

# Rénovation des bâtiments

Comment réduire de moitié la consommation  
énergétique dans une maison individuelle grâce à  
des mesures ciblées



## Réduire de moitié sa consommation d'énergie

Profitez de la rénovation de votre bâtiment pour réduire de moitié votre consommation énergétique grâce à des mesures ciblées! C'est le seul moyen de garantir la valeur de l'immeuble à long terme et d'en améliorer le confort.

Destinée aux propriétaires, la présente brochure donne une idée précise de la manière d'optimiser correctement un bâtiment sur le plan énergétique. Lors de son élaboration, nous avons veillé à présenter la matière de façon simple et claire. Cet effort de simplification s'est fait au détriment de l'exhaustivité des informations. La brochure ne remplace donc pas le recours à des spécialistes pour la planification et la réalisation.

### SuisseEnergie

Le programme SuisseEnergie a vu le jour sous l'impulsion du Conseil fédéral, dans le but de favoriser l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. A cet effet, il sensibilise les personnes en Suisse aux thèmes de l'énergie, encourage les projets innovants et soutient la formation de même que la formation continue des professionnels. Le programme permet ainsi aux innovations de percer sur le marché, d'y prendre pied et de gagner en visibilité. Qu'il s'agisse d'énergies renouvelables ou d'utilisation efficace de l'énergie, SuisseEnergie conseille et informe les personnes intéressées.

### Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK)

Conformément à la Constitution fédérale, les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments sont en premier lieu du ressort des cantons. La Conférence des services cantonaux de l'énergie favorise et coordonne la collaboration des cantons.

### Partenaires

La présente brochure a été élaborée par les partenaires suivants:



© Le copyright est propriété des partenaires.

# Sommaire

- 04 Evaluation de la consommation d'énergie**
- 05 Certificat énergétique cantonal des bâtiments CECB
- 09 Construire et rénover selon Minergie
- 14 Où «disparaît» l'énergie?
- 16 Maintenir la valeur du bâtiment
- 18 Rénover avec stratégie
  
- 22 Réduire sa consommation d'énergie en dix étapes**
- 23 1. Optimisation de l'exploitation
- 26 2. Fenêtres
- 29 3. Rénovation des façades
- 31 4. Isolation des sols et des plafonds de cave
- 33 5. Isolation des toits et des sols des combles
- 36 6. Pose d'une ventilation contrôlée
- 41 7. Chauffage et production d'eau chaude
- 44 8. Energie solaire thermique
- 47 9. Electricité
- 51 10. Electricité d'origine solaire
  
- 53 Marche à suivre pour rénover correctement**
- 54 Suivre la bonne procédure
- 56 Permis de construire, protection du patrimoine bâti
- 58 Financement, impôts, aides financières
  
- 60 Pour en savoir plus**

# Evaluation de la consommation d'énergie

Avant de rénover, il est important d'établir une évaluation du bâtiment. Il convient de considérer non seulement la consommation d'énergie et le potentiel d'économie, mais aussi les aspects financiers.

La consommation d'énergie d'un bâtiment dépend de plusieurs facteurs: le comportement des utilisateurs (température ambiante, périodes de consommation, aération), la qualité du bâtiment au plan énergétique (enveloppe et système de chauffage), etc. Le premier facteur ayant un grand impact, il n'est pas possible d'effectuer l'évaluation sur la base de valeurs de consommation effectives.

La consommation énergétique annuelle approximative et la surface chauffée d'un bâtiment donnent une valeur de référence qui permet d'établir une comparaison entre différents bâtiments.

Bâtiments	Consommation annuelle d'énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude par rapport à la surface chauffée	Première estimation approximative de la classe CECB
Energétiquement hautement efficaces	4-5 litres/m <sup>2</sup> a* 40-50 kWh/m <sup>2</sup> a	 B
Energétiquement moyennement efficaces	6-10 litres/m <sup>2</sup> a* 60-100 kWh/m <sup>2</sup> a	 D
Bâtiments construits avant 1970	12-15 litres/m <sup>2</sup> a* 120-150 kWh/m <sup>2</sup> a	 F

\* Quantité en équivalents de mazout

# Certificat énergétique cantonal des bâtiments CECB

Evaluation de la performance énergétique de l'enveloppe et du bâtiment entier. Le CECB désigne le «Certificat énergétique cantonal des bâtiments». Il permet d'évaluer l'ensemble du bâtiment sur le plan énergétique. Il s'agit d'un classement sur une échelle allant de A (très efficient) à G (très peu efficient) qui permet d'évaluer la performance de l'enveloppe et l'efficacité énergétique globale du bâtiment.

Grâce au CECB, il est possible d'évaluer la qualité du bâtiment en termes de demande en énergie et de confort d'habitation, et de la comparer avec d'autres bâtiments. Les valeurs calculées pour la demande en énergie ne se basant pas sur la consommation effective, mais sur des valeurs standard, elles ne dépendent pas des utilisateurs. Ainsi, la demande en énergie calculée diffère généralement de la consommation effective.

L'expert/e CECB de votre choix met également en évidence le potentiel d'optimisation au niveau de l'enveloppe et des installations techniques du bâtiment. Le CECB sert ainsi également de base pour planifier les mesures visant à optimiser le bâtiment au niveau de sa construction et de ses installations. Après une rénovation, le certificat peut être mis à jour très simplement.

## **CECB Plus**

Avec le CECB Plus, le CECB accompagné d'un rapport de conseil, vous obtenez des propositions concrètes pour améliorer énergétiquement votre bâtiment de façon optimale et économique. Pour économiser sur les coûts énergétiques et maintenir la valeur de votre bien immobilier.

Le CECB Plus présente le détail ainsi que les coûts des mesures d'amélioration énergétique pour l'enveloppe du bâtiment, le chauffage et la production d'eau chaude ainsi que pour l'éclairage et les appareils électriques. Sur cette base, l'expert définit jusqu'à trois variantes de rénovation énergétique possibles accompagnées des subventions correspondantes. Ces variantes aident les propriétaires à décider quelles mesures ils souhaitent entreprendre à quel moment. Ils peuvent ainsi se rendre compte des coûts à prévoir et des économies d'énergie visées.

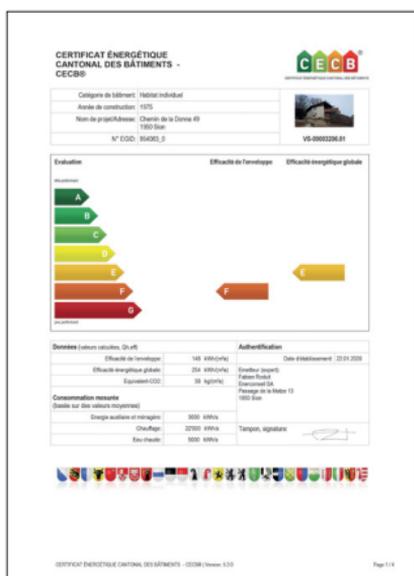
En tant que propriétaire, vous obtenez toutes les informations importantes dans un document. L'expert CECB vous conseille au cours d'un entretien sur la meilleure façon de réaliser votre modernisation de manière efficace.

### Le certificat énergétique cantonal des bâtiments

Le CECB repose sur des critères et des calculs uniformes. Composé de quatre pages, le document comprend la classification énergétique du bâtiment sous la forme d'une étiquette-énergie et présente les principales grandeurs de référence.

### Un CECB

- est établi par un spécialiste qualifié
- est valable jusqu'à ce que des modifications soient entreprises sur l'enveloppe ou les installations techniques du bâtiment ou
- au maximum pendant une durée de 10 ans.



Caractéristiques typiques des classes CECB figurant sur l'étiquette-énergie.

	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
<b>A</b>	Très bonne isolation thermique, fenêtre avec triple vitrage de protection thermique. Jusqu'à 25 kWh/m <sup>2</sup> a*.	Eclairage et installations techniques du bâtiment très performants (chauffage et eau chaude). Appareils de pointe, utilisation d'énergie renouvelable.
<b>B</b>	Les nouvelles constructions atteignent la catégorie B selon les exigences légales. Jusqu'à 50 kWh/m <sup>2</sup> a*.	Standard de construction pour nouveaux bâtiments (enveloppe et technique du bâtiment). Utilisation d'énergie renouvelable.
<b>C</b>	Anciennes constructions dont l'enveloppe a été rénovée entièrement. Jusqu'à 75 kWh/m <sup>2</sup> a*. Année de construction dès 2000.	Anciennes constructions entièrement réhabilitées (isolation thermique et installations techniques), généralement avec utilisation d'énergie renouvelable.
<b>D</b>	Bâtiment bien et complètement isolé ultérieurement, mais avec des ponts thermiques résiduels. Jusqu'à 100 kWh/m <sup>2</sup> a*. Année de construction dès 1990.	Bâtiment réhabilité dans une large mesure, avec toutefois des lacunes manifestes, ou sans utilisation d'énergie renouvelable.
<b>E</b>	Bâtiment dont l'isolation thermique a été considérablement améliorée, y compris par la pose de nouveaux vitrages isolants. Jusqu'à 125 kWh/m <sup>2</sup> a*.	Bâtiment partiellement rénové, avec un nouveau générateur de chaleur et éventuellement de nouveaux appareils et un nouvel éclairage.
<b>F</b>	Bâtiment partiellement isolé thermiquement. Jusqu'à 150 kWh/m <sup>2</sup> a*.	Bâtiment tout au plus réhabilité partiellement, avec remplacement de certains équipements ou utilisation d'énergie renouvelable.
<b>G</b>	Bâtiment non rénové, avec au plus une isolation incomplète ou défectueuse, posée ultérieurement, et ayant un gros potentiel de rénovation. Plus de 150 kWh/m <sup>2</sup> a*.	Bâtiment non rénové, sans utilisation d'énergies renouvelables, et ayant un gros potentiel de rénovation.

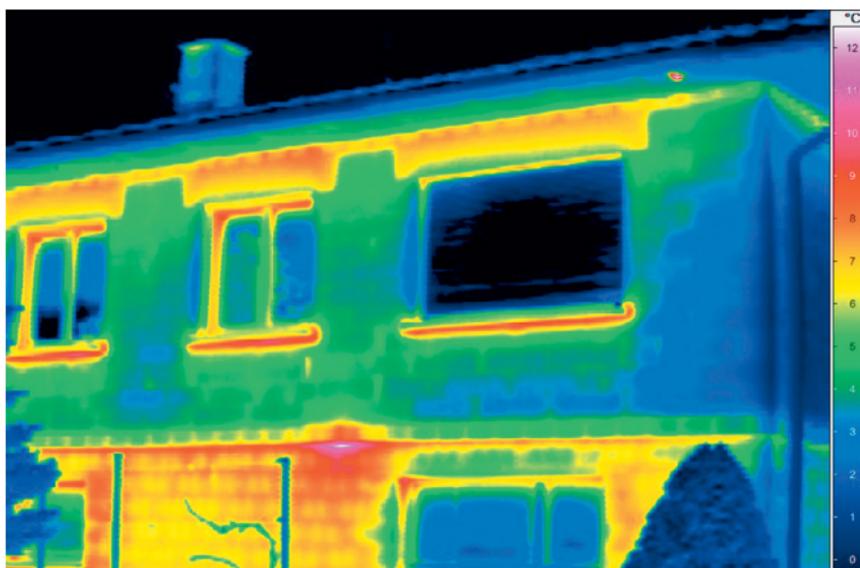
\* Besoins de chaleur typiques pour le chauffage

### La thermographie: une aide importante

La thermographie permet d'obtenir une image thermique des déperditions thermiques. Ces dernières sont mises en évidence par un dégradé de couleurs chaudes et froides qui est parlant même pour les non-spécialistes.

