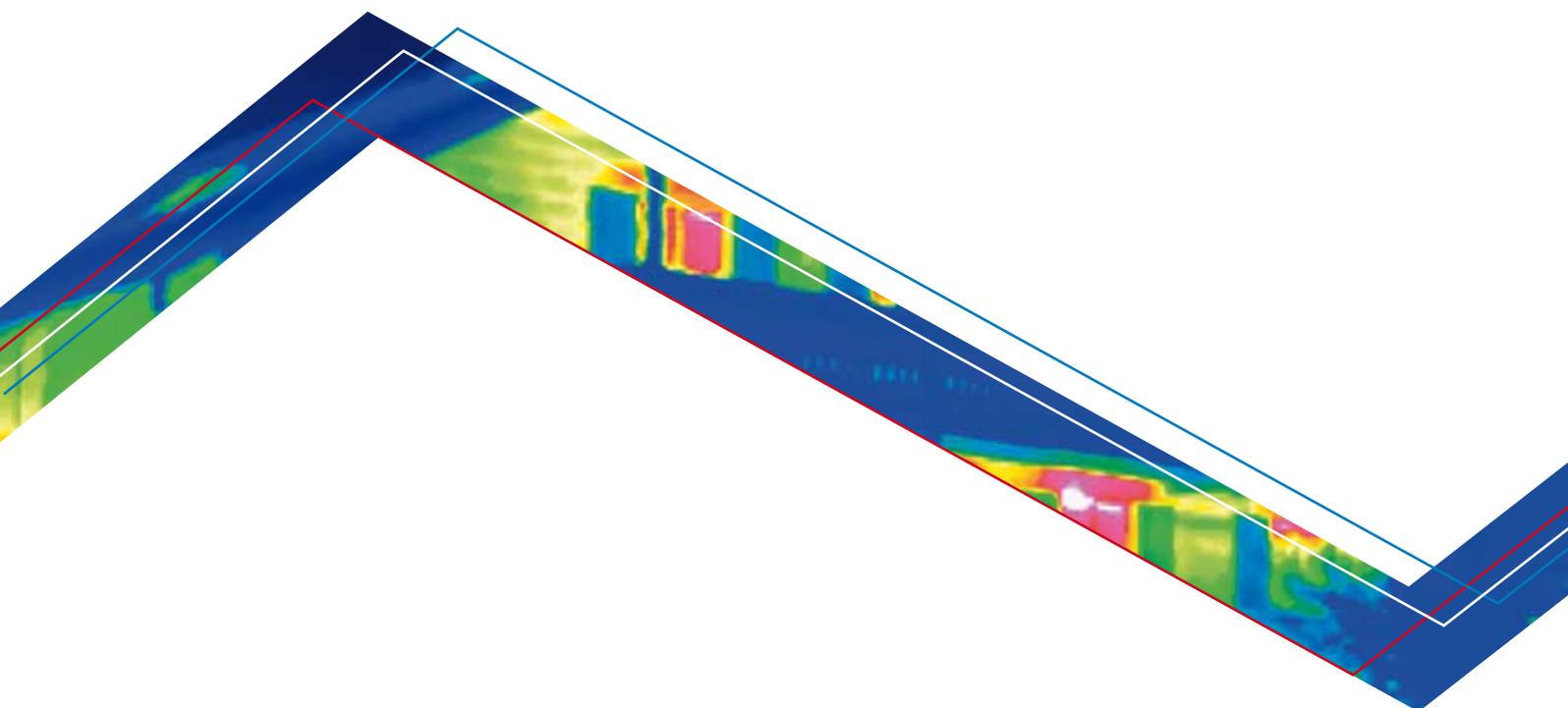


**COMPACT**

**N° 02/2009**

**CONSTRUIRE ET  
RÉNOVER FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE**

**UN CAHIER THÉMATIQUE DE LA CIPRA**



# SOMMAIRE

1	<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
2	<b>CHAQUE MAISON EST UNE MINI - CENTRALE</b>	<b>4</b>
3	<b>CONSTRUIRE ET RÉNOVER DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE</b>	<b>6</b>
3.1	<b>UN ÉNORME POTENTIEL</b>	<b>6</b>
3.2	<b>CONSTRUCTION ET RÉNOVATION EFFICIENTES AU PLAN ÉNERGÉTIQUE</b>	<b>7</b>
3.3	<b>CONSTRUIRE ET CHAUFFER AVEC LE BOIS</b>	<b>13</b>
3.4	<b>STANDARDS ET LABELS POUR LES BÂTIMENTS EFFICIENTS AU PLAN ÉNERGÉTIQUE</b>	<b>13</b>
3.5	<b>DIFFUSER LES SAVOIRS</b>	<b>15</b>
3.6	<b>RÔLE ET RESPONSABILITÉ DE L'ETAT</b>	<b>15</b>
3.7	<b>CONFLITS D'OBJECTIFS</b>	<b>17</b>
4	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>20</b>
5	<b>EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES</b>	<b>21</b>
6	<b>INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES</b>	<b>28</b>

## **cc.alps en bref**

Le projet « cc.alps – changement climatique : penser plus loin que le bout de son nez ! » est porté par la CIPRA, la Commission Internationale pour la Protection des Alpes, et financé par la fondation MAVA pour la protection de la nature. Avec ce projet, la CIPRA contribue à ce que les mesures déployées en faveur du climat dans les Alpes répondent au principe du développement durable.

## **climalp en bref**

Le projet « climalp – des maisons efficaces au plan énergétique en bois régional pour le confort de vie, la lutte contre le changement climatique et la promotion de l'économie locale » est porté par la Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA), et financé par le Liechtenstein. Avec ce projet, la CIPRA veut montrer à un large public que les maisons à haute performance énergétique en bois régional permettent de lutter contre le changement climatique tout en dynamisant l'économie régionale.

## **Mentions légales**

Éditeur : CIPRA International,  
Im Bretscha 22, FL-9494 Schaan  
T +423 237 53 53, F +423 237 53 54

Auteurs : Anita Wyss,  
Stefan Arlanch,  
CIPRA International

Décembre 2009



# INTRODUCTION

Avec le projet « cc.alps » – Changement climatique : penser plus loin que le bout de son nez, la Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA) met au banc d'essai les mesures déployées dans les Alpes en faveur du climat. La CIPRA fait le recensement des activités liées à la protection du climat et à l'adaptation aux changements climatiques dans les pays alpins (dans la suite de ce dossier, nous appellerons ces activités « mesures climatiques »), et étudie l'impact de ces activités sur l'environnement, l'économie et la société. L'objectif de la CIPRA est de faire connaître au grand public les mesures climatiques qui sont en accord avec les principes du développement durable, et de le mettre en garde contre les mesures climatiques qui ont un impact négatif sur la nature et l'environnement, mais aussi sur les structures sociales et sur l'économie.

La série « compacts CIPRA » publiée dans le cadre de cc.alps comprend plusieurs cahiers thématiques qui analysent d'un oeil critique les mesures climatiques déployées dans les Alpes. Outre le présent cahier « Construire et rénover », la série propose également des publications sur les thèmes suivants : énergie, autarcie énergétique des régions, aménagement du territoire, transports, tourisme, risques naturels, protection de la nature, agriculture, sylviculture et eau.

Le compact CIPRA « Construire et rénover » offre un aperçu des mesures mises en oeuvre dans les Alpes pour la construction et la réhabilitation de bâtiments contribuant à la lutte contre les changements climatiques et à l'adaptation à ces changements. Dans le deuxième chapitre, la CIPRA présente ses principales positions sur la construction et la réhabilitation des bâtiments : la rénovation des bâtiments contribue à la protection du climat ; les nouvelles constructions doivent respecter le standard Maison passive dans tous les pays alpins ; la maison de l'avenir produira même de l'énergie ! Les pouvoirs publics doivent mettre en place des mesures d'incitations plus nombreuses et donner l'exemple dans les édifices publics.

Le troisième chapitre analyse en détail les différents aspects de la question. Au quatrième chapitre, les auteurs du « compact » présentent leurs conclusions. Le cinquième chapitre est consacré à des exemples de bonnes pratiques en matière de construction et de réhabilitation énergétiquement performantes dans les Alpes : l'initiative sud-tyrolienne « CasaClima », l'introduction de la norme Maison passive pour les bâtiments publics à Mäder/A et la rénovation d'un refuge de montagne dans le massif du Mont Rose. Ces exemples montrent la voie à suivre. A la fin du document, vous trouverez une bibliographie et des informations complémentaires sur le sujet.

# CHAQUE MAISON EST UNE MINI-CENTRALE

## CC.ALPS : LES REVENDICATIONS DE LA CIPRA POUR LA CONSTRUCTION ET LA RÉNOVATION

L'énergie est trop précieuse pour être gaspillée. Pourtant, c'est ce qui se passe aujourd'hui. On estime que la moitié de l'énergie mondiale est consacrée à la construction, à l'utilisation et au recyclage des bâtiments. Dans les Alpes comme dans le reste de l'Europe, les ménages consomment autant d'énergie que l'ensemble du secteur des transports. La majeure partie de cette énergie est utilisée pour le chauffage, suivi par la production d'eau chaude sanitaire. Les principales sources d'énergie sont actuellement le fioul et le gaz naturel. Les plus grands gaspilleurs d'énergie sont les bâtiments anciens mal isolés.

La réhabilitation des bâtiments existants est donc un élément décisif pour la protection d'u climat. Un bâtiment ancien peut être optimisé par ex. grâce à une meilleure isolation ou à des fenêtres à double vitrage. De telles mesure permettent de réduire jusqu'à 90 % la consommation d'énergie. Les besoins en énergie restants peuvent être couverts par des énergies renouvelables.

La maison de l'avenir produira même de l'énergie ! Pour cela, les bâtiments doivent être orientés systématiquement vers le soleil. Les innovations techniques, par exemple dans le domaine de la domotique ou des échangeurs de chaleur pour l'air ambiant ainsi que l'utilisation d'énergie solaire et éolienne pour la production d'électricité permettent de transformer des maisons « énergivores » en producteurs d'énergie.

