

Le Programme Bâtiments



Assainir, ça paie
Quelques réalisations exemplaires



Konferenz Kantonaler Energiedirektoren
Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Office fédéral de l'énergie OFEN

Adresses utiles et informations

Service de l'énergie de votre canton



Service des transports et de l'énergie
Rue Joseph-Piller 13, 1701 Fribourg
Tél. 026 305 28 41
ste@fr.ch



Service de l'énergie
Rue du Puits-St-Pierre 4, 1211 Genève 3
Tél. 022 327 93 60
scane@etat.ge.ch



Service des transports et de l'énergie
Rue des Moulins 2, 2800 Delémont
Tél. 032 420 53 90
energie.info@jura.ch



Service d'information sur les économies d'énergie
Rue de la Préfecture 2, 2608 Courtelary (BE)
Tél. 032 944 18 40



Service de l'énergie et de l'environnement
Rue de Tivoli 16, 2000 Neuchâtel
Tél. 032 889 47 26
service.energie@ne.ch



SEVEN, Division Energie
Ch. des Boveresses 155, 1066 Epalinges
Tél. 021 316 95 50
info.energie@vd.ch



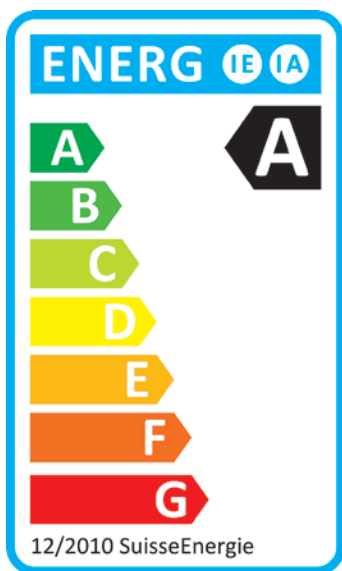
Service de l'énergie et des forces hydrauliques
Av. du Midi 7, CP 478, 1950 Sion
Tél. 027 606 31 00
energie@admin.vs.ch

Du label Energy à l'étiquetteEnergie...

Les appareils destinés à l'utilisation d'eau chaude sanitaire tel que pommeaux de douche, robinetteries et économiseurs d'eau étaient distingués, jusqu'à présent, par un label «Energy». Ce label a largement contribué à renforcer, chez les consommatrices et les consommateurs, la conscience qu'il existe des appareils permettant de réduire sa consommation d'eau chaude, que ce soit au bénéfice de l'environnement ou du porte-monnaie.

Le succès que rencontrent aujourd'hui les étiquettesEnergie pour les appareils ménagers, les autos, les ampoules, les machines à café etc., démontre que l'efficacité énergétique et la protection climatique jouent un rôle important. Les clientes et les clients souhaitent obtenir des informations et des critères de comparaison et veulent davantage de transparence en matière d'énergie.

En 2010, SuisseEnergie a élaboré, avec l'aide d'experts, de représentants des producteurs et des associations professionnelles, les critères d'une étiquetteEnergie pour les produits économisant l'eau chaude. La classification, qui comporte plusieurs niveaux, doit faciliter les comparaisons. Cette nouvelle étiquette, appelée à remplacer graduellement dès 2011 le label Energy, sera présentée lors de la Journée SuisseEnergie à Habitat et Jardin, en mars 2011.



Les bâtiments d'habitation

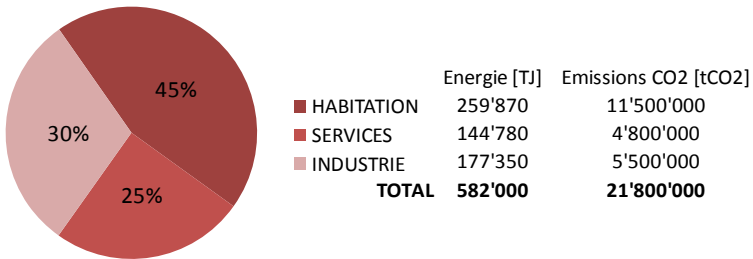
L'approche énergétique energho

Secteur habitation: 45% de la consommation suisse

Le secteur des bâtiments d'habitation représente le plus grand consommateur d'énergie fossile de Suisse et est ainsi un grand émetteur de CO₂.