Avant la prise extérieure (ou après celle-ci), il est impératif de visiter le bâtiment de jour et de prendre des clichés thermographiques complémentaires de l'intérieur. Une bonne étude thermographique comprend en outre un rapport et des explications concernant les différentes images présentées. L'interprétation des clichés nécessite en effet des connaissances spécialisées sur les caractéristiques des matériaux, la technique photographique et les facteurs d'influence environnementaux. Dans cet objectif, les experts travaillent également en collaboration avec des conseillers en énergie et disposent parfois eux-mêmes d'une formation complémentaire dans le domaine de l'énergie.

La thermographie ne remplace nullement le CECB, mais elle peut le compléter à l'aide de précieuses informations.



# Construire et rénover selon Minergie

Minergie est un label de construction suisse pour les bâtiments neufs ou rénovés. Outre un niveau de confort élevé des espaces de vie et de travail, les bâtiments au bénéfice d'un certificat Minergie se caractérisent par le recours à une part d'énergies renouvelables et par de faibles besoins en énergie.

Les exigences de Minergie sont plus élevées que celles prescrites par la loi et leur respect est contrôlé de manière exhaustive par l'office de certification concerné. Une rénovation selon Minergie permet de réduire de deux tiers les besoins en énergie. Les bâtiments certifiés Minergie peuvent bénéficier de conditions d'intérêts spéciales auprès de nombreux établissements proposant des hypothèques. Ils atteignent également une valeur de revente plus élevée sur le marché.

L'association Minergie certifie les bâtiments selon trois labels de construction différents. Comparées aux nouvelles constructions, les exigences de ces trois labels sont adaptées à la rénovation de bâtiments existants. S'agissant des rénovations, le label de construction Minergie et le produit complémentaire ECO sont à l'honneur.

## **Minergie**

Le label Minergie est adapté aux bâtiments équipés d'installations techniques efficaces ayant majoritairement recours aux énergies renouvelables et présentant de faibles besoins en chaleur pour le chauffage. S'agissant des bâtiments d'habitation, il est possible de demander un certificat Minergie selon une procédure de certification simplifiée intitulée modèle de rénovation Minergie.

### **Produit complémentaire ECO**

Grâce au choix minutieux des matériaux, à des méthodes de construction innovantes et à une architecture intelligente, ECO est à même de garantir une construction particulièrement saine et écologique.

Les exigences des deux autres labels de construction servent d'orientation pour les nouvelles constructions et déterminent une large palette des mesures à prendre en cas de rénovation.

### **Minergie-P**

Le label Minergie-P caractérise des bâtiments à très basse consommation d'énergie équipés d'une excellente enveloppe thermique, qui utilisent également l'apport de chaleur solaire et couvrent leurs besoins énergétiques exclusivement à l'aide des énergies renouvelables.

### **Minergie-A**

Les bâtiments certifiés Minergie-A présentent un bilan énergétique annuel positif grâce à un concept de bâtiment élaboré, un système d'auto-production de l'électricité et des appareils de très haute efficacité.

### **Produits complémentaires SQM Construction et SQM Exploitation**

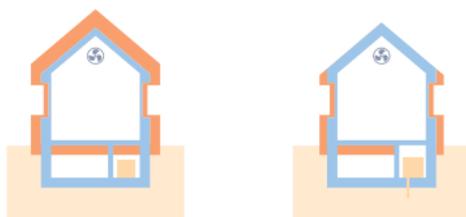
Qualité et confort sont garantis par une documentation sans faille du processus de construction et par des contrôles sur site.



## Modèles de rénovation

Minergie propose cinq solutions systémiques pour une rénovation énergétique simplifiée mais de haute qualité. En cas de mise en œuvre réussie, un certificat Minergie est établi.

Les cinq modèles de rénovation combinent des mesures liées à l'enveloppe du bâtiment, à la production de chaleur et la ventilation contrôlée ainsi qu'à l'électricité. Différentes exigences minimales



	Modèle 1 Bâtiments anciens peu isolés	Modèle 2 Bâtiments neufs ou partiellement rénovés
Enveloppe du bâtiment Valeur U (W/m <sup>2</sup> K)	Toit ≤ 0,17 Mur extérieur ≤ 0,25 Fenêtres ≤ 1,00 Sol ≤ 0,25	Toit ≤ 0,30 Mur extérieur ≤ 0,40 Fenêtres ≤ 1,00 Sol ≤ 0,25
ou CECB	B	C
Production de chaleur	Fossile avec solaire thermique	PAC, chauffage à
Renouvellement de l'air*	Avec récupération de chaleur	Avec ou sans
Electricité	40% des économies possibles ou	

\* Toutes les solutions nécessitent une ventilation contrôlée.

Pour un assainissement énergétique simple mais efficace, le label Minergie propose cinq solutions systémiques. Source: Minergie

peuvent être fixées par le biais de combinaisons judicieuses. Plus les valeurs d'isolation de l'enveloppe du bâtiment sont basses, plus le choix en lien avec la production de chaleur s'annonce vaste. En contrepartie, un système de production de chaleur efficace permet une plus grande marge de manœuvre: il est ainsi possible de renoncer par exemple à l'isolation d'une façade existante, pour autant que le chauffage au mazout soit remplacé par une pompe à chaleur efficace.



Modèle 3 Bâtiments neufs ou partiellement rénovés	Modèle 4 Bâtiments neufs ou partiellement rénovés	Modèle 5 Bâtiments urbains ou contigus
Toit $\leq 0,25$	Toit $\leq 0,17$	Toit $\leq 0,17$
Mur extérieur $\leq 0,50$	Mur extérieur $\leq 0,70$	Mur extérieur $\leq 1,10$
Fenêtres $\leq 1,00$	Fenêtres $\leq 1,00$	Fenêtres $\leq 0,80$
Sol $\leq 0,25$	Sol $\leq 0,25$	Sol $\leq 0,25$
C	C	C

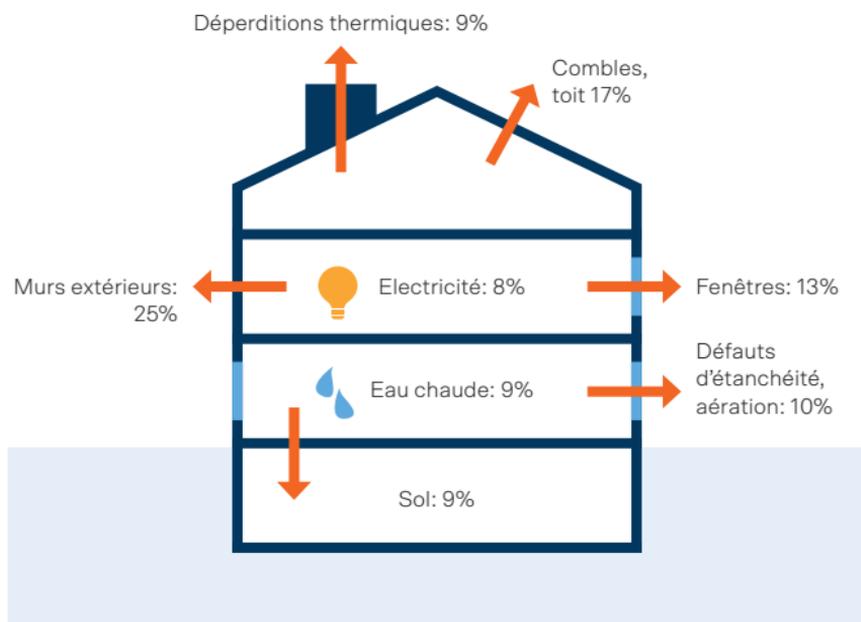
distance ou bois avec solaire thermique

récupération de chaleur

installation PV (min. 5 Wp pro m<sup>2</sup>)

# Où «disparaît» l'énergie?

Sur la consommation totale d'énergie d'une maison individuelle standard n'ayant pas encore été rénovée (où 100% correspondent à la totalité de l'approvisionnement énergétique pour le chauffage, l'eau chaude et l'électricité), les déperditions de chaleur liées à l'enveloppe et l'utilisation d'énergie de différentes parties du bâtiment représentent les pourcentages suivants:



Ampleur des pertes d'énergie dans une maison individuelle n'ayant pas été rénovée à ce jour.

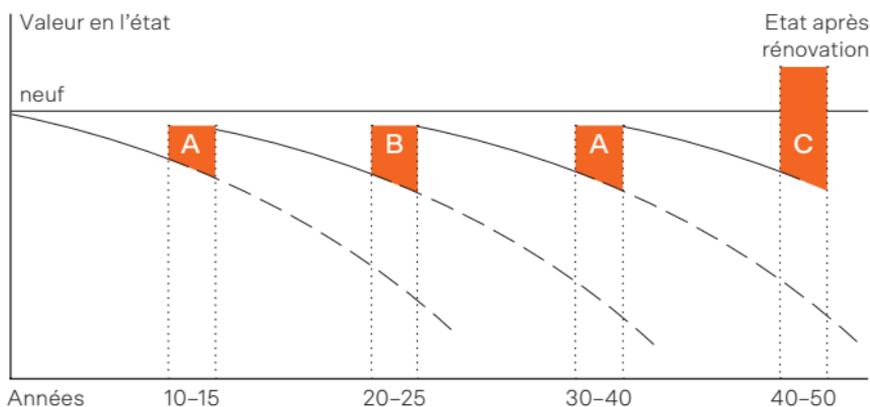
## Potentiel d'économies

Pour les bâtiments qui n'ont jamais été rénovés en vue d'améliorer leur performance énergétique, le potentiel d'économies d'énergie pour le chauffage, l'eau chaude et l'électricité se situe aux alentours de 50% voire plus. Dix mesures permettant d'atteindre cet objectif sont présentées aux pages 22 à 52.

- ✓ Demandez un CECB Plus: vous obtiendrez une évaluation claire de la performance énergétique de votre bâtiment et découvrirez où se situe le potentiel d'amélioration.
- ✓ L'expérience démontre qu'une rénovation poussée permet de réduire d'au moins 50% la consommation d'énergie et d'augmenter le niveau de confort du bâtiment.
- ✓ Pour rénover, il est conseillé d'appliquer le label de construction Minergie, qui peut également être atteint à l'aide des modèles de rénovation.

# Maintenir la valeur du bâtiment

Chaque bâtiment subit un processus naturel de vieillissement, entraînant chaque année une diminution de sa valeur correspondant à 1-2% des coûts de construction initiaux (compte tenu du renchérissement, mais pas de la valeur du terrain). Par exemple, au bout de 50 ans, une maison aura perdu la moitié de sa valeur, si aucun investissement n'a été consenti pour maintenir cette valeur.



Le graphique ci-dessus indique l'évolution naturelle de la valeur d'un bien en fonction de l'état du bâtiment concerné et des mesures pouvant être prises pour contrer la perte de la valeur.