La construction à haute performance énergétique dans les montagnes peut également profiter de bonnes conditions comme les pentes ensoleillées, la faible présence de brouillard ou un microclimat favorable. Les montagnes disposent en outre d'un matériau ancestral hautement actuel et disponible à profusion : le bois.

Les revendications de la CIPRA :

### ASSAINISSEMENT DU BILAN ÉNERGÉTIQUE

La politique d'aides financières de certains Etats alpins va complètement dans le mauvais sens du point de vue de la protection du climat. Ainsi, dans certaines régions, 80% des subventions sont attribuées pour la construction de bâtiments neufs, contre 20% seulement pour la réhabilitation du bâti existant. Or ce devrait être l'inverse ! Les subventions doivent être à l'avenir consacrées en priorité aux mesures de réhabilitation énergétiques, qui permettent, avec relativement peu d'argent, d'économiser plus d'énergie fossile en peu de temps, et donc de réduire encore plus les rejets de CO<sub>2</sub>.

Le montant des subventions doit être en relation directe avec les économies d'énergie réalisées : plus la consommation est faible après rénovation, plus la subvention est élevée. Des valeurs seuils doivent être introduites pour la consommation énergétique après rénovation. En règle générale, cette consommation ne devrait pas dépasser 40 kWh par m<sup>2</sup> et par an. Des exceptions peuvent être faites pour les bâtiments historiques.

### DES MAISONS QUI PRODUISENT DE L'ÉNERGIE

Aujourd'hui déjà, il existe des bâtiments capables non seulement de consommer une quantité minimale d'énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude, mais aussi de produire eux-mêmes de l'énergie. Les réglementations du bâtiment des pays alpins doivent être revues de manière à ne plus autoriser que le standard internationalement reconnu des maisons passives pour la construction de bâtiments neufs. Ce standard prévoit des besoins en énergie maximum de 15 kWh par m<sup>2</sup> et par an. Les maisons passives couvrent leurs besoins en énergie à partir de sources « passives » comme le rayonnement solaire ou la chaleur dégagée par les habitant-e-s et les appareils électriques. Et il faut aller encore plus loin : les maisons passives doivent être optimisées pour devenir des maisons à énergie positive et produire plus d'énergie qu'elles n'en consomment, en utilisant par exemple l'énergie solaire et éolienne.

### LES POLITIQUES ET LES ADMINISTRATIONS DOIVENT DONNER L'EXEMPLE

Dans certaines régions des Alpes, les politiques et les administrations ont décidé de construire leurs propres bâtiments selon le standard Maison passive.

La commune de Mäder au Vorarlberg a décidé de construire à l'avenir tous ses bâtiments selon ce standard. Dans la province du Vorarlberg, les logements sociaux ne sont subventionnés que s'ils répondent au standard de la construction passive. Un exemple que devrait suivre d'autres régions ! Les collectivités et organes publics qui ne construisent plus que des bâtiments performants au plan énergétique donnent le bon exemple aux particuliers.

### INTERDICTION DES CHAUFFAGES AU FIOUL ET AU GAZ !

L'énergie de chauffage des maisons à haute performance énergétique peut être couverte entièrement et sans problème par des énergies renouvelables. Les chauffages au fioul et au gaz ne doivent plus être autorisés dans les constructions neuves et dans les bâtiments rénovés.

# CONSTRUIRE ET RÉNOVER POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

## 3.1 UN POTENTIEL ÉNORME

Tous les modèles climatiques courants prédisent pour les 100 prochaines années une hausse considérable de la température moyenne de la planète (cf. IPCC 2007). Si les Hommes continuent d'utiliser les sources d'énergies fossiles, la température mondiale augmentera vraisemblablement de 3 à 4°C jusqu'en 2100 par rapport à 1990 (la fourchette des variations annoncées se situant entre 2 et 6°C). Dans les Alpes, la hausse des températures devrait être beaucoup plus élevée que la moyenne globale (Académie suisse des Sciences 2007).

### 3.1.1 DEUX GRANDS RESPONSABLES : LES ENVELOPPES NON ÉTANCHES DES BÂTIMENTS ET LES CHAUFFAGES AU FIOUL

On estime que la moitié de l'énergie consommée dans le monde entier est utilisée pour la construction, l'utilisation et la fin de vie des bâtiments, la moyenne européenne étant inférieure à la moyenne mondiale. Une comparaison de la répartition de la consommation d'énergie finale en fonction des secteurs de consommation en Europe montre que la part des ménages privés est, avec 30%, à peu près aussi élevée que celle de l'ensemble du secteur des transports (tableau 1).

Dans le monde entier, la part la plus importante de la consommation d'énergie finale des ménages privés est consacrée au chauffage des logements, essentiellement avec du fioul et du gaz naturel, en premier lieu pour la production de chaleur, puis pour la production d'eau chaude sanitaire. Le bâtiment est considéré comme le secteur qui présente le plus grand potentiel d'économies de CO<sub>2</sub>. Il est donc un secteur clé pour la solution du problème climatique (Levine et al. 2007).

**Tableau 1:**

Répartition de la consommation d'énergie finale selon les secteurs de consommation dans les pays alpins

	DE	AT	CH	IT	FR	SL
Ménages privés	26	26	29	32	43	21
Transports	30	32	33	30	31	37
Industrie, production de biens de consommation	28	30	20	28	23	34
PME, commerces, services, agriculture	16	13	16	10	3	8

Sources : DE : BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. ; AT : Lebensministerium (brochure « Daten und Zahlen 2008 »), mise à jour 2008 ; CH : Office fédéral de l'énergie OFEN, mise à jour 2006 ; IT : ENEA Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente su dati MSE, mise à jour 2005 ; SI : IJS-CEU, mise à jour 2007; FR : Commissariat général au développement durable – SOeS Service de l'observation et des statistiques, mise à jour 2009

Il n'existe pas de chiffres comparables pour le Liechtenstein.

Le changement climatique entraîne aussi un changement de la quantité d'énergie consommée et de la saison pendant laquelle cette énergie est consommée. Quand les hivers sont plus chauds, on chauffe moins, mais il faut en contrepartie rafraîchir les bâtiments pendant les étés plus longs et plus chauds, pour que la température intérieure reste agréable. En Suisse, des scénarii montrent que les besoins en rafraîchissement des bâtiments pourraient augmenter de 46% d'ici 2035 par rapport à la période 1984-2004, alors que les besoins en énergie de chauffage diminueraient de 13% en hiver (Aebischer et al. 2007). Au total, cela signifie que les besoins en énergie vont augmenter et que l'enveloppe des bâtiments va être soumise à des exigences plus élevées en matière d'étanchéité (OFEN 2007).



**Figure 1 :**

Place à l'énergie solaire : la cité « Sonnenschiff » à Freiburg/D tire son énergie du soleil. L'avancée des toits empêche la surchauffe des bâtiments.

## CONSTRUCTION ET RÉNOVATION EFFICIENTES AU PLAN ÉNERGÉTIQUE

Les techniques de construction efficaces au plan énergétique permettent de réaliser des maisons individuelles et des petits immeubles, mais aussi des bâtiments industriels, des bâtiments administratifs ou des écoles. Elles n'ont pas besoin de technologies compliquées et peuvent être réalisées à toutes les altitudes. Les mesures prises dans le secteur du bâtiment permettent de réduire facilement et efficacement les besoins en énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>.

### LES CONSTRUCTIONS NEUVES EFFICIENTES AU PLAN ÉNERGÉTIQUE

Le fonctionnement d'une construction neuve énergétiquement performante repose sur deux principes :

Premièrement, le bâtiment est chauffé par l'utilisation passive de l'énergie solaire. Pour optimiser le bénéfice des apports solaires, la façade orientée au sud doit être suffisamment importante et la façade nord la plus réduite possible. Les rayons du soleil qui pénètrent par les grandes baies vitrées réchauffent l'intérieur de la maison. Alors que la salle de séjour, le bureau ou les chambres d'enfant devraient être de préférence orientés au sud, les celliers, débarras et escaliers peuvent être situés au nord du bâtiment (CIPRA 2004).

Deuxième point, une enveloppe bien isolée réduit les déperditions de chaleur, et protège aussi le bâtiment contre la chaleur extérieure. Pour qu'une maison soit énergétiquement performante, elle doit donc avoir une enveloppe étanche à l'air, ce qui exige une excellente qualité dans l'exécution des travaux. Tous les éléments de construction non transparents comme les parois, le toit et les planchers doivent être parfaitement isolés. L'épaisseur des matériaux d'isolation dépend du climat, de la situation géographique et des matériaux de construction utilisés. Elle se situe entre 15 et 40 cm (p. ex. 15 cm pour la KlimaHaus/CasaClima dans la province de Bolzano/I dans les catégories A et Gold). Il faut également éviter ce que l'on appelle les ponts thermiques. Il s'agit de zones de dissipation de

la chaleur généralement situées aux points de jonction des différentes parties de la construction, par ex. dans les coins. Les ponts thermiques doivent faire l'objet d'une attention particulière dès la conception, car les modifications ultérieures sont chères et compliquées.

Les deux principes cités, ainsi que les effets thermiques produits par les appareils électriques (appareils électroménagers, ordinateurs, etc.) et les habitant-e-s fournissent suffisamment de chaleur pour permettre de renoncer à un système de chauffage conventionnel, c.-à-d. actif. Par ailleurs, toute une série d'aspects doivent aussi être pris en compte pour maintenir la consommation d'énergie aussi basse que possible

- **FORME ET PLAN DU BÂTIMENT**

La forme et l'orientation d'un bâtiment jouent un rôle important dans la consommation d'énergie. Les besoins en chaleur de chauffage augmentent avec la surface des parois extérieures qui évacuent la chaleur. Avec un bâtiment compact, on a besoin de moins de murs extérieurs que pour un bâtiment en U de même surface. Mais en principe, chaque type d'architecture peut être réalisée de façon efficiente au plan énergétique.

