest. Des écarts allant jusqu'à 45 degrés vers l'est ou l'ouest réduisent les rendements de moins de 10 pour cent. L'inclinaison des capteurs dépend des conditions d'utilisation: si l'on souhaite un meilleur rendement énergétique en hiver, les capteurs doivent être relativement pentus. Si l'on souhaite privilégier le rendement estival, les capteurs doivent être installés plus à plat.

Mesures anti-légioncellose

- **Circulation:** les points de soutirage n'ayant pas été utilisés pendant une période prolongée doivent être rincés pendant quelques minutes avant utilisation (à l'eau chaude).
- **Nettoyage:** les chauffe-eau et systèmes de conduites très encrassés et entartrés doivent être nettoyés et désinfectés.
- **Planification:** dimensionner les installations selon les besoins, prévoir des conduites courtes, utiliser des matériaux résistants à la corrosion avec des surfaces lisses, bien isoler les conduites d'eau chaude.

Liste de contrôle

- Si possible, chauffer l'eau chaude via le chauffage (chauffe-eau combiné).
- Même pour un simple remplacement de chauffe-eau, opter pour un chauffe-eau combiné (avec registre solaire ou registre fossile).
- La température de l'eau chaude doit pouvoir être sélectionnée par un simple réglage sur le chauffe-eau.
- Recommandation: opter pour un chauffe-eau avec enclenchement anti-légioncellose.
- La production d'eau chaude doit pouvoir être arrêtée sans qu'il soit nécessaire de mettre le chauffage hors service (vacances).
- Utiliser une robinetterie à économie d'eau (label Energy).

Appareils et éclairage

Economies d'énergie sans effort



Appareils et éclairage

Appareils ménagers

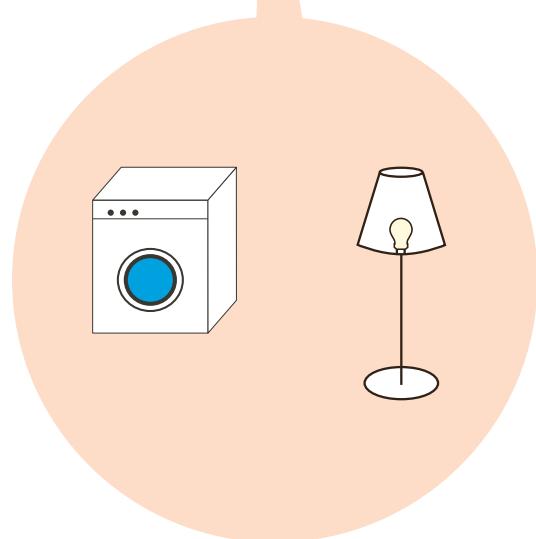
Les appareils ménagers à faible consommation électrique sont particulièrement rentables, même si leur prix d'achat est légèrement plus élevé. Une famille suisse moyenne ayant opté exclusivement pour des appareils ménagers à haute efficacité énergétique économise environ 4 000 francs d'électricité sur 15 ans.

Les appareils à haute efficacité énergétique ne sont pas seulement avantageux pour le budget familial, ils sont également plus respectueux de l'environnement: environ 37 pour cent de notre consommation électrique pourrait être économisée si nous utilisions uniquement des appareils à haute efficacité énergétique. Cela correspond à la production d'électricité de deux centrales nucléaires moyennes.

L'étiquetteEnergie

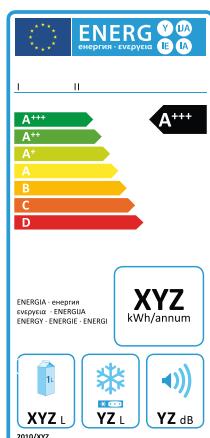
Le critère de choix essentiel pour les appareils ménagers est l'étiquetteEnergie désormais prescrite par la Confédération pour différents appareils. Ces appareils peuvent ainsi être classés selon leur étiquette énergétique. Celles-ci vont de la classe A pour les meilleurs appareils à la classe d'inefficacité G. Dans certaines catégories d'appareils, les appareils les plus efficaces sur le plan énergétique sont marqués A++ ou A+++. Les spécialistes recommandent d'opter de façon générale pour la classe d'efficacité énergétique la plus élevée: les prix parfois plus élevés des appareils sont la plupart du temps amortis en quelques années seulement grâce à l'économie d'électricité réalisée.