### **A. Maintien de la valeur (petits travaux de remise en état)**

Les premières mesures doivent être prises au bout de 10 à 15 ans d'utilisation: remplacement des sols, des revêtements muraux, etc.

### **B. Rénovation partielle (grands travaux de remise en état)**

Des travaux importants doivent être effectués après 20 à 25 ans: réaménagements intérieurs (salle de bain / toilettes, cuisine, éléments de l'enveloppe, installations, etc.).

### **C. Rénovation complète**

En général, des travaux complets de réfection sont requis au bout de 40 à 50 ans: rénovation de l'enveloppe, des installations et autres dispositifs du bâtiment; réaménagement intérieur complet etc. Suivant l'étendue des travaux réalisés, la valeur effective du bâtiment après une rénovation complète peut être supérieure ou inférieure à la valeur à neuf.

Très souvent, les mesures de rénovation sont repoussées et effectuées trop tardivement. Pour cette raison, il convient d'effectuer des provisions chaque année correspondant à 1-2% de la valeur du bien.

# Rénover avec stratégie

Le montant à investir dans un bâtiment dépend de sa valeur sur le marché ainsi que des besoins en matière d'habitat.

## Opter pour la bonne stratégie en matière de rénovation

Si les investissements consentis ne sont pas suffisants, l'immeuble en question risque de perdre de sa valeur. A l'inverse, des investissements trop importants représentent une perte financière. L'appréciation subjective du propriétaire à ce sujet pouvant souvent être trompeuse, il est recommandé de définir une stratégie à l'aide des schémas présentés aux pages 20 et 21. L'évaluation se déroule en 3 étapes:

### **1<sup>ère</sup> étape: évaluer le bâtiment et son potentiel sur le marché**

Pour savoir si les conditions propres à une rénovation sont réunies, il convient de procéder à l'évaluation du bâtiment. Ce faisant, il est impératif de tenir compte du fait qu'en rénovant, nombre d'éléments du bâtiment ne peuvent pas être modifiés.

Le site et la situation du marché déterminent si la rénovation peut être répercutée sur le prix de vente ou de location.

### **2<sup>ème</sup> étape: choisir une stratégie pour rénover le bâtiment**

Les deux critères d'évaluation susmentionnés permettent de choisir une stratégie parmi les quatre stratégies suivantes:

- Rénovation complète
- Rénovation partielle
- Nouvelle construction de remplacement
- Maintien de la valeur

En optant pour une stratégie qui convient à l'immeuble en question, il y a peu de risque de «se tromper».

### 3<sup>ème</sup> étape: définir les mesures de rénovation

Pour chaque stratégie, il est indiqué lesquelles des mesures de rénovation suivantes (1-10) sont pertinentes et quel label énergétique devrait être visé.

Définir une stratégie pour la rénovation aide à déterminer quel montant doit être investi dans cette opération. Pour décider de la stratégie optimale, il suffit d'évaluer l'état du bâtiment et son potentiel sur le marché immobilier. Il n'est pas nécessaire que cette évaluation soit d'une précision scientifique, mais qu'elle reflète objectivement la situation.

Substance bâtie	+	-
<b>Consommation d'énergie</b> Un CECB permet d'évaluer l'efficacité énergétique du bâtiment (pages 5-7).		
<b>Etat de la construction</b> Quel est l'état du toit, des façades, des fenêtres (éventuels dégâts) ainsi que des installations techniques (chauffage, eau chaude)?		
<b>Standard de l'aménagement</b> La salle de bain, les toilettes, la cuisine sont-elles bien équipées? Cet équipement correspond-il aux standards actuels? Quel est le standard des pièces d'habitation?		
<b>Répartition des pièces et surface</b> La répartition des pièces et les surfaces d'habitation correspondent-elles aux besoins? Est-il possible de modifier cette répartition facilement?		
<b>Evaluation globale</b>		

Potentiel sur le marché	+	-
<b>Situation (localisation)</b> Le bâtiment concerné est-il bien situé (commune, bruit, vue, proximité des commerces, transports publics)?		
<b>Utilisation</b> Le bien est-il occupé par les propriétaires ou est-il loué? Y a-t-il un intérêt à continuer de l'exploiter? Les propriétaires sont-ils prêts à consentir des dépenses pour obtenir une plus-value?		
<b>Possibilité de réaménagement</b> Est-il possible de mieux exploiter le bien, de l'étendre ou de le réaménager en vue d'augmenter les revenus locatifs? Les prescriptions en matière de construction permettent-elles de réaliser une extension?		
<b>Evaluation globale</b>		

	Substance bâtie +	Substance bâtie -
Potentiel sur le marché +	Recommandation: rénovation complète	Recommandation: remplacement
Potentiel sur le marché -	Recommandation: rénovation partielle	Recommandation: préservation

### Rénovation complète

Il est judicieux d'opter pour une stratégie impliquant de grands travaux de rénovation, tant dans le but d'optimiser le bâtiment, que d'optimiser son prix lors d'une future vente éventuelle. Dans cette optique, il vaut la peine de réaliser des investissements visant à maximiser la valeur de l'objet concerné.

Mesures de rénovation: **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**  
Standard à atteindre: Classe CECB B/B,  
Minergie-A

### Rénovation partielle

Le bâtiment en bon état justifie le fait de procéder à une rénovation orientée sur le long terme. En tenant compte du marché immobilier du moment, les investissements doivent être consentis avec précaution. Il est possible d'élever la valeur du bâtiment au niveau approprié.

Mesures de rénovation: **1 2 3 4 5 6 8 9 10**  
Standard à atteindre: Classe CECB C/C et D/D,  
Minergie

### Remplacement

Au lieu d'investir dans la rénovation d'un bâtiment, il est possible de procéder au remplacement de l'ouvrage, ce qui peut constituer par ailleurs une meilleure exploitation du terrain. Dans ce cas, les exigences en matière d'utilisation de l'énergie doivent toutes être entièrement respectées.

Standard à atteindre: Classe CECB A/A, Minergie-P,  
Minergie-A, Minergie-P-ECO,  
Minergie-A-ECO

### Préservation (travaux visant à maintenir la valeur)

Considérant l'état du bâtiment et le marché immobilier, il est préférable d'adopter une stratégie d'investissement prudente. Une rénovation orientée sur le long terme ou visant à augmenter la valeur du bâtiment n'est pas indiquée. Il est cependant impératif de prendre certaines mesures pour rénover le bâtiment, en particulier pour maintenir l'état de l'édifice et son niveau de confort.

Mesures de rénovation: **1 2 4 5 7 9**  
Standard à atteindre: minimum légal

# Réduire sa consommation d'énergie en dix étapes

Rénover entièrement le bâtiment permet de réduire de moitié la consommation d'énergie, tout en améliorant le confort et en créant une plus-value. En optant pour le label de construction Minergie, on s'autorise même une réduction de la consommation d'énergie de deux tiers.



# 1. Optimisation de l'exploitation

5-10%



Le réglage et l'entretien adéquats de l'installation de chauffage permettent déjà d'économiser 5 à 10% d'énergie.

## 1. Régler correctement les périodes de fonctionnement

Programmez l'horloge pour que les périodes de fonctionnement correspondent le mieux possible à vos habitudes de vie:

Diffusion de chaleur par radiateurs	Chauffage au sol
Allumage: 1 h avant le début de l'utilisation	Allumage: 2-3 h avant le début de l'utilisation
Arrêt: 1 h avant le coucher	Arrêt: 3 h avant le coucher

Si personne n'est à la maison pendant la journée, il est conseillé d'éteindre le chauffage. En cas d'absences prolongées (vacances, week-end), nous vous recommandons d'enclencher le programme vacances ou économie d'énergie.

## 2. Contrôler les vannes thermostatiques

Si vous ne disposez pas encore de vannes thermostatiques, nous vous conseillons vivement d'en faire installer. Outre la température de la pièce, vérifiez que l'humidité relative de l'air ambiant est comprise entre 30-50%.

- Salle de bain 23 °C position 4
- Pièces de séjour 20 °C position 3
- Chambres à coucher, entrée 17 °C position 2
- Locaux peu utilisés position \*

### 3. Assurer une diffusion de chaleur optimale des radiateurs

Évitez de placer des objets ou des rideaux devant les radiateurs: ils empêchent la diffusion de chaleur et engendrent une surconsommation d'énergie inutile.

### 4. Arrêter le chauffage en dehors de la période de chauffe

Dès que la température extérieure dépasse 15 °C pendant une période prolongée, réglez le chauffage sur le mode «été» ou arrêtez-le complètement. Il vaut la peine d'arrêter le chauffage temporairement à la mi-saison, même pour 2–3 jours.

### 5. Réduire la demande énergétique pour l'eau chaude sanitaire

Votre eau chaude ne devrait pas dépasser 50–60 °C. Il faut noter qu'une température trop élevée produit davantage de dépôts calcaires. Veuillez vous assurer que le régime de fonctionnement et la taille du chauffe-eau correspondent à vos besoins. Pour assurer une protection fiable contre les légionelles, il est possible d'augmenter la température de l'eau à au moins 60 °C pendant une heure afin de la désinfecter. Réalisée une à deux fois par semaine, cette mesure suffit à garantir une bonne protection. Prenez en compte l'étiquette-énergie lors d'achat d'appareils sanitaires de fourniture d'eau chaude.

### 6. Aérer correctement

Les fenêtres basculantes ouvertes en permanence font gaspiller beaucoup d'énergie et n'améliorent pas la qualité de l'air. Il vaut mieux ouvrir plusieurs fenêtres 3–4 fois par jour pendant 5 à 10 minutes. En aérant en grand, la déperdition d'énergie est minimale et une bonne quantité d'air frais peut pénétrer dans les pièces.

Attention: les fenêtres basculantes peuvent provoquer des dégâts d'humidité sur la façade (et les pièces intérieures). Inversement, une aération insuffisante peut engendrer la formation de moisissures à l'intérieur. Un hygromètre vous permettra de contrôler l'humidité à l'intérieur. Un taux d'humidité de l'air dépassant 50% indique un renouvellement d'air insuffisant.

### Contrôle des résultats grâce à la comptabilité énergétique

La consommation d'énergie (mazout, gaz naturel, électricité, etc.) doit être enregistrée au moins une fois par an. Un enregistrement mensuel ou trimestriel est même préférable. Demandant peu de travail, la tenue de cette comptabilité énergétique (idéalement sous forme de tableau) indique dans quelle mesure l'optimisation de l'exploitation a porté ses fruits. Elle permet aussi de déceler à temps les problèmes de fonctionnement.

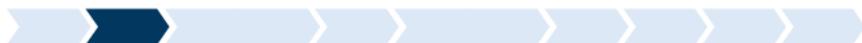
### Degrés-jours

La consommation d'énergie dépend du climat, dont l'influence peut être indiquée par les degrés-jours. A cet effet, vous pouvez consulter la statistique globale de l'énergie publiée par l'Office fédéral de l'énergie ([www.ofen.admin.ch](http://www.ofen.admin.ch)) ou le site [www.hev-schweiz.ch](http://www.hev-schweiz.ch).