- **FENÊTRES**

A côté de l'enveloppe du bâtiment, les fenêtres sont l'élément central d'une maison énergétiquement performante. Elles doivent laisser pénétrer le plus d'énergie solaire possible en hiver, tout en minimisant les déperditions de chaleur dans les périodes peu ensoleillées ou pendant la nuit. La plupart du temps, on utilise des fenêtres à triple vitrage à fort coefficient d'isolation thermique, et des châssis bien isolés avec une faible conductivité thermique. En été, les fenêtres doivent laisser le moins d'énergie solaire possible pénétrer pour éviter la surchauffe du bâtiment. Une avancée du toit ou des stores automatiques peuvent être ici une aide précieuse.

- **VENTILATION AVEC RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE CONTENUE DANS L'AIR EXTRAIT**

Les bâtiments énergétiquement performants doivent être le plus étanches à l'air possible, mais la qualité de l'air ambiant ne doit pas en souffrir. Dans les maisons passives ou les maisons Minergie® P, des installations de ventilation contrôlée assurent l'aération. Elles contribuent aussi à chauffer la maison grâce à un système efficace de récupération des calories de l'air sortant. Une quantité constante d'air neuf pénètre dans le bâtiment à travers un filtre et est transportée vers un échangeur thermique. L'air vicié est extrait des pièces de service (cuisine, salle d'eau). L'échangeur thermique permet à l'air sortant de céder sa chaleur à l'air entrant, qui est alors préchauffé. Il n'y a pas de mélange des deux flux d'air.

- **SYSTÈMES DE CHAUFFAGE**

Un bâtiment énergétiquement performant et une maison passive n'ont pas besoin de chauffage. Pourtant, les habitant-e-s veulent parfois disposer d'un chauffage d'appoint pour les jours particulièrement froids. Aujourd'hui, l'énergie nécessaire peut être fournie par des sources d'énergie renouvelables.



**Figure 2 :**

Du courant vert en haute montagne : le refuge Keschhütte/CH produit de l'électricité grâce aux panneaux solaires installés sur le toit et la façade.

- **DES SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLES POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

La palette des sources d'énergie renouvelables permettant de produire de l'électricité écologique est large. Il est recommandé d'utiliser des énergies renouvelables disponibles dans la région, comme l'énergie solaire, hydroélectrique ou éolienne, la géothermie ou la biomasse avec des systèmes de couplage chaleur-force (compact Energie de la CIPRA).

Les avantages de l'énergie solaire résident dans les multiples possibilités d'application des éléments photovoltaïques. La technique solaire peut toutefois être encore améliorée dans les domaines de la production et du stockage de l'énergie.

- **UTILISATION DE MATÉRIAUX SAINS EN TERME DE BIOLOGIE DU BÂTIMENT**

L'utilisation de matériaux « sains » dans le bâtiment permet de créer de bonnes conditions bio-climatiques dans l'habitat. Intégrée dans un concept écologique général, elle contribue aussi à préserver l'environnement. On peut toutefois se demander s'il faut privilégier les matériaux écologiques par rapport à des matériaux dits « non écologiques » qui présentent un meilleur bilan énergétique sur les 50 à 100 ans de durée de vie du bâtiment.

### 3.2.2

#### LA RÉNOVATION EFFICIENTE AU PLAN ÉNERGÉTIQUE

Dans les pays alpins, la construction de bâtiments neufs est aujourd'hui soumise à des réglementations très strictes. Mais depuis 2008, on attache de plus en plus de poids à la subvention des mesures de réhabilitation, entre autres en raison de la crise économique. La rénovation des bâtiments existants, lorsqu'elle est bien faite, possède un fort potentiel en terme d'économies d'énergie.

Les bâtiments à rénover forment la majeure partie du parc immobilier existant dans les Alpes. Dans les années 60 et 70, l'Europe a connu un boom de la construction, pendant lequel on a construit essentiellement des bâtiments de mauvaise qualité énergétique. Dans la province de Bolzano/I, 60% des bâtiments existants – 150 000 logements – ont été construits pendant ces années.

Lorsqu'un bâtiment est rénové, on met à profit les expériences réunies dans la construction de bâtiments neufs énergétiquement performants. Même si les produits utilisés dans les maisons passives ne sont pas tous adaptés aux bâtiments existants, de nombreux composants peuvent être utilisés dans les réhabilitations. En modernisant les bâtiments, on peut atteindre en général des besoins en énergie de chauffage compris entre 25 et 35 kWh/m<sup>2</sup>.an, ce qui correspond à une économie d'énergie de l'ordre de 80 à 90%.

Une rénovation énergétique bien conçue et bien faite contribue non seulement à la protection du climat, mais est aussi rentable pour les propriétaires. L'ancien bâtiment de la poste dans la province de Bolzano/I, qui



**Figure 3 :**

Rénover est rentable : les travaux de réhabilitation de l'ancienne poste de Bolzano/I sont déjà amortis cinq ans plus tard.

a été le premier édifice public italien à être rénové comme « bâtiment un litre », en est la preuve : les surcoûts se montent à 30% pour les mesures d'efficacité énergétique de type « KlimaHaus » C, et à 85% pour la transformation du bâtiment en « maison à un litre » (tableau 2). Toutefois, ces investissements sont déjà amortis cinq ans plus tard grâce aux économies annuelles de 86 625 euros en chauffage (tableau 3). A cela vient s'ajouter la hausse de la valeur de l'objet immobilier et la satisfaction accrue des habitant-e-s.

**Tableau 2 :**

Coût de réhabilitation à l'exemple de l'ancien bâtiment de la poste de Bolzano/I.

	Façade	Isolation	Fenêtres (16 % de la surface)	Total	en %
Réhabilitation sans mesures d'efficacité énergétique	107.501	0	115.280	<b>222.781</b>	100 %
KlimaHaus C	107.501	60.043	115.280	<b>282.824</b>	127 %
« Maison à 1 litre »	107.501	144.294	161.392	<b>413.187</b>	185 %

Source: Michael Tribus Architecture

### Economies réalisées en euros



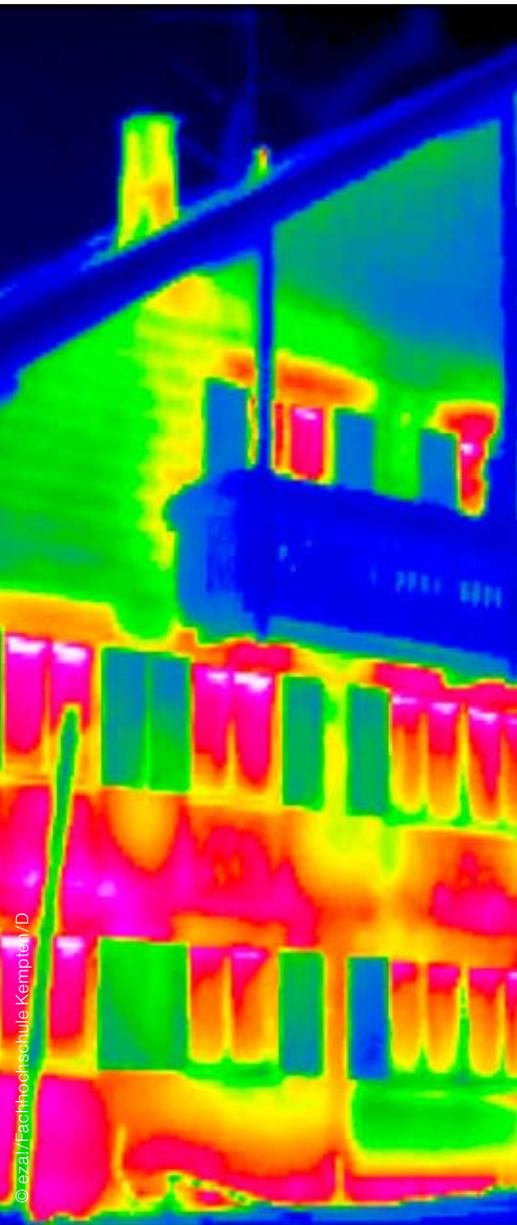
### AMORTISSEMENT DES COÛTS D'INVESTISSEMENT

#### Nombre d'années d'exploitation

**Tableau 3 :**  
Amortissement des surcoûts d'investissement pour les mesures d'efficacité énergétique dans la rénovation, à l'exemple de l'ancien bâtiment de la poste de Bolzano/I.

- Réhabilitation conventionnelle sans mesures d'efficacité énergétique, frais de chauffage annuels 90 750 euros
- « KlimaHaus » C, frais de chauffage annuels 28 875 euros, économies annuelles par rapport à la réhabilitation conventionnelle : 61 875 euros
- « Maison 1 litre », frais de chauffage annuels 4 125 euros, économies annuelles par rapport à la réhabilitation conventionnelle : 86 625 euros

Source : Michael Tribus Architecture



**Figure 4 :**

Ponts thermiques : les zones rouges de la thermographie mettent en évidence les déperditions de chaleur.

- **IDENTIFIER LES POINTS FAIBLES**

Les points faibles de l'enveloppe, en particulier les ponts thermiques, peuvent être détectés avec précision à l'aide de photos thermographiques qui mettent en évidence les déficiences énergétiques. Cela permet de prendre des mesures ciblées pour la réduction des pertes de chaleur. L'assainissement des ponts thermiques est toutefois cher et compliqué (CIPRA 2004).

- **ISOLATION THERMIQUE**

De manière générale, il existe deux possibilités pour isoler l'enveloppe des bâtiments. L'isolation extérieure des murs permet de supprimer complètement les ponts thermiques. Toutefois, une isolation extérieure n'est pas toujours possible, par exemple lorsqu'il s'agit d'un monument historique, ou si la maison est construite tout près de la limite du terrain. Dans ce cas, on peut réduire les besoins en chaleur de chauffage jusqu'à 60 kWh/m<sup>2</sup> par an avec une isolation intérieure (Feist 2003).

Mais une bonne isolation peut aussi avoir des effets négatifs en été. Lorsqu'on isole des bâtiments qui ne l'étaient pas à l'origine, l'intérieur du bâtiment peut souffrir de surchauffe jusqu'à 300 heures en période estivale, et même jusqu'à 400 heures pour les pièces orientées au sud (en fonction de la situation géographique du bâtiment) (Aebischer et al. 2007). On peut éviter la surchauffe du bâtiment avec des installations de ventilation, des brise soleil sur la façade sud, ou en installant une climatisation, qui consomme toutefois de l'électricité. Si la climatisation est efficace, les besoins totaux en énergie restent malgré tout inférieurs à ceux des bâtiments non isolés déjà équipés d'un système de climatisation inefficace (Aebischer et al. 2007).