Notons que les lave-vaisselle affichent deux classes d'efficacité énergétique (pour l'efficacité énergétique globale, l'efficacité de lavage et l'efficacité de séchage). Il est donc recommandé de choisir un lave-vaisselle portant trois fois la classe A+++/A.



Un choix éclairé et une exploitation correcte des appareils ménagers et de l'éclairage permettent de réaliser facilement des économies d'énergie.

Il est en outre avantageux, si possible, de raccorder le lave-vaisselle à l'arrivée d'eau chaude. Cela permet de réduire la consommation électrique, notamment lorsque l'eau chaude sanitaire est produite au moyen d'une énergie renouvelable. Les lave-linge sont eux aussi affublés de deux classes d'efficacité énergétique (efficacité énergétique, efficacité de lavage et efficacité d'essorage). Là encore, il est recommandé d'opter pour des appareils dits «double A», c'est-à-dire présentant les classes d'efficacité A+++/A.



L'étiquetteEnergie montre le potentiel d'économie d'un appareil en termes de consommation d'énergie.

En outre, la taille des lave-linge doit être adaptée à leur utilisation. Les lave-linge proposés sur le marché sont en effet de plus en plus gros. Cela accroît la consommation d'eau et d'énergie pour des machines qui ne sont souvent pas tout à fait remplies.

Eclairage

Lampes à économie d'énergie et lampes halogènes

Les lampes à économie d'énergie et à fluorescence – en plus des LED – sont aujourd'hui les moyens d'éclairage les plus utilisés. Elles doivent appartenir à la classe d'efficacité énergétique A. Contrairement au préjugé très répandu, on trouve aujourd'hui des lampes à économie d'énergie et à fluorescence diffusant une lumière chaude. Elles sont désignées par l'appellation «blanc chaud extra» et par le chiffre 827. La qualité du rendu des couleurs est indiquée en indices. Toutes les lampes domestiques (lampes à incandescence et à fluorescence) atteignent aujourd'hui sans problème un haut niveau de qualité. Haut niveau, dans lequel ce sont les lampes à incandescence qui occupent la meilleure place. L'écart avec les meilleures lampes à fluorescence est toutefois si faible que même les spécialistes peinent à trouver une différence dans le rendu des couleurs.

Les lampes halogènes, pour leur part, nécessitent nettement plus d'énergie que les lampes à économie d'énergie. Elles sont toutefois utilisées dans de nombreux endroits. Il est important de veiller à placer le transformateur basse tension d'une lampe halogène derrière un commutateur marche-arrêt. C'est la seule manière pour qu'aucun courant ne soit consommé lorsque la lampe est éteinte. Sinon, le



Les lampes à économie d'énergie avec l'appellation «blanc chaud extra» diffusent une lumière chaude.

Topten – L'efficacité énergétique d'un seul coup d'œil

[topten.ch](http://www.topten.ch) est un portail Internet de l'Agence suisse pour l'efficacité énergétique S.A.F.E., soutenu par le WWF et par de nombreux partenaires et autres associations environnementales. Ce portail présente gratuitement et de façon indépendante, aux consommateurs, les produits qui sont à la fois efficaces sur le plan énergétique et respectueux de l'environnement, dans le domaine de l'éclairage, de la bureautique, de la maison, du ménage, de la mobilité et de l'entretien, et propose des outils d'aide à l'achat. Les listes sont régulièrement actualisées. Pour en savoir plus, www.topten.ch.



Il est recommandé aux gérances d'immeubles, aux coopératives immobilières et aux propriétaires d'optimiser l'achat des appareils ménagers en optant en première priorité pour des appareils à haute efficacité. Si cela n'est pas possible pour des raisons techniques ou économiques, on peut alors se rabattre sur la deuxième priorité.