- ✓ Si l'on augmente la température ambiante d'un degré, les coûts énergétiques augmentent de 6 à 10%. Il convient donc, autant que possible, de régler la température selon ses besoins personnels.
- ✓ Dans les locaux non chauffés du sous-sol, les tuyaux de chauffage et d'eau chaude doivent être isolés.

## 2. Fenêtres

5-10%



Le remplacement des fenêtres permet de réduire de 5 à 10% sa consommation totale d'énergie.

### Isolation thermique des fenêtres: hier et aujourd'hui

Les vieilles fenêtres à double vitrage ont une valeur isolante ou une valeur  $U_w$  de 2,5 à 3,0  $W/m^2K$ . Les fenêtres neuves, équipées de vitrage isolant standard, réduisent environ de moitié les pertes d'énergie. Les fenêtres utilisées à l'heure actuelle atteignent une valeur  $U_w$  de 1,0  $W/m^2K$ . Le vitrage isolant triple habituellement posé de nos jours atteint une valeur  $U_g$  d'environ 0,7  $W/m^2K$ . L'encadrement de fenêtre doit être le plus petit possible, car il s'agit d'un point vulnérable sur le plan thermique.

$U_w$  = valeur U fenêtre (cadre de fenêtre, vitre et intercalaire)

$U_g$  = valeur U de la vitre

### Critères de qualité

L'étiquette-énergie pour les fenêtres permet de faire le bon choix. Outre les déperditions de chaleur, elle signale également les gains énergétiques imputables au rayonnement solaire et renseigne ainsi d'un seul coup d'œil sur l'efficacité énergétique des fenêtres. Veillez à poser des fenêtres de la classe énergétique A; elles permettent en effet d'obtenir un bilan thermique positif durant la période de chauffe.

### Valeur U

La valeur U indique la quantité de déperdition de chaleur par mètre carré d'un élément du bâtiment. Une valeur U faible est donc le signe d'une bonne isolation thermique.

### Valeur g du vitrage

Afin que la chaleur maximale du soleil puisse pénétrer dans la maison durant la période de chauffe, il est essentiel que la valeur g du vitrage soit aussi élevée que possible. A cet égard, veillez à ce que l'ombrage extérieur de la fenêtre offre une protection suffisante contre la chaleur excessive durant la période estivale.

### Solutions pour remplacer les fenêtres

Pour remplacer les fenêtres, deux solutions existent:

#### 1. Remplacement intégral des fenêtres

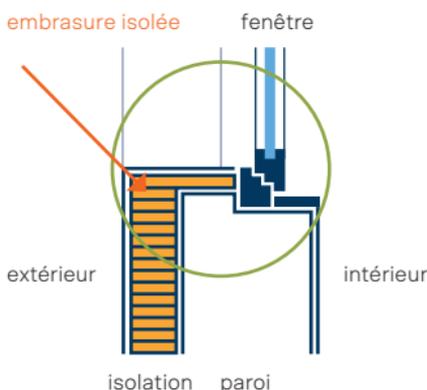
Les anciennes fenêtres sont entièrement retirées et remplacées par de nouvelles fenêtres. Cette solution, habituellement choisie, permet d'optimiser les jonctions entre le cadre et le mur extérieur (étanchéité et protection contre le bruit) et d'éliminer les ponts thermiques.

#### 2. Rénovation des fenêtres

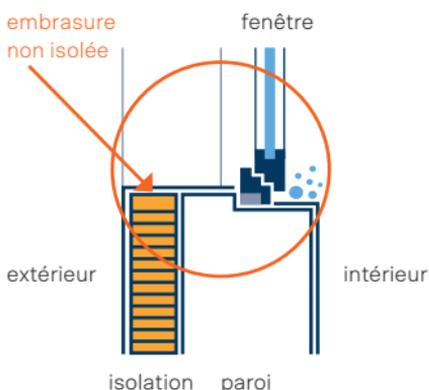
La rénovation d'une fenêtre consiste à poser un nouvel encadrement sur l'encadrement de fenêtre existant. Cette solution présente l'inconvénient de ne rien changer à la situation des ponts thermiques, si bien que les économies d'énergie demeurent faibles. De plus, des dégâts liés à l'humidité peuvent survenir.

#### Pose des fenêtres

Correct:  
isolation de l'embrasure de fenêtre



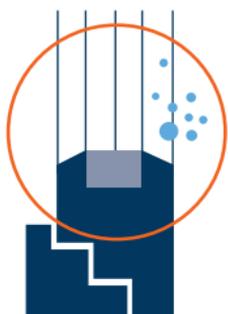
Incorrect:  
pas d'isolation de l'embrasure de fenêtre



Pour l'isolation de l'embrasure, choisissez un produit de haute qualité vous permettant d'atteindre une épaisseur d'au moins 2 cm – voire plus.

#### Remplacement des fenêtres, ventilation et humidité

Le remplacement des fenêtres permet d'améliorer considérablement les points non étanches de l'enveloppe du bâtiment. Cependant, le renouvellement d'air étant moindre, l'humidité relative de l'air à l'intérieur augmente. Des dégâts d'humidité peuvent alors apparaître sur les éléments mal isolés du bâtiment. C'est pourquoi il est préférable de combiner, dans la mesure du possible, le remplacement des fenêtres avec la rénovation de la façade (pp. 29–30) et/ou la pose d'une ventilation (pp. 36–40).



### Intercalaires

Les vitres des fenêtres sont maintenues en place par les intercalaires, qui sont également source de déperdition de chaleur. C'est pourquoi les intercalaires en acier inox ou en matière plastique sont particulièrement recommandés, car ils empêchent notamment la formation de buée sur le bord de la fenêtre.

- ✓ Les fenêtres de la classe énergétique A (étiquette-énergie) présentent un bilan thermique positif durant la période de chauffe.
- ✓ Utiliser le module Fenêtres Minergie ou choisir un verre dont la valeur  $U_g$  est au maximum de  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- ✓ S'il est impossible de remplacer les fenêtres, mettre des joints en caoutchouc dans les fenêtres existantes.
- ✓ En ajustant les fenêtres, il est possible d'améliorer l'étanchéité et de réduire les déperditions de chaleur.

# 3. Rénovation des façades

10–20%

L'isolation des murs extérieurs permet d'économiser 10 à 20% de la consommation totale d'énergie.

## Murs extérieurs existants

Les maisons construites avant 1975 n'ont généralement pas d'isolation thermique. La maçonnerie des constructions typiques de cette époque est en moellons et en briques avec crépi ou en murs à double paroi séparés par une couche d'air. Les valeurs U de ces constructions se situent entre 0,8 W/m<sup>2</sup>K et 1,2 W/m<sup>2</sup>K (à titre indicatif, les valeurs d'un bon mur extérieur dans un bâtiment neuf sont situées autour de 0,17 W/m<sup>2</sup>K). L'insuffisance de l'isolation thermique et de la circulation d'air intérieur ainsi que la présence de ponts thermiques entraînent la formation de condensation en surface, qui à son tour peut avoir comme conséquence la formation de moisissure. En outre, ces pièces sont peu confortables pendant la période de chauffe, car la température à la surface des murs extérieurs est nettement inférieure à la température ambiante.

## Isolation à l'intérieur ou à l'extérieur?

En règle générale, on applique une couche isolante à l'extérieur de la façade. Une isolation à l'intérieur n'est possible qu'après une planification soignée et en tenant compte de tous les facteurs liés à la physique du bâtiment (ponts thermiques dans les plafonds, murs intérieurs, pare-vapeur, etc.). Si l'exécution des travaux n'est pas soignée, il peut se former de la condensation (qui n'est souvent pas directement visible), pouvant provoquer des dégâts dans le bâtiment.

## Attention aux ponts thermiques

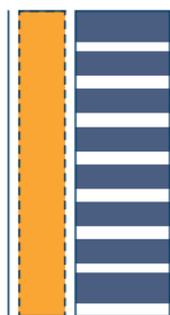
Il faut éviter les ponts thermiques, qui sont des points faibles dans l'isolation thermique du bâtiment. C'est pourquoi, en concevant l'isolation de la façade, il convient de veiller tout particulièrement aux détails suivants:

- Dalles de balcons continues.
- Raccord avec les fenêtres (cf. pp. 26–28).
- Raccord avec le terrain ou raccord avec l'isolation du plafond de cave.
- Raccord avec la toiture ou l'isolation du sol des combles.

Pour les dalles de balcons bétonnées en place, la meilleure solution pour limiter les déperditions thermiques consiste à les démonter et à les remplacer par un balcon séparé de la façade, construit selon un concept statique. Cette technique offre l'avantage de pouvoir agrandir la surface du balcon.

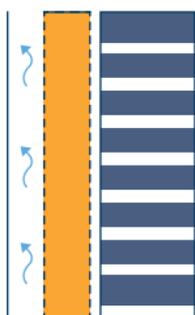
#### Solutions pour isoler les façades

Deux systèmes distincts permettent d'améliorer l'isolation thermique des murs extérieurs: l'isolation compacte de la façade ou l'isolation thermique extérieure avec revêtement de façade ventilé.



##### Isolation compacte de la façade

- Les panneaux isolants (mousse ou laine minérale) sont collés et fixés mécaniquement sur la maçonnerie.
- Un crépi est appliqué sur l'isolation.
- L'esthétique architecturale d'un bâtiment recouvert d'un crépi peut être préservée.



##### Revêtement de façade ventilé

- Une armature (métal, bois) est fixée sur la maçonnerie et l'isolation (p. ex. laine de roche ou de verre, fibres de cellulose) est insérée entre l'armature et les murs.
- En général, le matériau de revêtement (panneaux en fibrociment, bois, tôle, pierre, etc.) modifie l'esthétique architecturale.
- 3-5 cm d'espace vide ventilé derrière le revêtement de la façade
- Longue durée de vie (30 à 50 ans).

Si la façade est isolée et que les fenêtres sont remplacées en même temps, il est possible d'intégrer les fenêtres dans la couche d'isolation pour ces deux variantes. Une telle mesure permet d'éviter des embrasures dont la profondeur serait disproportionnée à l'extérieur et de conserver un espace intérieur correct.

- ✓ Corriger ou éliminer les ponts thermiques.
- ✓ Coordonner le remplacement des fenêtres avec les travaux de rénovation des façades (tenir compte de l'isolation de l'embrasure).

# 4. Isolation des sols et des plafonds de cave

5-10%

L'isolation des plafonds de cave ou des sols permet d'économiser 10 à 20% de la consommation totale d'énergie.

## Séparation des locaux froids et des locaux chauds

De nombreux locaux du sous-sol sont chauffés par les locaux contigus habités, bien que cela ne soit pas nécessaire compte tenu de leur utilisation. Une séparation nette entre volume chauffé et volume non chauffé peut réduire considérablement les déperditions de chaleur.

Hormis les plafonds de caves, il convient d'améliorer l'isolation thermique des portes, des cloisons de séparation et de la partie de la cage d'escaliers entre les caves et les locaux habités. A cet effet, il convient de colmater, d'ajouter des isolations supplémentaires, et éventuellement, de remplacer les portes.

La déperdition de chaleur par les caves est plus importante que ce que l'on croit communément. Par conséquent, il faut y accorder une attention toute particulière.