- **CHAUFFAGE**

Lorsque la chaudière a déjà 15 à 20 ans, il est presque toujours recommandé de la changer. Dans la plupart des cas, un chauffage au fioul peut être remplacé sans problème par un chauffage au bois, en tenant compte de la section de la cheminée. Les besoins en chaleur étant nettement réduits par les mesures d'assainissement, la nouvelle chaudière doit être adaptée au plus prêt des besoins de la maison.

- **EAU CHAUDE**

Lorsqu'on remplace la chaudière, ce qui est fréquemment le cas dans les assainissements énergétiques, elle peut être combinée à un dispositif de stockage de l'eau chaude. Dans le cas idéal, l'eau est chauffée par une installation solaire en été et en intersaison, et par la chaudière uniquement en hiver.

- **VENTILATION**

Après le remplacement des fenêtres non étanches et la mise en place d'une enveloppe bien isolée et étanche à l'air, il faut aérer plus fréquemment à la main pour pouvoir évacuer l'humidité. Cela demandant un changement des habitudes des habitant-e-s, ces derniers décident souvent d'installer un système de ventilation avec récupérateur de chaleur, qui permet de réduire encore les besoins en énergie de chauffage.

**Figure 5 :**

Bel exemple d'architecture en bois, le centre communal de St. Gerold/A est le premier édifice public du Vorarlberg certifié selon le standard Maison passive

Le bois est l'une des rares matières premières et sources d'énergie renouvelables que l'on trouve dans les Alpes. C'est un matériau à forte valeur ajoutée, qui peut être utilisé de multiples façons et qui est presque partout facilement disponible, c.-à-d. sans longs transports.

Dans les Alpes suisses, l'accroissement des forêts est 1,6 fois supérieur aux récoltes sur le versant nord des montagnes, et 3,5 fois supérieur aux récoltes sur le versant sud (BAFU 2008).

Le bois est un matériau de construction polyvalent. Il est relativement léger, mais aussi très rigide et solide. Il présente une conductivité thermique relativement faible et, à la différence du béton armé ou des briques, possède d'excellentes propriétés de protection thermique. Il permet en outre d'intégrer facilement des couches d'isolation supplémentaires. Les maisons à ossature bois peuvent être construites à des prix très intéressants. Pour les mêmes dimensions extérieures, un bâtiment en bois offre jusqu'à 10% de surface utile en plus par rapport à une construction massive (CIPRA 2004).

L'utilisation de bois comme combustible joue un rôle important dans la réduction des gaz à effet de serre. Le bois est en effet considéré comme neutre en CO<sub>2</sub> : il fixe pendant sa croissance autant de CO<sub>2</sub> qu'il en libère lors de sa combustion ou de sa décomposition. La promotion des chauffages au bois pour la production de la chaleur résiduelle aurait un fort potentiel d'économie d'émissions de CO<sub>2</sub>. Les ressources des forêts alpines pourraient être suffisantes, à condition que l'on réduise massivement les besoins en énergie des bâtiments (CIPRA 2004).

### **STANDARDS ET LABELS POUR LES BÂTIMENTS EFFICIENTS AU PLAN ÉNERGÉTIQUE**

Les pays alpins, essentiellement les pays de langue allemande, se sont dotés dans le secteur du bâtiment d'un grand nombre de standards et labels nationaux soumis à des définitions plus ou moins strictes. Mais il n'existe pas encore de standards pour l'ensemble des pays alpins ni pour l'Europe.

La **MAISON BASSE ÉNERGIE** est définie par sa consommation en énergie de chauffage. Ce standard concerne aussi bien les constructions neuves que les bâtiments rénovés. Il est imposé aujourd'hui dans la plupart des pays alpins pour les constructions neuves, mais les critères de définition varient d'un pays à l'autre (en Allemagne, l'indicateur de performance énergétique se situe entre 40 et 70 kWh/m<sup>2</sup>.an ; dans la province de Bolzano, en Italie, il est inférieur à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an). Autrefois, les maisons basse énergie étaient la forme de construction qui offrait le plus d'économies d'énergie possibles. Aujourd'hui, elles se situent à la limite supérieure de la consommation d'énergie encore admise

La **MAISON À ÉNERGIE POSITIVE** est en mesure de produire elle-même de l'électricité et de la chaleur et représente un nouveau standard

en matière d'efficacité énergétique. Elle livre sur l'année plus d'énergie sous la forme d'électricité solaire que ce qu'elle consomme en énergie de chauffage. Pour atteindre ce bilan énergétique positif, la maison tire le meilleur parti possible de l'énergie solaire active et passive. Le toit est recouvert de panneaux solaires. L'électricité solaire produite par la maison et injectée dans le réseau public est indemnisée. L'électricité, qui est une charge dans les autres types de bâtiments, est ici une source de revenus supplémentaires.

**LES MAISONS PASSIVES** tirent leur nom du fait qu'elles couvrent leurs besoins en énergie essentiellement par des sources « passives » comme le rayonnement solaire et la chaleur émise par les habitant-e-s et les appareils électriques. La charge de chauffage très faible d'une maison passive permet de la chauffer exclusivement avec la chaleur récupérée par le système de ventilation. Celui-ci fournit un air de bonne qualité, il n'est pas nécessaire d'aérer la maison. Les besoins en chaleur de chauffage d'une maison passive ne doivent pas dépasser 15 kWh/m<sup>2</sup>.an. Une maison passive n'a pas besoin de chauffage. La notion de « maison passive » n'est ni une dénomination protégée ni un nom de marque, mais un concept de construction.

**MINERGIE®** est un label suisse protégé qui s'applique aux bâtiments neufs ou rénovés, et qui propose trois standards : une maison MINERGIE® doit obligatoirement comporter un système de ventilation contrôlée avec récupération de chaleur. En fonction du type d'utilisation (maison particulière, bâtiment industriel, hôpital, etc.), le bâtiment doit répondre à un indice énergétique imposé. Cet indice de performance énergétique tient compte de l'énergie nécessaire pour le chauffage du bâtiment, mais aussi pour la production d'eau chaude sanitaire et pour le moteur électrique du système de ventilation. Les valeurs à respecter pour les bâtiments neufs varient en fonction de la source d'énergie utilisée.

En 2003, MINERGIE-P® a introduit les standards de la maison passive dans le label Minergie. L'exigence de performance énergétique dans l'habitat neuf est de 30kWh/m<sup>2</sup>.an. Le bâtiment doit être équipé d'un système de ventilation à double flux avec récupération de chaleur ; il doit utiliser des énergies alternatives et être équipé d'appareils électroménagers efficaces.

Le label **MINERGIE-ECO®** complète les standards MINERGIE® et MINERGIE-P®. Les bâtiments labellisés MINERGIE-ECO® répondent aux exigences des standards MINERGIE® et MINERGIE-P®, et intègrent en plus dans leurs constructions des critères comme la santé et l'écologie.

La province autonome de Bolzano/I a créé avec le label KlimaHaus/ CasaClima un système de certification pour les bâtiments efficients au plan énergétique. CasaClima est présenté comme exemple de bonne pratique au chapitre 5.



**Figures 6 et 7 :**

Une première en Suisse occidentale : l'immeuble de bureaux « Green-Office » à Giviez/CH est le premier bâtiment certifié MINERGIE-ECO® de Suisse occidentale.



### 3.5 DIFFUSER LES SAVOIRS

- **BONNES PRATIQUES**

Le nombre élevé d'exemples de bonnes pratiques montre que la construction efficiente au plan énergétique n'est pas en contradiction avec le confort de l'habitat, et qu'elle est de surcroît d'un prix abordable et économiquement intéressante. Dans le domaine des constructions neuves, les exemples de bonnes pratiques se sont révélés particulièrement efficaces.

- **EDUCATION**

Au cours des dernières années, de plus en plus d'institutions et d'organismes proposent des modules de formation dans l'ensemble des pays alpins. Les formations proposées doivent être ciblées. Elles vont des cours sur l'énergie pour responsables de projets, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage, aux formations universitaires (IPCC 2007). Le succès croissant de ces formations témoigne du vif intérêt suscité par ces questions et des besoins en savoir-faire dans ce domaine.

- **CONSEIL**

Les activités de conseil et d'assistance pendant la conception et la réalisation des projets sont un élément essentiel de la diffusion des savoirs. Dans la province autonome de Bolzano/I, la banque Raiffeisenkassen propose par exemple depuis juillet 2009 sous le titre « Energie.sparen » un ensemble de conseils et de services pour le financement de la rénovation des bâtiments existants.

- **RÉSEAUX ET PROJETS TRANSNATIONAUX**

Les réseaux régionaux et les projets européens transnationaux constituent également des plateformes de savoir-faire susceptibles de jouer un rôle moteur dans le secteur du bâtiment et auprès des décideurs politiques. Les coopérations et les transferts de savoirs au-delà des frontières nationales peuvent permettre de mieux sensibiliser le public et d'améliorer l'état des connaissances sur le thème de la construction énergétiquement performante. Les campagnes d'information dans les Alpes comme le projet CIPRA « climalp – la performance énergétique des maisons en bois régional dans les Alpes » ou les réseaux comme NENA, qui regroupe des PME de tous les pays alpins peuvent contribuer à éveiller l'intérêt pour les constructions énergétiquement performantes dans les régions où ce type de bâtiments est encore peu répandu, et encourager les échanges de savoir-faire.



**Figure 8 :**

Diffuser les savoirs au-delà des frontières : les excursions organisées par la CIPRA permettent de découvrir comment construire des bâtiments en bois efficients au plan énergétique.