Si l'on veut atteindre une diminution rapide des émissions nationales de CO₂, il faut mettre une priorité sur ce secteur.

Figure 1 : Consommation finale selon la catégorie de consommateur
(Statistiques suisse OFEN 2006)

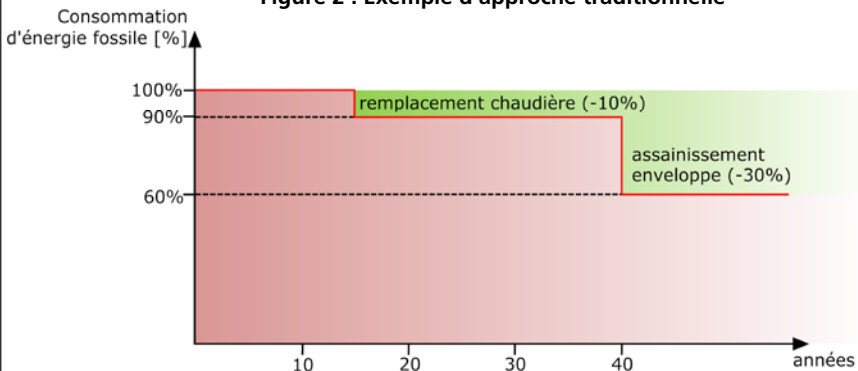


Approche traditionnelle

L'approche traditionnelle, pour réduire la consommation thermique des bâtiments d'habitation, est un assainissement de l'enveloppe (façades et fenêtres) quand leur état le nécessite, soit tous les 40 à 50 ans. L'économie est de l'ordre de 20 à 40%.

Les chaudières (mazout et gaz) devenues obsolètes et/ou non conformes aux normes OPair sont remplacées tous les 15 à 25 ans. L'économie est de l'ordre de 10%.

Figure 2 : Exemple d'approche traditionnelle



Le pourcentage annuel des bâtiments assainis est de l'ordre de 1 à 2% pour l'enveloppe et de 2 à 3% pour la production de chaleur; cela signifie qu'il faut au minimum 50 ans pour traiter l'ensemble du parc immobilier.

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de CO₂ pour 2020 ne peuvent pas être atteints avec cette approche, concentrée sur l'enveloppe du bâtiment. Il faut adopter une autre stratégie qui dépasse l'approche traditionnelle en revalorisant les rejets thermiques du bâtiment.

Nouvelle approche DER

(diminution de la Demande, augmentation de l'Efficacité énergétique, utilisation d'énergies Renouvelables)

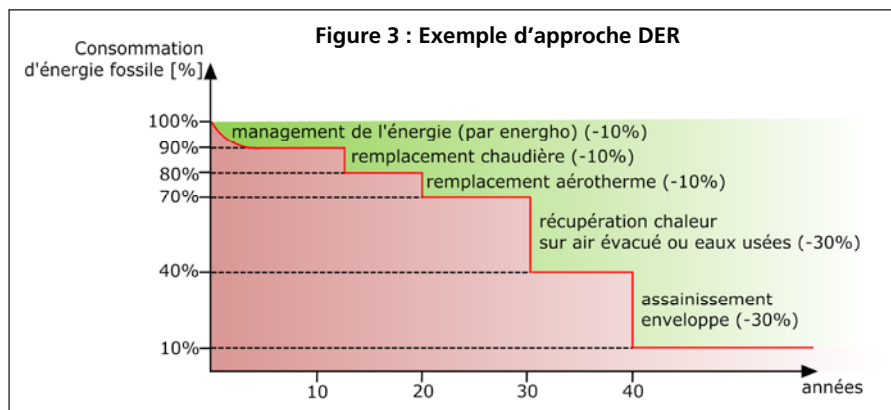
L'approche que nous proposons consiste en une démarche qui englobe l'ensemble des solutions techniques et économiques possibles et disponibles sur le marché. On choisira alors la ou les solutions les plus adéquates pour le bâtiment étudié, en fonction des contraintes techniques et économiques. Des exemples concrets montrent que l'on peut atteindre une diminution d'énergie fossile de l'ordre de 80 à 90%.