## Plafond de cave

Beaucoup de plafonds de caves présentent une isolation minimale: isolation phonique entre le plafond en béton et la chape ou comme remplissage avec plafond à poutres. Ce type d'isolations engendre de grandes déperditions de chaleur et offre peu de confort, car la température à la surface du sol est trop basse. La valeur U oscille entre 0,9 et 1,5 W/m<sup>2</sup>K (cf. p. 32).

Une isolation supplémentaire améliore l'isolation thermique et peut diminuer la valeur U à environ 0,25 W/m<sup>2</sup>K. Ces travaux peuvent éventuellement être exécutés par le propriétaire lui-même.

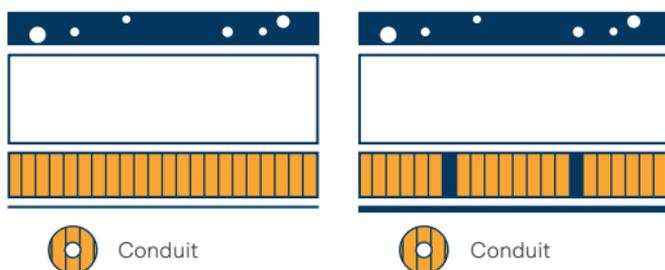
## Sol à même la terre

Souvent, un sol à même la terre n'est pas isolé, bien que le local en question soit chauffé, du moins temporairement (p. ex. comme local de bricolage). Pour réaliser une isolation après coup, il faut attacher une grande importance aux aspects en lien avec la physique du bâtiment (cf. p. 32).

## Isolation du sol et du plafond de cave

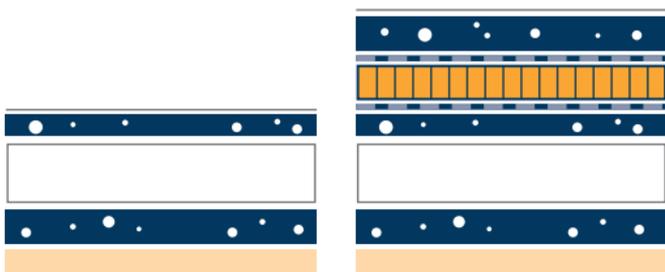
### Isolation du plafond de cave

- Panneaux isolants avec revêtement (image de gauche) ou lattes, isolation et revêtement (image de droite).
- Ne pas appliquer des panneaux de fibres minérales sans revêtement.
- Selon les caractéristiques des locaux (position des conduites existantes, hauteur de la pièce), opter pour l'épaisseur maximale.
- Parallèlement au plafond de cave, pensez à isoler également les conduites d'eau et de chauffage.
- Toutes les conduites, y compris les câbles électriques, doivent être accessibles.



### Sol contre terre

- Un ancien sol de cave (image de gauche) est recouvert ultérieurement d'une isolation (image de droite).
- Prévoir une protection contre l'humidité et un pare-vapeur.



- ✓ Isoler immédiatement le plafond de cave: le coût de cette mesure est peu élevé.
- ✓ Choisir des éléments isolants qui engendrent une valeur U maximale de 0,25 W/m<sup>2</sup>K pour le plafond de la cave.

# 5. Isolation des toits et des sols des combles

10-20%

L'isolation de la toiture ou du sol des combles permet d'économiser 10 à 20% de la consommation totale d'énergie.

## Isolation thermique des anciens toits

Pour les anciens bâtiments dont l'isolation thermique n'a pas été renouvelée, les cas suivants sont les plus fréquents:

- Les combles ne sont pas chauffés et l'isolation du sol est insuffisante: les pertes d'énergie sont élevées.
- Les combles sont aménagés, mais l'isolation du toit est insuffisante: les déperditions d'énergie sont élevées, entraînant une sensation d'inconfort en hiver (trop froid) et en été (trop chaud).

En outre, l'étanchéité à l'air du sol et de la toiture des combles est souvent insuffisante. Le risque est donc important que des dégâts dus à l'humidité apparaissent en raison de l'air chaud qui sort.

## Combles non aménagés

Si vos combles ne sont pas aménagés, examinez les avantages qu'il y aurait à aménager le lieu en un espace de vie supplémentaire confortable. Avant de décider d'un aménagement ultérieur, contrôlez s'il y a une sous-couverture en bon état (étanchéité protégeant de l'humidité extérieure).

### Isolation du sol des combles

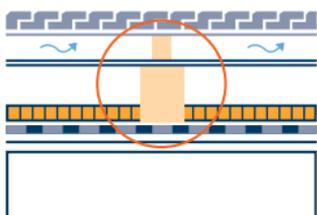
Si le grenier continue à servir de débarras ou d'entrepôt, il convient d'installer une isolation thermique entre ce local froid et les locaux chauffés. Pour le sol des combles, l'isolation doit engendrer une valeur U maximale de  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Les raccords et leur finition (toit et murs extérieurs) doivent faire l'objet d'une attention toute particulière.

### Isolation d'une toiture plate

Lors de la rénovation d'une toiture plate, il est recommandé d'augmenter l'épaisseur de la protection thermique de sorte que la valeur qui en résulte soit au maximum de  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ce faisant, il convient de veiller aux points suivants:

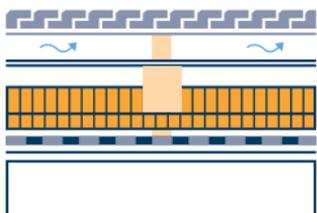
- Éviter les ponts thermiques près des raccords.
- Conserver les anciennes isolations thermiques uniquement après avoir vérifié qu'elles étaient encore efficaces (bon état général, pas d'humidité).
- Faire appel à un spécialiste pour s'assurer que les travaux sont réalisés correctement au niveau de la physique du bâtiment.
- L'engazonnement du toit agit comme un régulateur climatique. Il crée un fantastique espace de vie écologique supplémentaire et déleste le système de drainage de votre terrain.

## Solutions pour l'isolation d'une toiture inclinée



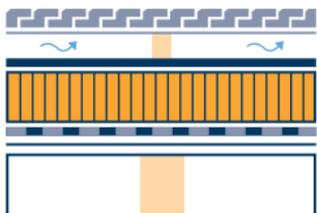
### Situation préalable: isolation entre les chevrons

- L'isolation thermique (p. ex. 4–6 cm) et l'étanchéité à l'air sont insuffisantes.
- Déperditions d'énergie élevées et problèmes de confort en été et en hiver.
- Risque élevé de dommages à la construction (dégâts dus à l'humidité).



### Solution de rénovation 1: isolation entre et sous les chevrons

- Réaliser de préférence les travaux en même temps qu'une rénovation des pièces intérieures.
- Recouvrir les chevrons d'un revêtement.
- Poser une couche isolante sous les chevrons pour réduire les ponts thermiques.
- Eviter d'endommager la couche d'étanchéité à l'air par des conduites (p. ex. d'électricité).



### Solution de rénovation 2: isolation au-dessus des chevrons

- Idéale en même temps qu'une rénovation du toit.
- Evtl. faire apparaître les chevrons.
- Être attentif aux raccords de la couche d'étanchéité à l'air avec les éléments adjacents de la construction.

- ✓ L'isolation du sol des combles est une mesure avantageuse et d'une grande utilité. Choisir des éléments isolants qui engendrent une valeur U maximale de 0,25 W/m<sup>2</sup>K.
- ✓ La principale différence entre les deux solutions de rénovation décrites réside dans le mode opératoire: tandis que la solution 1 est exécutée depuis l'intérieur, la solution 2 est effectuée depuis l'extérieur.
- ✓ La rénovation du toit est l'occasion idéale pour poser une installation solaire (pp. 44–46 et 51–52).

# 6. Pose d'une ventilation contrôlée

5-10%

Une ventilation contrôlée permet de réduire les déperditions d'énergie de plus de la moitié ou d'économiser 5 à 10% de la consommation totale d'énergie, par rapport à une ventilation non contrôlée.

Une ventilation non contrôlée entraîne des déperditions d'énergie importantes (l'équivalent d'environ 500 litres de mazout pour une maison individuelle). Une seule fenêtre basculante entrouverte en permanence génère une perte d'énergie d'environ 200 litres de mazout par an. Plus le bâtiment est étanche, moins l'air peut se renouveler naturellement. Dès lors, pour garantir une bonne qualité de l'air, il est vivement recommandé d'installer un système de ventilation contrôlée.

## Autres raisons favorables à une ventilation contrôlée

- Récupération de chaleur de l'air évacué.
- Prévention des dommages dus à l'humidité (p. ex. moisissures).
- Bonne qualité d'air constante (évacuation des odeurs et des substances polluantes).
- Protection contre les bruits extérieurs sans devoir renoncer à l'air frais.
- Excellente protection pour les personnes allergiques, si l'on pose des filtres antipollen pour l'air acheminé dans le bâtiment.
- Renouvellement continu sans générer de courants d'air, grâce à de faibles quantités d'air extérieur acheminé dans le bâtiment.
- Meilleure protection contre les cambriolages (les fenêtres étant fermées).

Pour satisfaire au label de construction Minergie, une installation de ventilation contrôlée est nécessaire.

## Peut-on ouvrir les fenêtres?

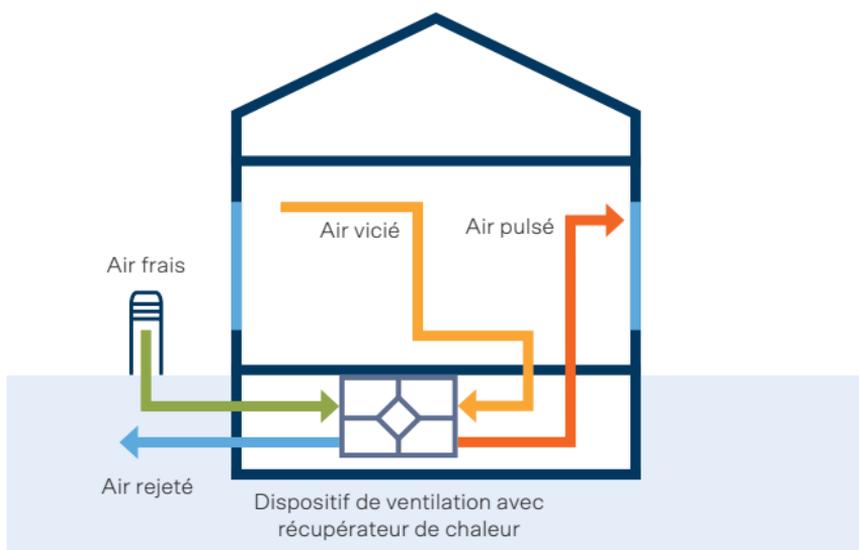
Avec une ventilation contrôlée, l'ouverture des fenêtres est possible en tout temps. En été, elles peuvent même rester ouvertes pendant une période prolongée. Il reste possible d'ouvrir occasionnellement les fenêtres en grand pour aérer quelques minutes même si ce n'est plus nécessaire, puisque l'installation de ventilation permet un renouvellement continu de l'air.

## Fonctionnement de différents systèmes de ventilation

Il existe plusieurs systèmes de ventilation contrôlée. L'aération douce offre la meilleure qualité. De simples installations d'extraction d'air ou systèmes de ventilation individuels s'adaptent toutefois très bien aux habitations.