### 3.6 RÔLE ET RESPONSABILITÉ DE L'ETAT

- **RÉGLEMENTATIONS DU BÂTIMENT**

Les aspects énergétiques et écologiques peuvent être intégrés dans les réglementations relatives au bâtiment et à l'énergie. Cela permet d'ancrer dans les textes réglementaires les exigences minimales requises pour les constructions, ou certaines obligations comme celles de mettre en place des installations de chauffage décentralisées ou des centrales thermiques en montage-bloc pour le chauffage à distance des habitats groupés. Des réglementations fixant les seuils de performance énergétique à res-

pecter ou imposant l'orientation des bâtiments vers le sud peuvent aussi contribuer à augmenter l'efficacité énergétique.

Les textes réglementaires mettent souvent des obstacles à la construction de bâtiments énergétiquement performants. La hauteur maximale prévue pour les étages est parfois si limitée que la hauteur des pièces n'est plus suffisante si on veut poser une couche d'isolation plus épaisse. Dans certains cas, par exemple, il peut être impossible d'utiliser les combles parce que la hauteur des pièces n'est pas suffisante pour en faire des pièces à vivre, ou que parce que la hauteur n'est pas suffisante au niveau de l'escalier (Feist 2009).

- **INCITATIONS FINANCIÈRES**

Pour réagir à la crise économique, la plupart des pays alpins ont adopté des programmes destinés à relancer l'économie et à encourager les innovations et l'efficacité énergétique. En Allemagne, par exemple, le programme de rénovation « CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierung » et le programme consacré aux maisons basse énergie « Ökologisch Bauen » prévoient toute une série d'aides financières en faveur des mesures d'économies d'énergie et de protection du climat. L'Autriche a dédié dans son nouveau programme gouvernemental 875 millions d'euros pour des mesures destinées à la relance de l'économie. La France a adopté plusieurs programmes de subventions, et le Liechtenstein a mis en place à différents niveaux des programmes réunis sous le label « Energiebündel », qui se complètent entre eux. Les aides financières prennent la forme de crédits à faible taux d'intérêts (en Slovénie, en France et en Allemagne), de subventions directes pour le bâti neuf et existant (en Slovénie, en Autriche, en Suisse et au Liechtenstein) et de déductibilité fiscale des investissements (en Italie). Tous les pays alpins n'ayant pas mis en place des programmes d'aide financière au niveau national, il existe aussi de nombreux autres instruments d'incitation financière au niveau régional et local. En résumé, on observe une augmentation sensible des instruments d'aide financière à tous les échelons (y compris au niveau de l'UE). On constate toutefois que les mesures d'aide financière à la rénovation des bâtiments existants n'ont eu jusqu'à présent qu'un impact relativement réduit. Des mesures complémentaires et des modèles alternatifs de financement et d'attribution des crédits devront être mis en place pour obtenir de meilleurs résultats dans ce domaine.

- **STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE GLOBALE**

Des stratégies d'énergie globales diverses ont été aujourd'hui mises en place au niveau des villes et des communes. Un modèle particulièrement réussi est le « programme e5 » autrichien, qui apporte son soutien aux villes, aux communes et aux régions dans leurs efforts d'augmentation de l'efficacité énergétique, pour l'introduction de sources d'énergie renouvelables et pour le choix des objectifs de protection du climat. Le programme tient compte de toutes les activités liées à l'énergie comme l'alimentation en énergie, le traitement des déchets, la planification, la mobilité et les constructions. ([www.e5-gemeinden.at](http://www.e5-gemeinden.at)).

Le programme e5 et l'initiative suisse « Cité de l'énergie » sont à l'origine du label « European Energy Award® » créé en 2002. Il s'agit d'un programme de certification des politiques de mise en oeuvre de la protection du climat dans les communes européennes ([www.european-energy-award.org](http://www.european-energy-award.org)). Le « Green Building Programm », inspiré du « programme e5 », est un programme de l'Union européenne destiné à renforcer l'efficacité énergétique des bâtiments non résidentiels au niveau européen, notamment à travers des actions d'information, de communication et de sensibilisation du public ([www.eu-greenbuilding.org](http://www.eu-greenbuilding.org)).



**Figure 9 :**

Clochers et panneaux solaires : techniques modernes et monuments historiques font souvent bon ménage.

### • AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

L'aménagement du territoire, et donc le développement des structures d'habitat, a un impact important sur le climat. D'une part, l'optimisation de l'implantation des bâtiments en terme d'énergie et l'utilisation raisonnée des espaces non goudronnés ont une influence sur les émissions de CO<sub>2</sub>. L'implantation, la disposition et l'orientation des bâtiments jouent un rôle essentiel dans l'utilisation passive et thermique de l'énergie solaire. D'autre part, le développement à grande échelle des structures d'habitat entraîne une plus grande mobilité, et donc une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>. Les études réalisées par le Club autrichien pour les déplacements tous modes VCÖ (2005) montrent que la consommation d'énergie annuelle d'une maison économe en énergie exigeant l'usage d'une voiture est nettement supérieure à celle d'une maison conventionnelle sans voiture.

Dans la plupart des pays alpins, les objectifs en matière de politique d'aménagement du territoire sont ancrés au niveau national, mais la mise en oeuvre des mesures axées sur la protection du climat est souvent difficile du fait de la résistance des communes, principaux décideurs en matière d'aménagement du territoire, qui considèrent souvent leurs intérêts menacés par ces mesures (cf. compact CIPRA Aménagement du territoire).

### 3.7

### CONFLITS D'OBJECTIFS

#### • LES PANNEAUX SOLAIRES ET LES FAÇADES EN VERRE NE FONT PAS L'UNANIMITÉ

En fonction de l'environnement architectural, la présence de panneaux solaires peut être ressentie comme gênante dans le paysage urbain ou rural. Elle est notamment mal acceptée sur des monuments historiques. Il est difficile de définir des critères esthétiques permettant de dire à partir de quand des panneaux solaires sont gênants. On cite souvent à titre d'exemple l'église de montagne de Schönau dans la Forêt Noire/D, dont le toit est équipé d'une grande installation photovoltaïque visible de loin. Les monuments historiques ont donné leur aval, et les membres de la paroisse ont bien accepté cette transformation de leur église. La coopération avec les autorités compétentes dès le début de la conception du bâtiment et l'intégration esthétique des composants solaires dans les toits et façades peuvent permettre d'éviter les conflits. Le secteur de l'énergie solaire propose aujourd'hui des solutions qui rendent les panneaux solaires pratiquement invisibles, avec des tuiles ou des ardoi-

ses solaires de la même couleur que le reste de la toiture. Les grandes façades vitrées indispensables à l'utilisation de l'énergie solaire sont elles aussi contestées. De nombreuses communes ont des réglementations sur la taille maximale des fenêtres ou sur la proportion de la taille des fenêtres par rapport à celle de la façade, selon l'endroit où les bâtiments sont construits.

- **LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE NE FONT PAS LE BONHEUR DE TOUS**

En général, les producteurs d'énergie ne sont pas intéressés par les économies d'énergie, mais par l'augmentation de leur chiffre d'affaires, y compris lorsqu'il s'agit d'énergie renouvelable. Dans les débats sur les énergies à utiliser dans le bâtiment et sur la performance énergétique des bâtiments neufs et rénovés, le lobby pétrolier fait entendre sa voix haut et fort en faveur des énergies fossiles. Les bâtiments efficaces au plan énergétique, qui misent sur les économies d'énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables, sont une concurrence et une menace économique pour le secteur des énergies fossiles.

- **LE BOIS A BESOIN DE TEMPS POUR REPOUSSER**

La raréfaction du pétrole au niveau mondial ces dernières années a entraîné une croissance de la demande en bois. Cela a entraîné une pression plus forte sur les forêts. Une exploitation trop intensive des forêts pourrait les mettre en péril. L'utilisation du bois peut être qualifiée de durable quand on n'utilise pas à long terme plus de bois qu'il n'en repousse, quand le bois est produit dans des conditions écologiques, c.-à-d. dans des conditions d'exploitation proches de la nature (voir compact CIPRA sur la sylviculture), et que le bois coupé est utilisé presque entièrement (avec récupération des déchets du bois provenant de l'industrie de transformation du bois).

- **LES CHAUFFAGES AU BOIS PEUVENT ÊTRE PROBLÉMATIQUES**

Les chauffages au bois peuvent rejeter dans l'atmosphère des particules de suie et de goudron, des sels, des métaux lourds ou de la dioxine nocifs pour la santé. Ces émissions sont dues à de mauvaises techniques de combustion du bois, à la combustion abusive de déchets, à la vétusté des installations, mais aussi, comme dans le cas des sels, à la combustion complète du bois avec la cendre. S'il n'est pas possible d'empêcher totalement les émissions de particules, on peut réduire sensiblement la quantité des produits nocifs rejetés dans l'atmosphère en utilisant des installations modernes et en brûlant correctement le bois. Par ailleurs, il est relativement facile de monter un filtre à particules sur la cheminée.

- **MAISONS PASSIVES À LA CAMPAGNE**

Parallèlement au bilan énergétique d'un bâtiment, il faut aussi tenir compte de son implantation et de la desserte par les transports publics: cela ne sert à rien de construire une maison passive si l'énergie économisée grâce au bâtiment est reperdue en raison du mode de transport imposé par le lieu choisi pour sa construction.

# CONCLUSIONS

Très « énergivore », le secteur immobilier est l'un des secteurs qui contribuent le plus au changement climatique, mais c'est aussi un secteur où l'on peut obtenir de bons résultats énergétiques avec des mesures appropriées. Les efforts portent essentiellement sur la réduction de la consommation d'énergie par la réhabilitation du bâti existant et le remplacement des énergies fossiles par des sources d'énergies renouvelables comme l'énergie solaire, la biomasse, etc....

## LES RÉNOVATIONS, UN POTENTIEL ENCORE EN FRICHE

Le potentiel de loin le plus important est celui qu'offre la rénovation des bâtiments existants. On peut réduire jusqu'à 90% les besoins en énergie en réhabilitant le bâti et en utilisant des énergies renouvelables pour la production de la chaleur résiduelle. L'importance du parc immobilier en mauvais état et consommant beaucoup trop d'énergie fait que le travail ne manque pas pour les prochaines années. Chaque rénovation réussie est un investissement pour l'avenir.

## CRÉER DES INCITATIONS

Les incitations financières pour la rénovation du bâti existant et pour l'achat de terrains contribuent à la mise en oeuvre efficace et générale des mesures de construction.