Appareils ménagers	Critères	1ère priorité	2ème priorité
Réfrigérateurs Congélateurs-armoires Congélateurs-bahuts	Efficacité énergétique	A+++ A++	
Lave-vaisselle	Efficacité énergétique Efficacité de séchage Raccordement à l'eau chaude	A+++ A Recommandé	
Fours	Efficacité énergétique	A	
Tables de cuisson	Technologie	Induction	Vitrocéramique
Lave-linge	Efficacité énergétique Efficacité d'essorage Raccordement à l'eau chaude	A+++ A Recommandé	
Sèche-linge	Efficacité énergétique	A (avec pompe à chaleur)	
Sèche-linge à air soufflé Armoires de séchage	Efficacité énergétique selon le VRWT www.vrwt.ch	A+	

transformateur est en permanence sous tension (déperditions de veille). Néanmoins, les lampes halogènes haute tension (230 V) de la classe B ou C sont plus efficaces.

LED

Les LED (Light Emitting Diode) sont des diodes électroluminescentes. Il s'agit de composants électroniques totalement différents des lampes traditionnelles dans leur mode de fonctionnement.

Les LED blanches ont aujourd'hui une très bonne efficacité lumineuse et conviennent donc comme alternative aux lampes à incandescence et halogènes, particulièrement comme lampes de lecture et à éclairage ponctuel, et de plus en plus comme éclairage des locaux.

- Lampes de lecture: le faisceau d'une lampe à LED de 3 watts est nettement plus petit que celui d'une lampe halogène de 20 watts, mais la luminosité dans le faisceau est quasiment identique, ce qui est donc suffisant pour des lampes de lecture.
- Eclairage ponctuel: une lampe à LED peut éclairer les coins sombres (dans le couloir, dans des niches, etc.) afin de mettre un accent lumineux. Les lampes halogènes jusqu'à présent utilisées pour de telles applications sont souvent trop fortes.