### Aération douce

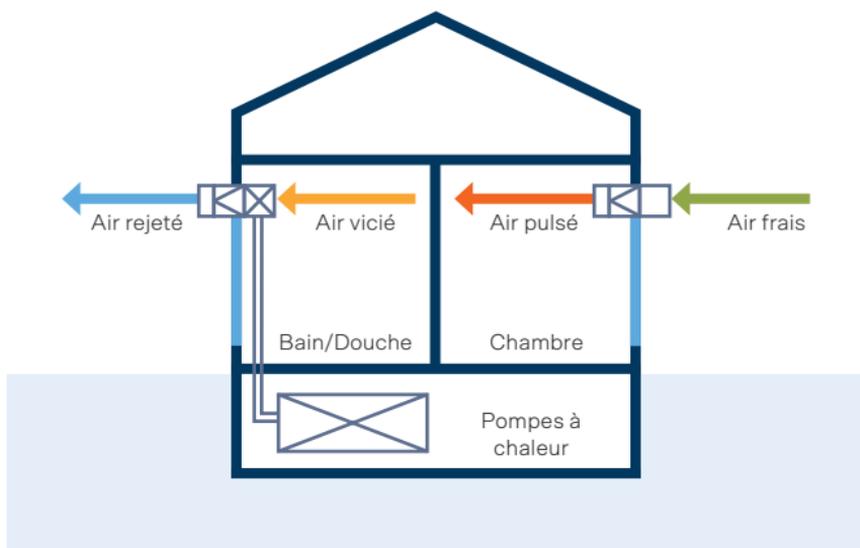
D'une part, l'installation d'aération douce achemine l'air frais de l'extérieur dans le bâtiment par les pièces de séjour et les chambres à coucher. D'autre part, elle évacue l'air vicié vers l'extérieur par la cuisine et les salles d'eau. Un échangeur de chaleur récupère l'énergie thermique contenue dans l'air évacué; c'est ce que l'on nomme la récupération de chaleur (RC). Les odeurs ne peuvent pas se répandre, car l'air circule des pièces de séjour vers la cuisine ou les salles d'eau, où il est évacué.



### Installation d'extraction d'air simple

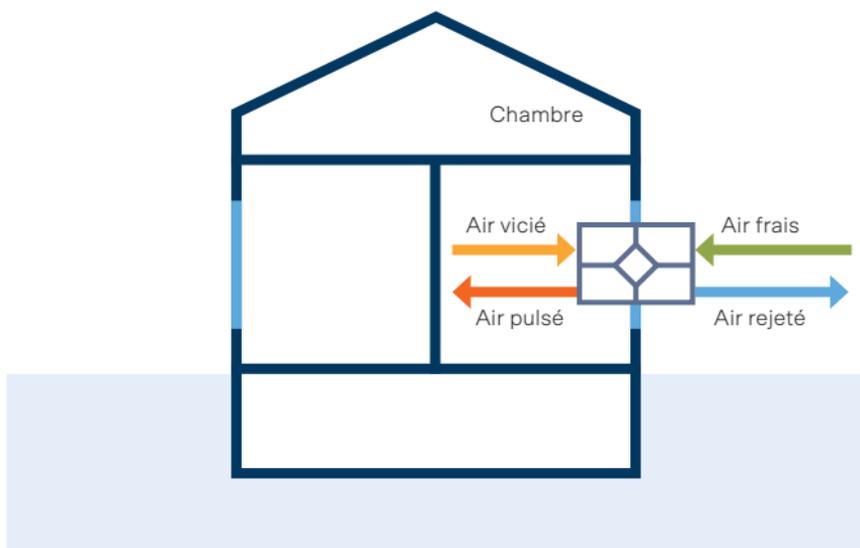
L'air frais de l'extérieur est acheminé dans les pièces à vivre et les chambres à coucher par le biais d'ouvertures spéciales dans le mur extérieur permettant le passage de l'air. L'air vicié est aspiré depuis les pièces d'eau. Il peut fournir de l'énergie par le biais d'une pompe à chaleur utilisée pour la production d'eau chaude ou le chauffage.

Les systèmes d'extraction d'air existants dans les blocs sanitaires peuvent être améliorés à moindre coût à l'aide d'une simple installation d'extraction d'air.



### Aération par pièce

Une aération par pièce permet d'acheminer l'air frais de l'extérieur vers les salles de séjour et les chambres à coucher et d'évacuer l'air vicié. La récupération de chaleur (RC) s'effectue par le biais d'un échangeur de chaleur qui récupère l'énergie thermique contenue dans l'air évacué. L'humidité et les odeurs contenues dans l'air de la cuisine et des blocs sanitaires sont évacuées séparément.



### Indications pour l'acquisition et la pose du dispositif

Les ventilations de confort conçues pour une pose ultérieure peuvent par exemple être installées dans une armoire murale. La plupart des tuyaux de ventilation peuvent être placés dans le corridor, qui sera ainsi le seul endroit nécessitant un faux-plafond.

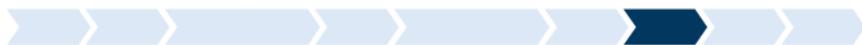
Le dispositif de ventilation devrait disposer d'au moins deux niveaux de puissance, réglables par l'occupant des lieux. La gestion de la demande régulant automatiquement le renouvellement d'air mérite d'être vérifiée, par exemple au moyen d'un détecteur de CO<sub>2</sub>. En fonction du système sélectionné, l'installation de silencieux prévient les bruits gênants. Les travaux de planification, de mise en œuvre, d'instruction, d'exploitation et d'entretien doivent être réalisés avec le plus grand soin.

Dans le domaine de la ventilation, la récupération de l'humidité est tout aussi importante que la récupération de chaleur. Un échangeur enthalpique combiné à la surveillance automatique de l'humidité relative permet d'éviter que l'air ne soit trop sec en hiver et trop humide en été.

- ✓ Veiller à ce que l'installation soit régulièrement entretenue et les filtres changés.
- ✓ Exiger une installation avec garantie de performance de SuisseEnergie comprenant l'ensemble des critères de qualité.

# 7. Chauffage et production d'eau chaude

5-10%



Le remplacement du système de chauffage permet d'économiser 5 à 10% de la consommation totale d'énergie.

Le remplacement du chauffage est l'occasion d'utiliser davantage les agents énergétiques renouvelables pour le chauffage et la production d'eau chaude et/ou de mettre en œuvre d'autres mesures pour diminuer la consommation énergétique.

Le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons 2014, abrégé MoPEC 2014, est à la base des législations cantonales sur l'énergie. Il prévoit, en cas de remplacement du système de production de chaleur, que la part d'énergie non renouvelable n'excède pas 90% des besoins déterminants dans les bâtiments existants à usage d'habitation.

Le MoPEC 2014 propose trois possibilités en vue de remplir ces prescriptions:

- Présenter un certificat Minergie.
- Atteindre la classe d'efficacité énergétique globale CECB D.
- Mettre en œuvre une solution standard.

Les onze solutions standard ci-après figurent dans le MoPEC 2014:

1. Capteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire, combinés à un chauffage fonctionnant aux énergies fossiles
2. Chauffage au bois comme producteur principal de chaleur
3. Pompe à chaleur électrique avec sondes géothermiques, échangeur eau/eau ou air/eau
4. Pompe à chaleur fonctionnant au gaz naturel
5. Raccordement à un réseau de chaleur à distance
6. Couplage chaleur-force
7. Pompe à chaleur électrique pour l'eau chaude sanitaire, avec installation photovoltaïque
8. Remplacement des fenêtres sur l'enveloppe thermique du bâtiment
9. Isolation thermique de la façade et/ou du toit

10. Générateur de base pour la production automatique de chaleur fonctionnant aux énergies renouvelables avec chaudière d'appoint bivalente fonctionnant aux énergies fossiles
11. Ventilation d'air contrôlée

Parmi les différentes solutions proposées, le choix est libre.

### Systemes de chauffage et agents énergétiques

#### Chaleur à distance

- S'il existe un réseau de chauffage à distance, il convient de privilégier ce système (incinération des ordures ménagères, granulés de bois, rejets thermiques de l'industrie et des eaux usées).

#### Chauffage au bois (bûches, pellets) comme chauffage principal

- Le bois affiche un bilan neutre en CO<sub>2</sub>.
- Complètement automatiques, les fourneaux à pellets présentent des dépenses d'exploitation assez faibles.
- L'ancien local abritant la citerne est généralement assez grand pour servir de silo à pellets.

#### Pompe à chaleur (PAC)

- Les PAC conviennent avant tout pour les chauffages au sol (système à basse température).
- Les PAC exploitent la chaleur de l'environnement, mais consomment de l'électricité.
- PAC avec sonde géothermique: env. 25% d'électricité.
- PAC air/eau: env. 35% d'électricité.
- Les accumulateurs d'eau chaude réchauffent l'eau chaude sanitaire indépendamment du système de chauffage.

#### Ensoleillement

- L'énergie solaire est idéale pour chauffer l'eau sanitaire, et éventuellement comme chauffage complémentaire.
- L'énergie solaire est gratuite et ne produit aucune émission de CO<sub>2</sub>.

### Gaz naturel\*

- Le gaz naturel est un agent énergétique fossile et nécessite un accès à un réseau.
- Il génère 20 à 30% d'émissions de CO<sub>2</sub> de moins que le mazout.

### Mazout\*

- Le mazout est un agent énergétique fossile.
- ✓ Privilégier les systèmes de chauffage fonctionnant aux énergies renouvelables par rapport à ceux fonctionnant aux énergies fossiles.
  - ✓ Les chauffe-eau (boilers) et les chauffages à résistance fonctionnant uniquement à l'électricité ne sont plus admis. Ils doivent impérativement utiliser le système de chauffage pour produire de l'eau chaude, au moins pendant la durée de la période de chauffe.
  - ✓ Adapter la chaudière aux besoins réels permet de faire des économies, d'améliorer le rendement de l'installation et de minimiser le risque de pannes.
  - ✓ Demander une Garantie de performance de SuisseEnergie à votre chauffagiste.

\* Dans certains cantons, si le bâtiment est mal isolé (classes CECB E-G), un taux minimal de 10% de la production de chaleur doit en outre être assuré par le biais des énergies renouvelables.

# 8. Energie solaire thermique

5-10%

Une installation solaire thermique permet de couvrir environ 70% des besoins en eau chaude sanitaire. Il est ainsi possible d'économiser 5 à 10% de la consommation totale d'énergie.

Même sous nos latitudes, l'énergie solaire peut être utilisée pour produire l'eau chaude sanitaire. L'ensoleillement est suffisant en été, mais le manque d'énergie solaire (pendant les mois d'hiver) doit être couvert par le système de chauffage.