## MONTRER COMMENT CELA FONCTIONNE

Les exemples de bonnes pratiques dans la construction de maisons individuelles et d'édifices publics permettent de livrer des messages clés et de lutter contre les préjugés. Ces exemples montrent que la construction efficiente au plan énergétique :

- est intéressante d'un point de vue économique ;
- est conciliable avec une architecture novatrice ;
- assure un grand confort lié à un coût énergétique beaucoup plus faible
- et que la politique et l'administration peuvent jouer un rôle exemplaire dans la construction des bâtiments publics.

## LA MAISON DE L'AVENIR

Aujourd'hui, il est techniquement possible de construire des bâtiments qui ne consomment plus qu'une quantité minimale d'énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude, voire même des bâtiments qui produisent eux-mêmes de l'énergie. Si l'on ne construisait plus à l'avenir que ce type de maisons dites « à énergie positive », les bâtiments, neufs et rénovés, joueraient un rôle essentiel dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

## IL Y A PEU DE RAISONS DE NE PAS AGIR

La construction et la rénovation des bâtiments est un secteur dans lequel les conflits d'objectifs sont relativement rares et où les intervenants sont en principe d'accord sur le principe de la durabilité. Ce secteur présente un important potentiel de changement, qui pourra être encore mieux exploité avec la mise en œuvre de mesures durables et des efforts plus soutenus de la part des politiques, de l'administration et de l'industrie.

## EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

- KLIMAHaus – UN SUCCÈS TRANSPOSABLE DANS D'AUTRES RÉGIONS QUE LE NORD DE L'ITALIE ?**

Tout a commencé en 2002 avec la création par Norbert Lantschner, alors directeur de l'Office de l'air et du bruit de la province autonome de Bolzano/I, du label « KlimaHaus/CasaClima ». « Nous sommes arrivés au bon moment avec les bonnes idées », explique-t-il. Norbert Lantschner a réussi d'emblée à convaincre un certain nombre de maîtres d'ouvrage de construire leur maison selon les directives européennes sur l'efficacité énergétique des bâtiments. Des arguments comme la qualité élevée de l'habitat, les économies d'énergie, les faibles coûts de chauffage et l'augmentation de la valeur des bâtiments ont convaincu ces pionniers de faire ce pas courageux pour l'époque. Les économies de charges annoncées ont suffi, et il n'y a pas eu besoin d'incitations supplémentaires de la part de l'administration, ni de changement des normes. La certification apportait un plus aux maîtres d'ouvrage, en augmentant la visibilité des qualités de la « KlimaHaus ».

**Figure 10 :**

Un cube en or pour les lauréat-e-s : le KlimaHaus Award récompense des bâtiments, des projets et des personnalités remarquables.



Aujourd'hui, sept ans plus tard, bien des choses ont changé, et pas seulement pour Norbert Lantschner. Les activités du directeur actuel de l'agence KlimaHaus ont laissé des traces dans le paysage construit de la province de Bolzano. La possibilité d'évaluation et de certification selon les exigences de la « KlimaHaus » garantit au maître d'ouvrage un contrôle par un organisme de certification indépendant, et contribue à créer une plus grande transparence sur le marché de l'immobilier.

La classification d'un bâtiment dans l'une des catégories de « KlimaHaus » ne dépend pas seulement du type de construction, mais aussi des économies d'énergie réalisées. Les besoins en énergie du bâtiment sont ainsi identifiables au premier coup d'œil grâce au label. La certification est rendue visible par une plaquette apposée sur la façade de la maison.

Les choses ont aujourd'hui beaucoup évolué. L'intérêt général pour la construction et la rénovation efficaces au plan énergétique, mais aussi les besoins en savoir-faire ont grandi avec la diffusion du label « KlimaHaus » et l'élargissement continu de l'offre de l'agence. L'agence a donc mis sur pied un programme de formation pour transmettre les connaissances nécessaires. Les certificats de formation permettent désormais aux maîtres d'ouvrage de reconnaître les professionnels qui disposent du savoir nécessaire pour la construction d'une maison « KlimaHaus ». Selon l'agence, plus de 4000 participants suivent chaque année des cours de formation pour devenir expert ou experte « KlimaHaus ».

Le succès de « KlimaHaus/CasaClima » prouve qu'il est possible de sensibiliser une large part de la population à la réduction des rejets de CO<sub>2</sub> dans le secteur du bâtiment à travers l'introduction de nouveaux standards de construction. La réduction de la consommation d'énergie des bâtiments est un objectif qui nous concerne tous. Car, comme l'explique Norbert Lantschner, « l'énergie la plus propre est celle dont je n'ai pas besoin ».

[www.cipra.org/competition-cc.alps/khcommunication](http://www.cipra.org/competition-cc.alps/khcommunication) (de)

- **UNE COMMUNE MODÈLE EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT**

Rainer Siegele est toujours en route : pour une réunion du Réseau de communes « Alliance dans le Alpes », dont il est le président, pour un meeting des communes « e5 », ou encore pour une manifestation du Pacte pour le Climat. Le maire dynamique et remuant de Mäder/A a mis les choses en mouvement dans sa commune. L'une de ses ambitions est de réduire de façon drastique la consommation d'énergie dans la commune et d'améliorer sensiblement son bilan carbone.

Mäder a adhéré dès 1993 au Pacte pour le Climat, et a aujourd'hui atteint les objectifs du Pacte grâce à une série de mesures intégrées dans un concept énergétique pour la commune. L'une des priorités du concept énergétique est de motiver et de former la population à une attitude responsable vis-à-vis de l'énergie. Le journal communal, le « Mäderer Usscheall'r », présente régulièrement les nouveautés et les activités réalisées

en matière d'économies d'énergie. Au moins deux manifestations consacrées au thème de l'énergie sont organisées chaque année.

La commune de Mäder se distingue par ses excellents résultats en matière d'économies d'émissions de CO<sub>2</sub> : lors de la réhabilitation des bâtiments communaux comme l'école primaire et l'école maternelle, on a opté pour les techniques les plus prometteuses en termes d'économies d'énergie et créant le moins de nuisances pour l'environnement. Le résultat est un centre scolaire et culturel chauffé à plus de 90% par la biomasse.

La commune a également vendu des terrains en accordant une remise de prix aux acheteurs qui s'engageaient à construire un bâtiment énergétiquement performant. Elle est aussi présente sur d'autres fronts dans le domaine de l'énergie : depuis le mois de juin de cette année, elle achète uniquement du courant vert produit dans le Vorarlberg. L'installation photovoltaïque communale a été agrandie, et la commune a acheté cinq vélos électriques et une voiture électrique mis à la disposition de la population qui peut les emprunter.

Mäder est certifiée par le European Energy Award® Gold. Avec 85% de mesures mises en œuvre, elle arrive à la troisième place des communes du Vorarlberg, et se place ainsi dans le peloton de tête européen.

La politique actuelle a été engagée par le précédent maire, Hildebert Ender. Rainer Siegele a poursuivi sur cette voie avec persévérance et ténacité. Et la population de Mäder s'est manifestement laissée gagner par l'énergie de son maire. La recette pour devenir une commune modèle au plan énergétique ? « Je conseille aux maires de définir un bon concept et d'essayer de convaincre le plus de personnes possible de suivre cette voie avec eux », déclare Rainer Siegele. Avant de repartir pour la prochaine réunion.

[www.cipra.org/competition-cc.alps/Maeder](http://www.cipra.org/competition-cc.alps/Maeder) (de)

**Figure 11 :**

La commune de Mäder/A a développé un concept global de développement durable : concept énergétique communal, bâtiments à hautes performances énergétiques, urbanisation durable, plan de développement social, coopérations entre les communes – une commune exemplaire à tous les égards.





© Projekt Neue Monte Rosa-Hütte,  
Stéphanie Marie Couso

## • UN BLOC DE CRISTAL EN HAUTE MONTAGNE

Pour l'instant, on dirait encore un bloc de rocher. Un grand bloc au milieu d'un paysage de glace et de rochers, à 2883 mètres d'altitude. Mais bientôt, le nouveau refuge du Mont Rose à Zermatt/CH brillera de tous ses feux comme un gigantesque cristal dans ce paysage de haute montagne. L'enveloppe argentée, qui sera montée en dernier, est composée d'éléments photovoltaïques et de plaques d'aluminium. Elle protégera la construction en bois du vent et des intempéries.

Le nouveau refuge du Mont Rose est un projet réalisé à l'occasion du 150<sup>e</sup> anniversaire de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETH). L'Ecole a proposé l'idée au club alpin suisse CAS, et le projet a été lancé en commun. Il s'agissait de remplacer l'ancien refuge du Mont Rose, qui avait besoin d'être rénové, par un bâtiment durable en termes énergétique et écologique et doté d'une architecture novatrice de qualité. Des étudiants ont conçu dans le cadre des cours d'architecture et du bâtiment dans le « Studio Monte Rosa » différents projets de refuge. Le projet rappelant un cristal de roche a finalement été choisi. La construction du refuge est actuellement en cours.

### Figures 12 et 13 :

Un bâtiment hors du commun en haute montagne : le nouveau refuge du Monte Rosa à Zermatt/CH produit 90% de son énergie.

La particularité de ce projet n'est pas seulement son architecture remarquable, mais aussi les conditions techniques difficiles dans lesquelles il se déroule : pas de route d'accès, pas de réseau électrique, pas de conduites d'eau ni de canalisation d'égouts.



© ETH-Studio Monte Rosa, Zermatt/CH, 2019

La durabilité est le fil rouge de la construction : le nouveau refuge produira seulement un tiers de la quantité de CO<sub>2</sub> rejetée par l'ancien refuge, et présentera un bilan énergétique bien meilleur. Grâce à un système de gestion de l'énergie bien pensé, le bâtiment sera à 90% autarcique en matière d'énergie. Il possèdera sa propre station d'épuration des eaux usées. L'eau « grise » (les eaux usées provenant des douches, du lave-vaisselle et du lave-linge) sera réutilisée dans les toilettes. Les matériaux de construction, les procédés utilisés et les phases de l'exploitation ont fait l'objet d'une analyse du cycle de vie du bâtiment visant à obtenir une excellente qualité environnementale.