Diminution de la Demande: l'assainissement de l'enveloppe (résolution des façades, changement des fenêtres) permet de diminuer la demande énergétique du bâtiment.

Augmentation de l'Efficacité énergétique:

- optimisation des réglages et du fonctionnement des installations, remplacement des chaudières et de la régulation (domaine usuel de l'association energho).
- récupération de chaleur sur l'air évacué de la ventilation et/ou sur les eaux usées par pompe à chaleur (nouveau domaine où une priorité doit être mise).

Utilisation d'énergies Renouvelables: par exemple, utilisation de panneaux solaire thermiques.



Exemple d'un bâtiment locatif

Prenons l'exemple d'un bâtiment locatif (habitation) caractéristique des années 70 à 80 avec séchage du linge couplé au chauffage (aérothermes).



Le bilan des flux thermiques montre que l'énergie évacuée par la ventilation des cuisines et des locaux sanitaires ainsi que par les eaux usées est de l'ordre de 50% des pertes totales. Dans l'approche traditionnelle, ces pertes ne sont pas prises en compte, alors que le potentiel de récupération par pompe à chaleur (PAC) sur l'air évacué et/ou sur les eaux usées permettrait de couvrir une grande partie des besoins de chaleur du bâtiment.

Figure 4 : Bilan des flux thermiques d'un bâtiment d'habitation

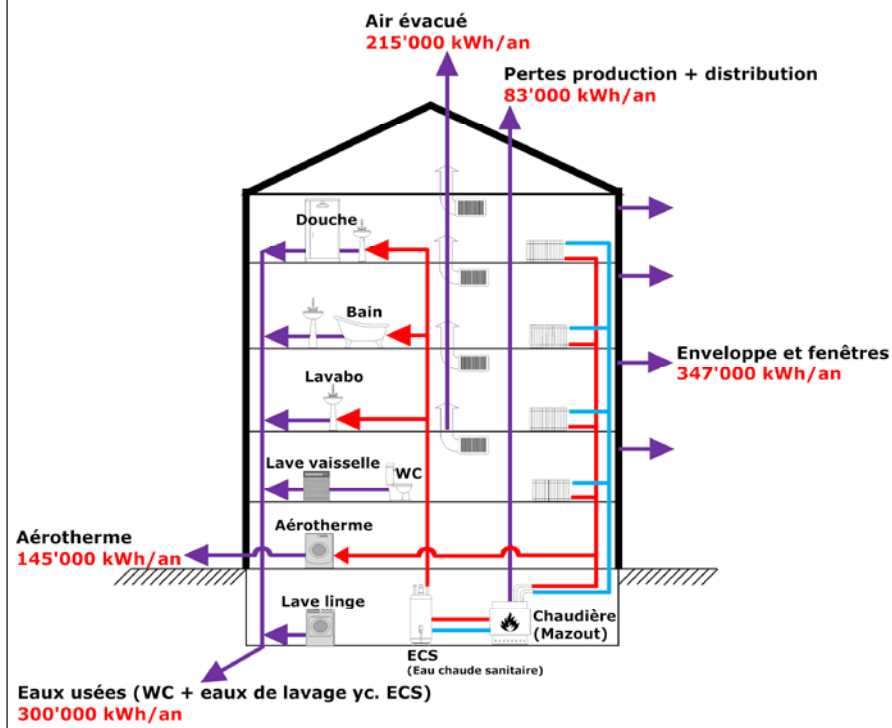
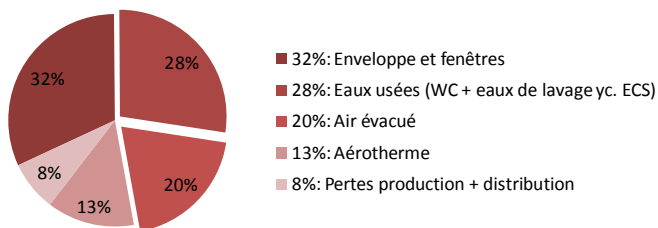