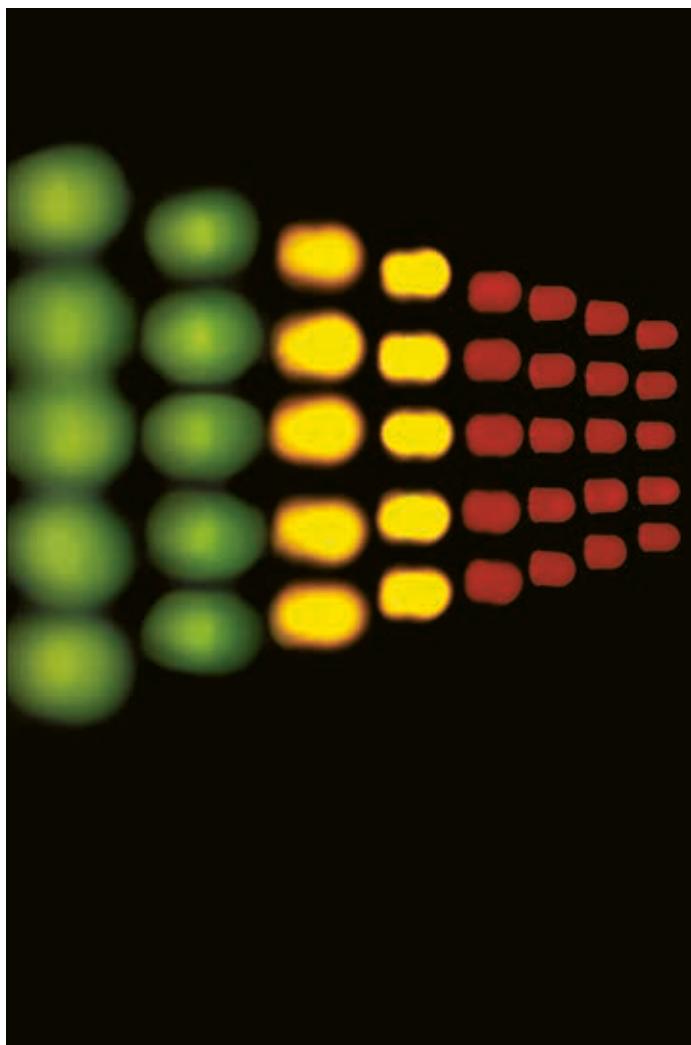
Liste de contrôle

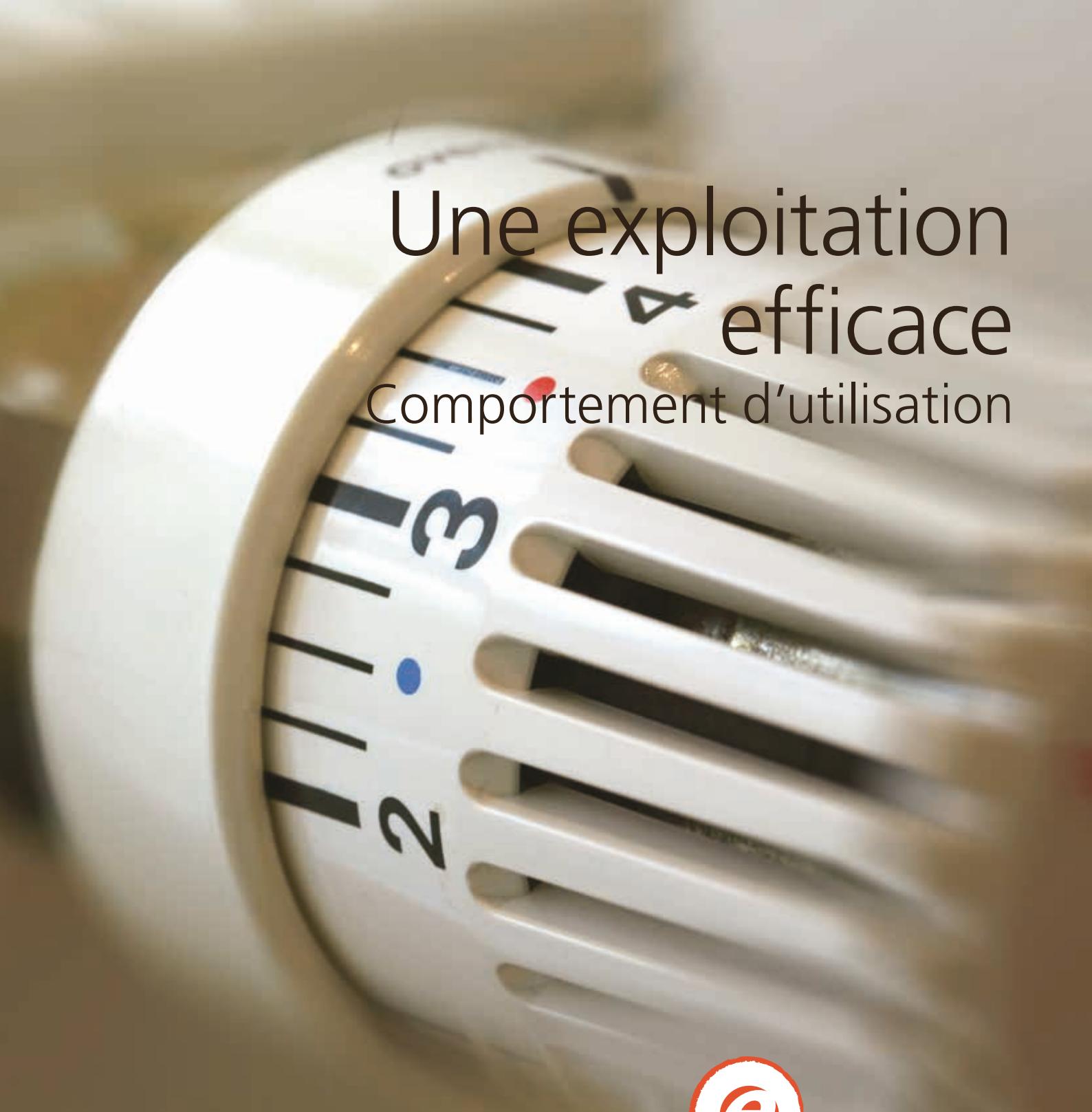
Appareils ménagers

- Recommandation: opter de façon générale pour des appareils appartenant à la classe d'efficacité énergétique la plus élevée.
- Les interrupteurs d'alimentation permettent d'éviter les déperditions de veille.
- Si possible, raccorder le lave-vaisselle à l'eau chaude.
- Renseignements sur l'efficacité énergétique des appareils, lampes et luminaires: www.geraetedatenbank.ch, www.top-tent.ch

Lampes

- Si possible, utiliser des lampes à économie d'énergie.
- Recommandation pour les lampes à économie d'énergie: les modèles portant l'appellation «blanc chaud extra» ou «827» diffusent une lumière aussi chaude que celle des ampoules à incandescence.
- Les LED sont appropriées aux lampes de lecture et lampes d'appoint.





Une exploitation
efficace

Comportement d'utilisation



Une exploitation efficace

Le besoin en énergie d'un bâtiment d'habitation peut être considérablement réduit par la rénovation de l'enveloppe du bâtiment. L'utilisation d'appareils à haute efficacité énergétique et un comportement d'utilisation responsable permettent également de réduire encore la consommation effective de chaleur et d'électricité. Les applications énergétiques suivantes dépendent directement des habitudes de vie des habitants:

- Chauffage et ventilation
- Consommation d'eau
- Appareils ménagers et éclairage

Comportement d'utilisation

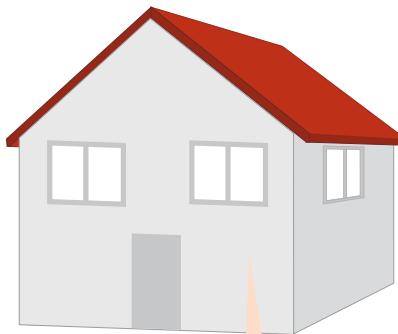