Les nombreux visiteurs attendus après l'inauguration pourront témoigner qu'une architecture novatrice est parfaitement conciliable avec une construction à haute performance énergétique, et que cette combinaison est une véritable réussite. Le nouveau refuge du Mont Rose montrera ce qu'il est possible de faire dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments dans des conditions très difficiles. Cher et difficile à construire, cet exemple type de construction à haute performance énergétique en haute montagne restera un prototype dans les Alpes suisses. Mais il continuera de rayonner comme un phare au-delà des frontières du pays et contribuera à l'évolution des constructions à haute efficacité énergétique.

[www.cipra.org/ccalpsresearch/berghutte-der-zukunft](http://www.cipra.org/ccalpsresearch/berghutte-der-zukunft) (de)

- **DU RAPIÉÇAGE AU CONCEPT GLOBAL**

Les conseillers en énergie rêvent en général de concevoir leur propre maison à haute performance énergétique. Mais que fait un conseiller en énergie qui aménage dans une vieille maison ?

Il rénove, comme l'a fait Christoph Ospelt. Le co-gérant de Lenum AG, société spécialisée dans le conseil énergétique et les technologies environnementales à Vaduz/FL, s'est vu contraint de rénover sa maison « vieille et froide » des années 50. La maison n'était pratiquement pas isolée, les fenêtres étaient encore de l'époque et il y avait des moisissures derrière les lambris.

La maison s'est malheureusement révélée être un « puits sans fond ». Des mesures de rénovations isolées n'auraient pas eu de sens. Le maître d'ouvrage, également responsable de la maîtrise d'œuvre, a donc décidé de ne pas procéder à une opération cosmétique avec quelques coups de pinceaux et quelques petites mesures énergétiques, comme il l'avait envisagé dans un premier temps, mais de réaliser une réhabilitation globale, cohérente au plan architectural et énergétique.

Le grand défi technique a été sans conteste de bien isoler l'enveloppe du bâtiment sans que celui-ci ne perde son caractère architectural. A la fin des travaux, les besoins en énergie de chauffage ont été réduits de deux tiers. La maison de Christoph Ospelt consomme aujourd'hui à peu près autant d'énergie de chauffage qu'une construction neuve de bonne

qualité.

Pour prévenir la formation de moisissures dans les sanitaires, un système d'évacuation de l'air a été installé. Le chauffage au fioul a été remplacé par une pompe à chaleur air/eau. Au lieu de tuiles, le toit porte une grande installation photovoltaïque, qui s'est avérée, pour le budget disponible, plus avantageuse au plan énergétique qu'un système de ventilation avec récupérateur de chaleur, et permet d'atteindre un bilan énergétique global positif. La maison « vieille et froide » de Christoph Ospelt est aujourd'hui une maison à énergie positive. Ce n'était pas prévu au départ, mais cette caractéristique est venue naturellement avec la volonté de choisir les meilleures solutions possibles dans tous les domaines.

Le projet a été possible sous cette forme grâce à une subvention généreuse du Liechtenstein pour les mesures d'isolation, les équipements techniques et l'installation photovoltaïque. « Sans ces subventions, nous n'aurions sans doute pas pu faire toutes les rénovations entreprises », déclare Christoph Ospelt.

**Figure 14 :**

Une maison ancienne et froide produite de l'énergie : dans la première maison à énergie positive du Liechtenstein, les travaux de rénovation ont été intégrés harmonieusement dans l'architecture.

Malgré tout, sa nouvelle maison n'est pas un bâtiment « high-tech » : toutes les technologies utilisées ont fait leurs preuves et sont disponibles sur le marché. Ce qui est particulier dans ce projet de rénovation, c'est sa démarche globale. Christoph Ospelt est convaincu que chaque



maître d'ouvrage peut réaliser un projet de ce type en faisant appel à un conseiller compétent, à condition d'être ouvert et d'avoir des objectifs exigeants.

Le résultat est très satisfaisant, autant pour le maître d'ouvrage que pour le conseiller en énergie Christoph Ospelt : grâce aux fenêtres de toit, le bâtiment est plus clair, plus accueillant, et offre plus de place. La suppression de la chaudière au fioul a même permis d'agrandir l'espace habité. La pièce qui abritait la cuve de fioul a été transformée en bureau pour le maître d'ouvrage Christoph Ospelt. Et le conseiller en énergie Christoph Ospelt a constaté que la réhabilitation d'un bâtiment existant offrait autant de possibilités que la construction d'un bâtiment neuf.

Contact: Christoph Ospelt (Lenum AG – Vaduz/FL)  
[ospelt@lenum.com](mailto:ospelt@lenum.com)

- **RÉHABILITATION ET CONCENTRATION DE L'HABITAT EN HAUTE-BAVIÈRE**

Franz X. Heinritzi aime se promener à vélo. A bicyclette, le maire du petit bourg de Bruckmühl en Haute-Bavière/D peut en effet montrer facilement les chantiers et les projets de la commune à ses administré-e-s, ce qu'il fait souvent et avec plaisir. L'un de ces projets est la rénovation d'un petit immeuble de logements sociaux à la périphérie de la ville.

Le projet de rénovation a été initié par un mémoire de maîtrise à la Fachhochschule (Ecole technique supérieure) de Rosenheim/D. Les étudiants voulaient élaborer un concept pour la modernisation énergétique de bâtiments à plusieurs étages, et cherchaient un objet adapté. Le projet a pu être lancé grâce au nouveau technicien de l'office de la construction, qui a travaillé longuement sur le projet, et grâce au maire, qui a retenu la proposition de l'architecte Martin Schaub. L'idée de ne pas se contenter de rénover le bâtiment selon le standard « maison passive », mais de construire aussi un autre étage pour y installer trois logements et concentrer l'habitat lui a beaucoup plu.

Malgré les subventions généreuses de la KfW Förderbank dans le cadre du programme allemand de rénovation carbone des bâtiments, et malgré le prêt à faible taux accordé par le gouvernement de Haute-Bavière/D, la réhabilitation s'est avérée plus chère que prévu. Le bâtiment était en mauvais état. Il a fallu rénover l'ensemble des équipements techniques et toutes les salles de bains, ce qui a au final coûté plus cher que les composants purement énergétiques.

L'idée particulière de la rénovation a été de réduire au maximum la durée de construction en utilisant une façade préfabriquée. Les conditions météorologiques étant mauvaises, on a préféré reloger les locataires pendant la durée des travaux, de mai à septembre de cette année, dans des logements communaux. Les coûts de la rénovation ont été partiellement répercutés sur les loyers, mais le standard « maison passive » adopté, le nouveau chauffage au bois et l'installation photovoltaïque permettent

de réaliser des économies d'énergie substantielles, si bien que les loyers restent abordables pour tous les locataires.

Le caractère remarquable de cette rénovation réside dans la combinaison d'une réhabilitation énergétique selon le standard « maison passive » et de l'ajout d'un étage au bâtiment. Cela permet de concentrer l'habitat, et d'économiser ainsi les terrains consacrés à la construction de logements. De ce fait, cette rénovation a un caractère exemplaire pour le district de Rosenheim. Elle propose une alternative au rêve de la maison particulière dans les champs, qui n'est plus faisable en termes écologiques. De plus en plus de conseillers municipaux l'ont compris. Avec la commercialisation croissante du projet, ils voient aussi ses avantages. Franz Heinritzi aura certainement encore l'occasion de faire de nouvelles promenades à vélo pour montrer ses projets aux visiteurs.

Contact : Martin Schaub, architecte et conseiller en énergie  
[www.architekt-schaub.de](http://www.architekt-schaub.de) (de)

**Figure 15 :**

Lutte contre le changement climatique et préservation des espaces non construits : le petit immeuble de Bruckmühl en haute-Bavière/D a été transformé en maison passive et rehaussé pour densifier l'habitat.



## LA MAISON DU BRICOLEUR

Monsieur S. en est la preuve : les rêves peuvent aussi devenir réalité avec un petit budget et sans subventions. L'installateur rêvait de construire une maison indépendante de l'approvisionnement en énergie. Ce qui se rapprochait le plus de cette idée était une maison passive équipée de panneaux solaires, en 2002 une nouveauté en Slovénie.

Féru de bricolage, Monsieur S. voulait faire le maximum de choses possibles lui-même. Il avait toutefois besoin d'un partenaire, qu'il a trouvé en la personne de l'architecte Peter Golob, un pionnier dans le domaine. A l'époque, le projet était un défi pour tous : le logiciel PHPP utilisé dans

les pays de langue allemande pour la conception des maisons passives n'était pas encore venu en Slovénie. Il a dû être commandé à un bureau d'études allemand. On manquait aussi de techniciens slovènes possédant les connaissances nécessaires. La conception a été réalisée avec un système allemand acquis sous licence par l'architecte, qui a permis de trouver des solutions aux difficultés techniques, en particulier pour l'isolation de l'enveloppe du bâtiment.

Le projet a exigé une coopération étroite entre le maître d'ouvrage et l'architecte. Pour permettre au maître d'ouvrage de réaliser lui-même certains ouvrages comme le montage des plaques de façade, l'installation et la construction des sanitaires, la pose des conduites d'eau et des égouts et des conduites pour le système d'aération, il a fallu une concertation étroite avec l'architecte, qui s'est chargé de la surveillance des travaux et de la planification de détail. Les moyens financiers limités ont imposé des compromis. Mais Monsieur S. préférait construire une maison plus petite plutôt que de renoncer au standard maison passive.

Le bâtiment a été construit dans le style traditionnel, sans le toit à une pente et la forme carrée typiques de ce type d'ouvrage. Il s'insère ainsi dans son environnement et dans l'architecture traditionnelle. Cela a motivé le maître d'ouvrage à réaliser les dernières étapes de son rêve.

**Figure 16 :**

Une oeuvre de pionnier : la première maison passive de Slovénie est un projet de longue haleine.



Bien que la maison ait été prête à habiter cinq mois après le début des travaux, maître d'ouvrage et architecte avaient prévu une entreprise de longue haleine, et certains détails n'ont été achevés que plus tard. Lorsque l'installation photovoltaïque sera mise en service l'année prochaine, la consommation totale d'énergie devrait être réduite à zéro.