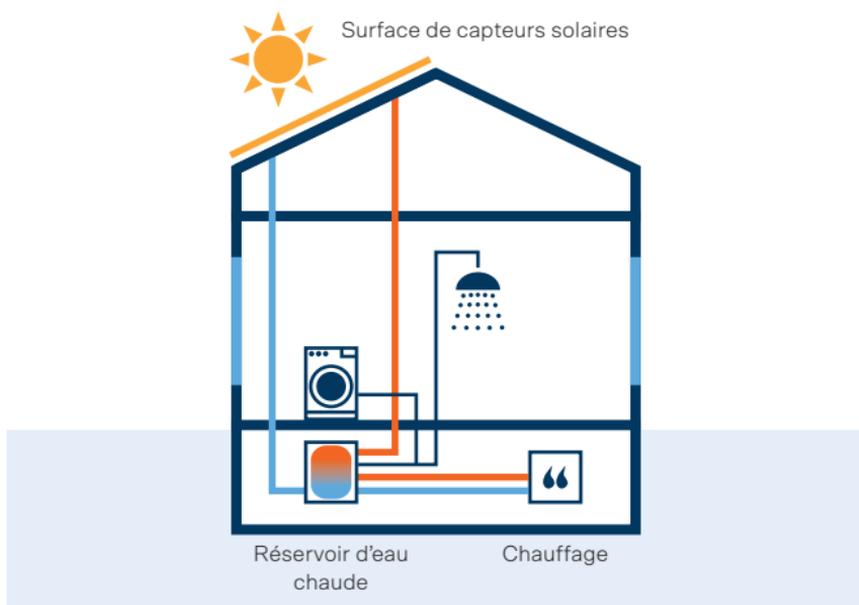
En principe, la pose d'une installation solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire est toujours possible après coup. On peut la combiner avec n'importe quel autre système de chauffage ou agent énergétique. Le chauffe-eau doit être conçu de telle façon que l'eau chaude à disposition suffise pour 2-3 jours. Ainsi, il y a toujours une réserve au cas où le soleil ne brillerait pas.

Pour les maisons individuelles, les petites installations sont à dimensionner généreusement afin que l'investissement se justifie. Des installations plus grandes sont à dimensionner de manière plus serrée pour des questions de rentabilité (préchauffage solaire).

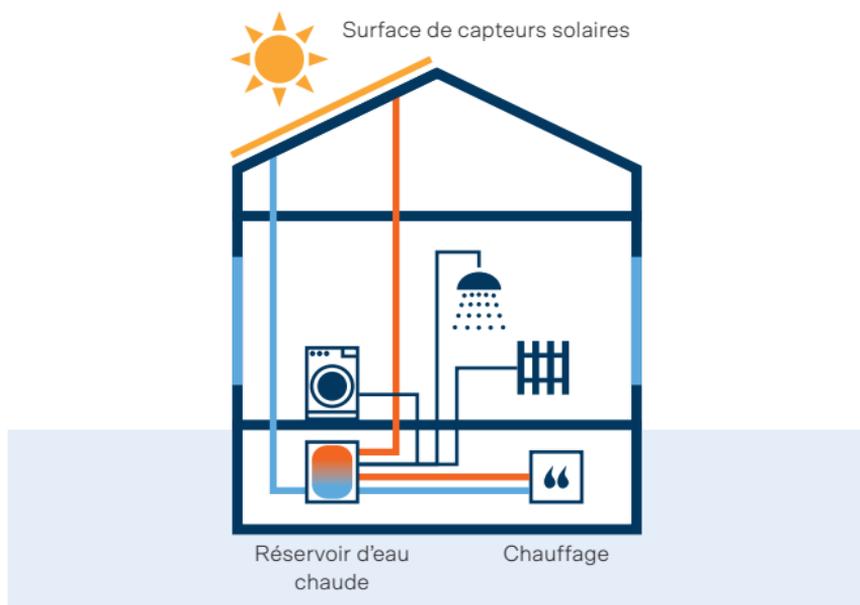
### Mode de fonctionnement

Le capteur transforme le rayonnement du soleil en chaleur. Celle-ci est transportée vers l'échangeur thermique dans des conduites bien isolées puis transmise à l'eau encore froide du ballon solaire.

Il est possible de préchauffer l'eau même en cas de faible rayonnement solaire; un accumulateur d'appoint se chargera ensuite d'augmenter encore la température de l'eau.



Une installation solaire thermique permet également de produire une partie de l'énergie pour le chauffage des locaux. Pour ce faire, une plus grande surface de capteurs solaires et un accumulateur plus complexe sont nécessaires. Ce type d'installation doit être dimensionné avec le plus grand soin.



### Surface de capteurs solaires nécessaire pour une maison individuelle (4 personnes)

#### Chauffage de l'eau sanitaire

- Couverture des besoins en eau chaude sanitaire 50-70%
- Surface 4-7 m<sup>2</sup>

#### Chauffage de l'eau sanitaire et chauffage d'appoint

- Couverture de la demande énergétique 40%
- Surface 10-20 m<sup>2</sup>

- ✓ Une installation solaire thermique peut être montée sur une toiture plate ou inclinée, sur la façade ou à la place des garde-corps.
- ✓ De nombreux appareils ménagers (lave-linge, lave-vaisselle) peuvent être raccordés à l'eau chaude sanitaire. Combiné avec une installation solaire thermique, un raccord au réseau d'eau chaude est judicieux.

# 9. Electricité

5-10%

La consommation annuelle d'électricité pour un ménage moyen est de l'ordre de 3000 kWh (sans l'eau chaude sanitaire). Une réduction de 1000 kWh représente environ 5% de la consommation totale d'énergie.

## Vérifiez votre consommation d'électricité

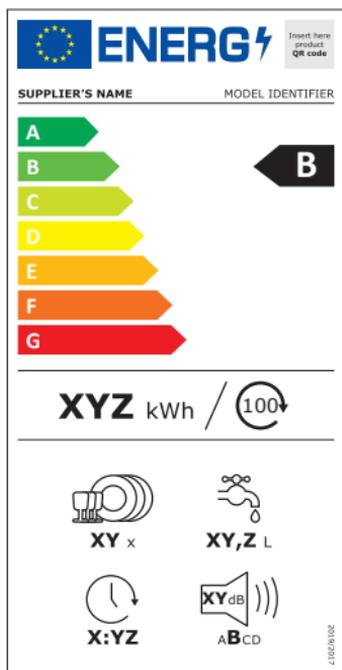
Additionnez vos consommations aux tarifs heures pleines et heures creuses durant l'été et l'hiver. Puis comparez votre résultat avec le tableau ci-dessous (valeurs moyennes):

Maison individuelle	Sans chauffe-eau électrique	Avec chauffe-eau électrique
1-2 personnes	2500 kWh	4500 kWh
3 personnes et plus	3500 kWh	7000 kWh

Le MoPEC 2014 interdit la pose de chauffe-eau fonctionnant exclusivement à l'électricité. Comme l'illustre le tableau, les chauffe-eau électriques consomment environ 50% de la quantité d'électricité globale. Les chauffe-eau électriques existants devraient être remplacés suffisamment tôt et l'eau devrait être chauffée à l'aide des énergies renouvelables. Ainsi, il est en principe possible de les remplacer aisément et sans mesure technique par des chauffe-eau à pompes à chaleur. Une obligation d'assainir les chauffe-eau électriques centralisés existe dans certains cantons, et d'autres cantons vont suivre.

Les appareils à faible consommation d'énergie étant à peine plus chers que les appareils électroménagers ordinaires, vous devriez toujours choisir ceux munis du label A (ou A+, A++, A+++). Le remplacement d'un appareil énergétiquement peu efficace est amorti au bout de 8 ans environ. Le prix d'achat est compensé par la consommation réduite d'électricité.

### Achetez des appareils peu gourmands en énergie



Quand vous achetez de nouveaux appareils, l'étiquette-énergie vous aide à trouver les plus économes en énergie. Elle comporte sept catégories d'efficacité énergétique allant de A (vert foncé, les meilleurs appareils) à G (rouge, les plus mauvais appareils). Il est en principe conseillé de toujours choisir les appareils les plus efficaces afin de réduire au maximum les frais d'électricité.

Dans les bâtiments existants, un remplacement précoce des appareils énergivores se justifie aussi bien du point de vue économique que du point de vue écologique. La brochure de SuisseEnergie «Faut-il réparer ou remplacer les appareils électriques défectueux?» constitue une aide à la décision.

### Evitez de laisser les appareils en veille

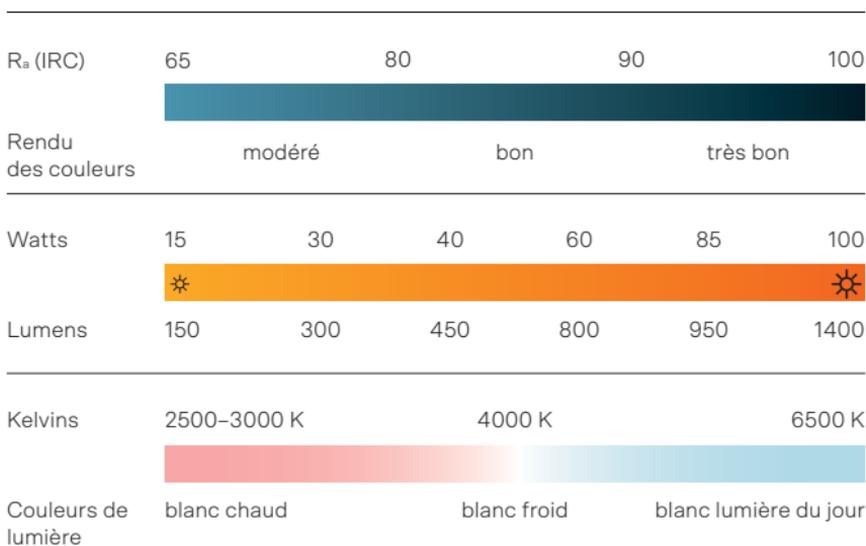
Tant qu'ils sont branchés, les machines à café, les modems, les ordinateurs, les téléviseurs, les équipements de musique et les consoles de jeux consomment du courant.

Un principe de base est la chasse aux pertes d'énergie inutiles. Une multiprise permet d'éteindre tout un groupe d'appareils en une seule fois, tandis qu'un interrupteur à minuterie effectuera cette même tâche de manière automatique.

## Eclairage

Contrairement aux autres sources lumineuses, l'utilisation des LED se justifie pratiquement dans toutes les circonstances de par leur faible consommation énergétique et leur longue durée de vie. Toutes les LED avec une valeur  $R_a$  de 85 ou plus restituent les couleurs de manière fidèle et présentent, avec leur 100 lumens par watt et parfois davantage, une efficacité énergétique très élevée. La température de couleur appropriée varie en fonction de l'affectation de la pièce; la conception de la source lumineuse doit également correspondre à la lampe.

### Aide à la décision lors de l'achat

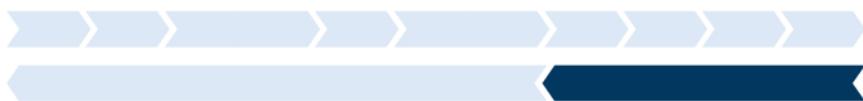


## Comparatif de différents types d'ampoules

	Consommation d'énergie	Durée de vie	Frais d'éclairage
Tube fluorescent (tube néon)	10%	10'000 h	très bas
Lampe à LED	< 10%	10'000 h -50'000 h	très bas

- ✓ Suivez votre consommation électrique et cherchez les raisons expliquant une éventuelle augmentation exceptionnelle.
- ✓ Empruntez gratuitement des appareils de mesure pour déterminer la consommation des différents appareils auprès de votre fournisseur d'électricité.
- ✓ Achetez du courant vert (hydroélectricité, électricité solaire, biomasse, etc.).