Dans un ménage, l'énergie est en majeure partie utilisée pour la chaleur utile. Un niveau de température adapté, la régulation précise du système de chauffage ainsi qu'une ventilation intelligente améliorent l'efficacité énergétique dans le logement. Des tests pratiques ont montré que la consommation effective dans plusieurs bâtiments d'habitation ayant le même standard de construction peut varier d'un facteur quatre en fonction du comportement des utilisateurs.

Ventilation

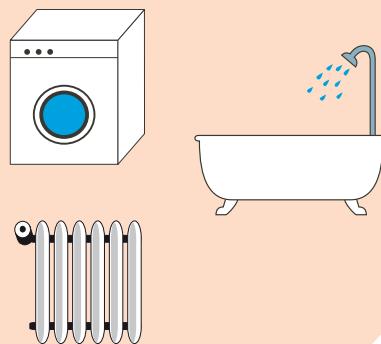
Une ventilation intelligente peut limiter la fuite de l'air intérieur chaud. Pour éviter les déperditions de chaleur incontrôlées, l'aération des pièces doit s'effectuer alternativement et en ne laissant les fenêtres ouvertes que quelques instants, et non toute la journée ou toute la nuit.

Températures ambiantes

Pour adopter un comportement efficace en termes d'économie d'énergie, il est également vivement recommandé d'attribuer à chaque pièce un régime de température spécifique. Dans les pièces fréquem-



Une consommation d'énergie plus économique est possible dans le domaine du chauffage, de la cuisine, de la toilette et d'autres activités.



ment utilisées, telles que le salon, la salle de bains ou le bureau, une température de 20 °C à maximum 22 °C est idéale; à l'inverse, dans une chambre à coucher ou une salle de jeux, des températures à partir d'environ 17 °C sont suffisantes. Augmenter la température ambiante d'un degré revient à augmenter la consommation d'énergie dans un bâtiment d'environ 6 pour cent.