Le maître d'ouvrage est satisfait et fier de sa maison passive, qu'il aime faire visiter. L'architecte Peter Golob est lui aussi satisfait, malgré les difficultés de départ. La première maison passive de Slovénie a amorcé une évolution qui facilite beaucoup les choses à ceux qui sont venus après. Les maisons passives sont aujourd'hui subventionnées par l'Etat. Quarante autres maisons passives ont été construites en Slovénie depuis le projet précurseur de Peter Golob. Monsieur S. n'est pas seulement en passe de voir son rêve se réaliser : il a également réalisé un travail difficile de pionnier pour l'ensemble de la Slovénie.

Contact: Peter Golob (entreprise de construction bois Golob)  
[peter.golob@bivahise.si](mailto:peter.golob@bivahise.si)

- **DES TOITS FROIDS POUR UNE RÉGION CHAUDE**

Des logements sociaux à hautes performances énergétiques, c'était ce que voulait réaliser Georges Bescher, maire de la commune de La Terrasse dans les Alpes françaises et président du CAUE 38. Pourtant, il lui a fallu une bonne portion de courage, de détermination et de patience avant que les deux bâtiments abritant 6 logements sociaux et 2 parcelles en vente pour des villas mitoyennes ne soient construits sur un terrain de la commune. Georges Bescher a lancé le projet en 2005. Il a convaincu la société de HLM Pluralis de porter son projet puis le programme a été élaboré avec l'aide de professionnels de l'énergie, du Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement CAUE et de la Direction de la culture, pour lancer le concours d'architecture remporté par Vincent Rigassi en juin 2006. Les bâtiments ont pris forme sur le papier dans les locaux de l'agence d'architecture Rigassi à Grenoble, elle aussi néophyte dans le domaine de la construction passive, mais avec des références en conception bioclimatique et utilisation de matériaux écologiques. Aucun des acteurs n'avait encore construit de maison passive.

Plusieurs voyages d'étude organisés par le CAUE 38 ont permis aux élus et aux architectes de découvrir l'architecture du Vorarlberg, qui s'est forgée une réputation au-delà des frontières autrichiennes pour les maisons en bois régional construites dans le style des maisons passives. Les conseillers communaux ont entendu en Autriche comment convaincre la population du bien-fondé d'un projet aussi peu conventionnel. Les maisons en bois ne sont pas habituelles à La Terrasse, ni les grandes fenêtres en façade et les panneaux solaires sur les toits.

Les architectes, le bureau d'études bois (Gaujard Technologies) et les thermiciens (ADF & Domus Energies) ont appris comment concevoir une maison pour que la température ne descende pas en dessous de 19 de-

grés en hiver : elle doit être étanche à l'air, bien isolée, et les baies vitrées doivent être orientées au sud. Mais que se passe-t-il sur un terrain orienté au sud dans cette région relativement chaude en été ? Il fallait trouver des solutions. L'agence Rigassi et les ingénieurs thermique ont calculé et testé des techniques pour prévenir la surchauffe du bâtiment. La solution qu'ils ont trouvée, à côté des triples vitrages qui protègent du froid en hiver et de la chaleur en été, a été construire des « toits froids », solution traditionnelle faisant tampon thermique entre la couverture tuile non isolée et le plancher des combles isolé en fibre de bois de 40 cm d'épaisseur et par un « puits à saumure » qui rafraîchit l'air entrant par transmission des frigidités du sol.

Au fil de la conception, les architectes et la société HLM ont décidé de ne pas se restreindre à un bâtiment à basse consommation (env. 50 kWh/m<sup>2</sup> de chauffage) mais de viser un label passif permettant de supprimer la chaudière bois et le réseau de chaleur initialement prévu pour raccorder les deux blocs de bâtiments. Cela a engendré malgré tout des surcoûts de près de 30% que la société HLM a financé en grande partie sur ses fonds propres mais grâce aussi à quelques subventions supplémentaires de l'Etat et des collectivités locales (département, communauté de communes et commune). Elle l'a fait, parce que la démarche était intéressante, et parce que ce bâtiment devait servir d'exemple.

« La Petite Chartreuse », qui comprend un pavillon de 4 logements et un autre de 2 logements, a été construite essentiellement en bois régional. Elle a été achevée au printemps 2009. Toute la commune est aujourd'hui fière de ces maisons peu banales – on parle beaucoup de La Terrasse à cause d'elles. Ces bâtiments sont uniques en France : ce sont les pre-

**Figure 17 :**

Inspirées par plusieurs voyages d'études, les étonnantes maisons en bois de La Terrasse/F protègent de la chaleur en été et du froid en hiver.



miers bâtiments à la norme Minergie P® du pays. « La Petite Chartreuse » a même reçu d'emblée deux prix renommés de la filière bois, « Trophée bois » et « Lauriers du bois ». La commune a initié le mouvement mais l'effort financier et technique a été à la charge de Pluralis et de l'agence Rigassi de créer un bâtiment exemplaire en bois régional ont donc porté leurs fruits. Mais ce qui réjouit particulièrement Georges Bescher et les autres acteurs et actrices du projet, c'est le grand intérêt que d'autres communes, sociétés immobilières et architectes portent à « La Petite Chartreuse ». « A d'autres maintenant de tenter le pari ; ils peuvent tirer parti de nos expériences », déclare Georges Bescher, qui n'est aujourd'hui plus maire de La Terrasse mais vice-président au Conseil Général et qui pourra peut-être par ce biais convaincre les autres élus pour une politique plus volontariste de soutiens financier à ce type de projets pour qu'ils puissent devenir la réponse standard en logement social.

[www.cipra.org/fr/alpmedia/bonne-pratique/478/\(fr\)](http://www.cipra.org/fr/alpmedia/bonne-pratique/478/(fr))

# INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

- Vous trouverez une liste de liens actualisée, des exemples supplémentaires et des compacts sur d'autres thèmes sur [www.cipra.org/de/climalp](http://www.cipra.org/de/climalp) ou [www.cipra.org/cc.alps](http://www.cipra.org/cc.alps)

## BIBLIOGRAPHIE

- Aebischer, B., Catenazzi, G., Jakob, M. (2007): Impact of climate change on thermal comfort, heating and cooling energy demand in Europe. In ECEEE 2007 Summer Study Saving energy – just do it! pp.859-870. [www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_5\\_110.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_5_110.pdf)
- Académies suisses des Sciences (Hg.) (2007): Denk-Schrift Energie. Energie effizient nutzen und wandeln. Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz, Bern. [www.akademien-schweiz.ch/Publikationen/Denk-schrift\\_deutsch\\_komplett.pdf.pdf](http://www.akademien-schweiz.ch/Publikationen/Denk-schrift_deutsch_komplett.pdf.pdf)
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2008): Holz - wieder ein sicherer Wert. Magazin Umwelt 4/2008, S.29.
- Bundesamt für Energie BFE (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 1. Synthese. Bern, Schweiz.
- Commission internationale pour la protection des Alpes CIPRA (2004): Energieeffiziente Häuser aus regionalem Holz im Alpenraum, Schaan, Liechtenstein. [www.cipra.org/climalp](http://www.cipra.org/climalp)
- Feist, W. (2009): Nachhaltige Lösungen konkret: zuverlässig, darstellbar, heute und überall. 13. Internationale Passivhaustagung, Frankfurt am Main, Deutschland.
- Feist, W. (2003): Einsatz von Passivhaustechnologie bei der Altbau-Modernisierung, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Protokollband Nr. 24, Bezug: [www.passivhaus-institut.de](http://www.passivhaus-institut.de)
- Fürstentum Liechtenstein (2004): Energiekonzept Liechtenstein 2013. Vaduz. [www.llv.li/pdf-llv-avw-energie-gesamtdoku\\_energiekonzept\\_\\_fl\\_2013.pdf](http://www.llv.li/pdf-llv-avw-energie-gesamtdoku_energiekonzept__fl_2013.pdf)
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)). IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Levine, M., D. Ürge-Vorsatz, K. Blok, L. Geng, D. Harvey, S. Lang, G. Levermore, A. Mongameli Mehlwana, S. Mirasgedis, A. Novikova, J. Rilling, H. Yoshino (2007): Residential and commercial buildings. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

## INSTITUTS DE RECHER CHE ET DE CONSEIL

- energie- und umweltzentrum allgäu eza! (D) [www.eza-allgaeu.de](http://www.eza-allgaeu.de) (de)
- Energieinstitut Vorarlberg (A) [www.energieinstitut.at](http://www.energieinstitut.at) (de)
- Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden (CH) [www.empa-ren.ch](http://www.empa-ren.ch) (de/en)
- Institut für Baubiologie und -ökologie (A) [www.ibo.at](http://www.ibo.at) (de)
- Institut Wohnen und Umwelt (D) [www.iwu.de](http://www.iwu.de) (de/en)
- KlimaHaus Agentur (I) [www.klimahaushausagentur.it](http://www.klimahaushausagentur.it) (de/it/en)
- Passivhaus Institut Darmstadt (D) [www.passiv.de](http://www.passiv.de) (de/en)

## BONNES PRATIQUES

- Cepheus - Cost Efficient Passive Houses as European Standards (A) [www.cepheus.at](http://www.cepheus.at) (de/en)
- Datenbank für Passivhaus Projekte (D) [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de) (de)
- Commission internationale pour la protection des Alpes CIPRA [www.cipra.org/climalp](http://www.cipra.org/climalp) (de/fr/it/sl)
- Klimahaushaus Bayern (D) [www.klimahaushaus-bayern.de](http://www.klimahaushaus-bayern.de) (de)
- NENA Network Enterprise Alps [www.nena-network.net](http://www.nena-network.net) (en)
- Objektdatenbank « 1000 Passivhäuser in Österreich » (A) [www.passivehouse.at](http://www.passivehouse.at) (de)
- Objektdatenbank Minergie (CH/F) [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) (de/fr/it/en)
- Plusenergiehaus (D) [www.plusenergiehaus.de](http://www.plusenergiehaus.de) (de)