# 10. Electricité d'origine solaire



Grâce au courant solaire, une partie de l'énergie requise peut être autoproduite.

## **Produire du courant solaire sur son propre toit**

Grâce à l'évolution positive des prix, les installations photovoltaïques peuvent s'avérer intéressantes du point de vue économique pour les maisons individuelles. Cela implique toutefois une planification minutieuse incluant également certains principes de conception. Des systèmes entièrement intégrés assurent la protection du bâtiment contre les intempéries et peuvent par exemple remplacer les tuiles.

En principe, il est possible d'équiper les édifices de modules photovoltaïques à tout moment. Un projet de rénovation de la toiture constitue cependant le moment idéal. Le module présente une durée de vie d'environ 25 ans, il est donc important que l'élément porteur ait une durée de vie équivalente.

L'énergie solaire autoproduite sur le bâtiment peut être utilisée sur place et l'éventuel surplus pourra être injecté dans le réseau électrique. Si le bâtiment nécessite davantage d'électricité par rapport à ce que l'installation est en mesure de fournir, la différence est captée depuis le réseau.

Les coûts globaux de l'électricité autoproduite étant inférieurs à ceux de l'électricité du réseau, les propriétaires d'installations ont intérêt à utiliser la plus grande part possible de leur propre électricité. A cette fin, il est possible de former un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP) pour revendre l'électricité autoproduite à ses locataires ou à ses voisins.

### Optimiser l'autoconsommation

- Faites en sorte que l'installation photovoltaïque soit dimensionnée en fonction des besoins actuels en électricité, tout en tenant compte de la future consommation électrique des consommateurs.
- Les pompes à chaleur peuvent facilement être intégrées dans le circuit électrique de l'installation photovoltaïque.
- Faites marcher les appareils ménagers comme les lave-linge et lave-vaisselle dès que l'énergie solaire produit du courant ou déléguez cette tâche à la domotique.
- Les véhicules électriques peuvent être utilisés en tant que consommateurs, en particulier s'ils stationnent souvent à votre domicile durant la journée.
- Les batteries stationnaires sont de plus en plus appréciées et peuvent être exploitées de manière rentable sur les grandes installations.

- ✓ Assurez-vous que tous les composants intégrés sont compatibles entre eux.
- ✓ Quel que soit le type d'installation qui convienne à votre stratégie de rénovation, «Les Pros du Solaire®» sont là pour garantir la qualité lors des étapes de planification et de pose d'une installation solaire.
- ✓ Pour une part aussi importante que possible d'électricité autoconsommée, il peut s'avérer judicieux de procéder à un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP).

# Marche à suivre pour rénover correctement

Il est impératif de planifier la rénovation dans son ensemble et de tenir compte des prescriptions en vigueur ainsi que des questions fiscales.



# Suivre la bonne procédure

Les propriétaires se posent souvent la question de savoir si les travaux de rénovation doivent être entrepris de manière échelonnée (rénovation partielle) ou en une fois (rénovation complète). Ces deux manières de procéder ont chacune des avantages et des inconvénients. Si l'on opte pour la première solution, il est important de concevoir au préalable un plan global, de préférence à l'aide d'un CEEB Plus, afin de s'assurer que les travaux soient coordonnés à toutes les étapes.

## Rénovation complète en une seule étape

### Avantages

- Coûts des travaux (pris dans leur ensemble) moins élevés
- Possibilité de coordonner de manière optimale les travaux avec les mesures d'économie d'énergie
- Possibilité de réaliser des économies d'énergie rapidement
- Durée plus courte des perturbations pour les habitants
- Certification Minergie possible (programme de subvention, crédits hypothécaires à conditions plus avantageuses)

### Inconvénients

- Financement à assurer en une fois pour l'ensemble des coûts des travaux
- Eventuel désavantage sur le plan fiscal. A partir de 2020, il sera possible d'échelonner les déductions pour frais d'entretien jusqu'à trois périodes fiscales.
- Dans certains cas, impossibilité de résider dans les appartements pendant les travaux (selon l'envergure des travaux)

## Procédure échelonnée

### Avantages

- Possibilité de fractionner les investissements sur plusieurs années (avantages sur les plans financiers et fiscaux)
- Possibilité d'échelonner l'augmentation des loyers
- (Souvent) possibilité de continuer à résider dans les appartements durant les travaux

### Inconvénients

- Coûts des travaux (pris dans leur ensemble) plus élevés
- Problèmes au niveau de la physique du bâtiment lorsque les mesures prises ne sont pas suffisamment coordonnées (p. ex. dégâts d'humidité lorsque les fenêtres sont remplacées sans isoler les façades)
- Economies d'énergie seulement progressives
- Durée plus longue des perturbations pour les habitants
- Certification Minergie possible uniquement une fois que tous les éléments ont été rénovés

# Permis de construire, protection du patrimoine bâti

Les conditions associées à la protection du patrimoine bâti et des monuments historiques peuvent parfois entrer en opposition avec une rénovation des bâtiments visant à améliorer de manière optimale leur performance énergétique. Si le bâtiment est protégé, il convient de s'adresser aux autorités compétentes aussi tôt que possible. Souvent, les conditions posées pour la protection des bâtiments concernent seulement les façades (ou des parties de celles-ci) ainsi que les toitures. Il est malgré tout possible de réaliser des économies d'énergie importantes:

- **Compensation des éléments du bâtiment protégés (qui ne peuvent pas être modifiés)**

Lorsque certaines conditions associées aux bâtiments à protéger ne permettent pas d'isoler les façades, il peut être envisagé d'isoler davantage d'autres éléments afin de compenser les déperditions d'énergie. Ainsi, il est souvent possible de poser un vitrage plus performant en termes d'isolation ainsi que d'accroître l'épaisseur de l'isolation au niveau du toit, des sols ou des plafonds de caves. Il convient de veiller aux problèmes liés à l'humidité qui se posent en présence de ponts thermiques lorsque l'isolation n'est pas suffisante. Ces problèmes peuvent être atténués par la pose d'une ventilation contrôlée.

– **Prudence de rigueur en cas d'isolation intérieure**

La question de savoir si un mur extérieur peut être isolé sur sa face intérieure doit être déterminée au cas par cas par un physicien-conseil en construction. En effet, il existe un risque élevé que des dégâts dus à l'humidité apparaissent au niveau des ponts thermiques (raccords des parois intérieures et des plafonds). La perte de surface utile constitue également un désavantage dont il faut tenir compte.

**Permis de construire**

Dans le cas où une rénovation complète est entreprise, un permis de construire est généralement nécessaire dans les cas suivants (pour obtenir des informations, s'adresser au service de l'urbanisme de la commune concernée):

- Construction d'annexes, extensions en hauteur et modifications importantes des façades et des toits (p. ex. aménagement de nouvelles ouvertures)
- Changements d'affectation (p. ex. aménagement des combles)
- Forage pour exploiter la géothermie ou l'eau de la nappe phréatique
- Installations solaires de plus de 12 m<sup>2</sup>, pour autant que ce ne soit pas dans des zones centrales

**Prescriptions en matière d'énergie**

Comme dans le cas des nouvelles constructions, les bâtiments à rénover doivent également respecter les prescriptions en matière d'énergie. Si celles-ci sont moins exigeantes que pour les nouvelles constructions, elles n'en demeurent pas moins obligatoires, même si aucun permis de construire n'est requis. Elles entrent en application chaque fois qu'un élément de construction est remplacé. Par exemple, la peinture d'une façade ou le renfort partiel de l'enduit ne sont pas liés aux prescriptions énergétiques. Si l'enduit extérieur doit être remplacé sur une grande surface, les exigences d'isolation thermique doivent être respectées.

# Financement, impôts, aides financières

Les dépenses consacrées à la rénovation des bâtiments sont déductibles de l'impôt sur le revenu (déduction forfaitaire ou déduction des coûts effectifs), dans la mesure où elles ne créent pas une plus-value. Les dispositions en la matière étant régies par les législations cantonales, elles varient en fonction des cantons et laissent une certaine marge de manœuvre aux autorités fiscales. Avant d'entreprendre une rénovation d'envergure, il vaut donc la peine de prendre personnellement contact avec ces dernières.

Certains cantons accordent des déductions fiscales supplémentaires pour les mesures prises en vue de réaliser des économies d'énergie et de protéger l'environnement. Renseignez-vous à ce sujet auprès des autorités fiscales concernées.

Les coûts d'investissement liés à l'énergie, y compris les frais de démolition, pourront être reportés sur les deux périodes fiscales suivantes s'ils ne peuvent pas être entièrement pris en considération sur le plan fiscal pour l'année au cours de laquelle ils ont été consentis.

## **Subventions**

Les pouvoirs publics (une grande partie des cantons et certaines communes) allouent des subventions pour la rénovation des bâtiments visant à améliorer leur efficacité énergétique et pour le recours aux énergies renouvelables. Ces aides financières sont versées si certaines exigences en matière d'énergie sont respectées. Informez-vous à ce sujet avant le début de la construction: le Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons constitue le portail d'accès national; les cantons peuvent également fournir de précieuses informations sur les subventions et les conditions à remplir.

### Prêts hypothécaires préférentiels

Les rénovations des bâtiments existants et les investissements dans des mesures visant à économiser l'énergie sont également intéressantes pour les banques, car elles permettent d'augmenter la sécurité des investissements. Ainsi, certaines banques soutiennent ce type d'investissements en proposant des prêts hypothécaires à taux préférentiel ou des contributions forfaitaires. Pour pouvoir en bénéficier, il convient généralement de respecter certains standards énergétiques (Minergie ou CEEB).



Portail national d'accès pour les contributions financières:  
[www.leprogrammebatiments.ch/fr/](http://www.leprogrammebatiments.ch/fr/)

# Pour en savoir plus

La législation énergétique dans le secteur du bâtiment incombe aux cantons. Les services de l'énergie informent aussi sur les subventions et offrent gratuitement des conseils en matière d'énergie. Vous trouverez les liens vers les sites web des services cantonaux de l'énergie et des supports d'information complémentaires à l'adresse [www.endk.ch](http://www.endk.ch).

Des informations complémentaires en lien avec l'énergie dans les bâtiments, la construction, la rénovation, les systèmes de chauffage, les offres cantonales en matière de conseils, SuisseEnergie et bien d'autres thèmes se trouvent sur [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch).

Minergie a développé une nouvelle procédure de certification simplifiée pour les rénovations: le modèle de rénovation Minergie. Cinq solutions systémiques ouvrent la voie vers des rénovations de bâtiment simples mais hautement efficaces sur le plan énergétique. Plus d'informations à ce sujet sur [www.minergie.ch/fr/certifier/procedure/](http://www.minergie.ch/fr/certifier/procedure/).

Crédit photo:

© Lehner Energietechnik (p. 8)

SuisseEnergie  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Pulverstrasse 13  
CH-3063 Ittigen  
Adresse postale: CH-3003 Berne

Infoline 0848 444 444  
[infoline.suisseenergie.ch](http://infoline.suisseenergie.ch)

[suisseenergie.ch](http://suisseenergie.ch)  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch)  
[twitter.com/energieschweiz](https://twitter.com/energieschweiz)

Distribution:  
[publicationsfederales.admin.ch](http://publicationsfederales.admin.ch)  
Numéro d'article 805.098.F