Vannes thermostatiques

Pour réguler la température ambiante, on utilise des vannes de corps de chauffe ou des vannes thermostatiques. Les corps de chauffe peuvent être facilement rééquipés avec de telles vannes. Les vannes thermostatiques adaptent le débit de l'eau de chauffage au niveau de température souhaité dans la pièce. La position 3 de la vanne correspond environ à une température ambiante de 20°C. En cas d'absence pendant quelques jours, les vannes peuvent être redescendues d'un cran. Dans les pièces rarement utilisées telles que les chambres d'amis, les salles de jeux et autres, on choisira la position 1 ou 2. La position de nuit est indiquée par le caractère *. L'abaissement de nuit peut toutefois de préférence être réglé automatiquement, par la commande centrale du chauffage.

Commande du chauffage

S'il fait trop froid ou trop chaud dans les pièces d'habitation, cela signifie que l'installation de chauffage réagit avec retard ou de façon insuffisante à une variation des températures extérieures. Très souvent, les réglages de la commande du chauffage ne sont alors plus exacts. A l'aide du dossier de réception et du mode d'emploi, il est possible d'ajuster les valeurs initiales, par exemple pour la courbe de chauffe. Dans le cas des régulateurs de chauffage numériques ou plus généralement en cas de doute, il convient de faire appel à un technicien de service.

Régulation sur l'année entière

Les installations de chauffage modernes sont équipées de régulateurs sur l'année

entière, qui adaptent automatiquement la puissance: il n'est ainsi plus nécessaire de passer manuellement au mode d'exploitation de nuit ou d'été. Par contre, il est impératif de contrôler régulièrement les réglages de l'abaissement de nuit ou les temps d'allumage et d'arrêt.



Les vannes thermostatiques commandent le débit de l'eau de chauffage et adaptent la puissance de l'installation de chauffage en fonction du besoin.

Eau chaude, éclairage et appareils ménagers

La consommation électrique dans une maison d'habitation moyenne le montre: jusqu'à un tiers du besoin final en énergie est consommé sous forme d'électricité pour la production d'eau chaude et l'éclairage. Les modèles de prescription des cantons dans le domaine de l'énergie (MoPEC) prescrivent de restreindre la part de production d'eau chaude électrique. Au moins 20 % du besoin en énergie doit être couvert par le système de chauffage, des capteurs solaires ou un chauffe-eau à pompe à chaleur.

Economiseur d'eau, lampe et lave-linge à haute efficacité énergétique.

Chauffe-eau

Le niveau de température dans le chauffe-eau peut être réglé à 55 °C à 60 °C. Les dépôts de calcaire sont ainsi réduits, tout en empêchant la prolifération des légionnelles. L'utilisation économique d'eau chaude contribue en outre à réduire la consommation d'énergie. Les lavabos et pommes de douche peuvent à cet effet être équipés de réducteurs de débit et d'économiseurs d'eau.

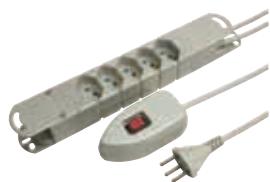


Appareils ménagers

La plupart des appareils ménagers sont déclarés dans le commerce avec une étiquette Energie. Outre l'évaluation de la consommation électrique, certains types d'appareils sont également classés en fonction de leur consommation d'eau ou de leur efficacité de lavage et de séchage. Dans le cas des lave-linge et des réfrigérateurs, la meilleure désignation est par exemple A+++. Les appareils appartenant à la classe d'efficacité la plus élevée sont plus efficaces de moitié sur le plan énergétique que les modèles conventionnels. Leur utilisation est donc recommandée,



Pièce	Température recommandée	Réglage de la vanne thermostatique
Salon	20°C à 22°C	3 à 4
Chambre à coucher	17°C à 18°C	2
Salle de bains, WC	20°C à 22°C	3 à 4
Bureau	20°C	3
Salle de jeux	17°C à 18°C	2
Divers (p. ex. couloir)	17°C à 18°C	2



Les multiprises permettent de désactiver individuellement les appareils électroniques.

et ce pas uniquement dans les bâtiments Minergie et Minergie-P. Des économies d'énergie ou d'électricité supplémentaires peuvent également être réalisées en raccordant les lave-linge ou les lave-vaisselle à l'arrivée d'eau chaude.

Une grosse consommatrice d'électricité: la veille

Les téléviseurs, lecteurs vidéo, installations stéréo ou appareils de bureau consomment, en mode de veille, selon les modèles de calcul, environ 400 kWh de courant par an et par ménage. Les appareils électriques qui ne sont jamais désactivés consomment en mode de veille plus des deux tiers du courant nécessaire à leur fonctionnement effectif. Astuce: les programmeurs et prises multiples déconnectent totalement un appareil du secteur (aucune déperdition de veille).

Plus d'infos

- Appareils ménagers à haute efficacité énergétique: www.topten.ch
- Prescriptions relatives à l'étiquetteEnergie: www.etiquetteenergie.ch
- Eclairage à haute efficacité énergétique: www.toplicht.ch
- Utilisation rationnelle de l'énergie dans un bâtiment: www.bien-construire.ch

Consommation d'énergie dans une maison familiale rénovée		
Utilisation	Consommation d'énergie	Parts
Chauffage	8000 kWh	53,0 %
Eau chaude (chauffe-eau)	2700 kWh	18,0 %
Eclairage	2500 kWh	16,8 %
Cuisine	700 kWh	4,7 %
Lavage et séchage	700 kWh	4,7 %
Brûleurs et pompes	400 kWh	2,8 %
	15 000 kWh	100,0 %

Liste de contrôle

Astuces d'économie pour le chauffage ambiant

Avant la saison de chauffe

- Ne pas recouvrir les corps de chauffe par des rideaux.
- Vérifier les temps de fonctionnement du chauffage.
- Nettoyer la chufferie.
- Faire effectuer un entretien régulier par des spécialistes.
- Contrôler les réglages (notamment température limite de chauffe, courbe de chauffe).
- Astuce: lorsque la pompe de circulation est désactivée, la faire tourner brièvement une fois par mois.

Pendant la saison de chauffe

- Contrôler la courbe de chauffe.
- Aérer alternativement et brièvement les pièces chauffées.
- Fermer les volets de cheminée.
- Isoler les conduites dans les pièces froides.
- Vacances: mettre l'installation de chauffage en mode réduit ou l'arrêter.

Après la saison de chauffe

- Contrôler si la pompe de circulation est arrêtée (l'arrêter manuellement au besoin).
- Contrôler et comparer la consommation d'énergie à la fin de la période de chauffe.

Astuces d'économie pour l'eau chaude (chauffe-eau)

- Utiliser des économiseurs d'eau et des réducteurs de débit.
- Régler la température de l'eau chaude entre 55 °C et 60 °C.
- Utilisation de la chaleur rejetée: installer le chauffe-eau à proximité de la salle de bains ou dans celle-ci.
- Commander précisément les pompes de circulation.
- Raccorder le lave-vaisselle et le lave-linge au circuit d'eau chaude.

Astuces d'économie pour les appareils ménagers et l'éclairage

- Vérifier l'étiquetteEnergie.
- Supprimer les mises en veille: utiliser des multiprises ou des programmeurs.

Appareils	EtiquetteEnergie (meilleure classe)	Autres mesures
Lave-linge	A = efficacité énergétique A/A = efficacité énergétique/efficacité de séchage, resp. d'essorage	Raccorder à l'eau chaude
Lave-vaisselle	A+++/A	Raccorder à l'eau chaude
Réfrigérateur, congélateur-bahut	A+++	
Four, steamer	A	
Eclairage	A	
Appareil de climatisation	A	
Cuisinière électrique	Aucune étiquette Energie	Plaques à induction et tables de cuisson en vitro-céramique
Téléviseur	A	
Tumbler	A	

SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4, 3063 Ittigen · adresse postale: 3003 Berne
Tél. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch

Distribution: Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Vente/remise des publications,
3003 Berne
www.publicationsfederales.admin.ch

N° de commande: 805.010.f 10.2014/1000/860xxxxxx