Figure 5 : Répartition des flux thermiques

Il est clair qu'il y a une augmentation de la consommation électrique du bâtiment de l'ordre de 15% qui peut être compensée en partie par une optimisation de la consommation des pompes de chauffage, des appareils électriques, de l'éclairage, etc.

Au préalable, une optimisation des réglages du système de chauffage est indispensable pour diminuer les températures des réseaux et ainsi augmenter la performance de la pompe à chaleur.

Principaux avantages

Les principaux avantages de cette nouvelle approche qui inclut optimisation et revalorisation des pertes:

1. indépendant d'un assainissement de l'enveloppe du bâtiment
2. rentabilité plus élevée que l'approche traditionnelle.

Dans notre exemple, il est possible de réduire la consommation de mazout de 60% (voir Figure 3) avec les actions suivantes:

- optimisation des réglages et du fonctionnement des installations
- remplacement des chaudières et aérothermes
- récupération de chaleur sur l'air évacué ou eaux usées

Pour aller plus loin, un assainissement de l'enveloppe du bâtiment reste indispensable.

Le bois: un plus pour l'environnement, un plus pour votre maison

Le bois. L'énergie qui se renouvelle

Le bois est un matériau noble qui accompagne l'Histoire de l'homme depuis sa naissance. Au XXI^e siècle, son utilisation et ses diverses applications se sont adaptés aux besoins de notre société moderne. Loué pour ses avantages locaux et environnementaux, le bois est progressivement redécouvert en Suisse, non seulement dans la construction, mais également dans le domaine du chauffage, dans des gammes de puissance qui dépassent l'utilisation bien connue des poêles et des cheminées. Ses nouveaux domaines de prédilection: des installations automatiques à granulés de bois comme chauffage central pour une villa ou un locatif ou des chaufferies industrielles fonctionnant aux plaquettes forestières capables de chauffer une ville entière.

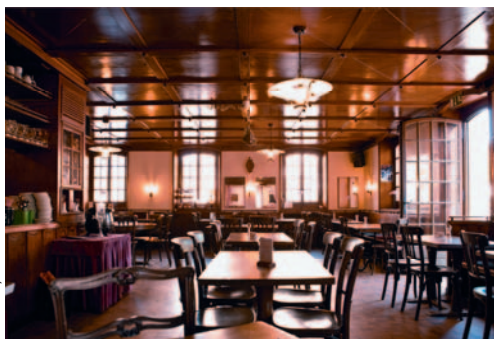
Un plus pour l'environnement

Depuis que l'on parle de dérèglement climatique dû à l'augmentation des gaz à effet de serre, le bois comme combustible apparaît être l'une des solutions, car il est neutre en CO₂. Cela ne signifie pas que la combustion du bois n'émet pas de gaz carbonique, mais qu'en brûlant, il dégage la même quantité de CO₂ que l'arbre en a absorbée durant sa croissance. De plus, si l'on considère que la forêt suisse s'accroît chaque année – l'équivalent de la surface du lac de Thoune – nos forêts stockent plus de CO₂ qu'elles n'en libèrent.

Energie renouvelable donc, mais aussi locale, elle demande peu d'énergie pour la produire: 1.2% pour les bûches, 2.3% pour la plaquette forestière et 2.7% pour le pellet, en comparaison des 10% pour le gaz ou 12% pour le mazout.



Hôtel de l'Aigle à Couvet.



Salle du café.

Un plus pour votre maison

La rénovation thermique de son logement, parce que sa chaudière est désuète ou que la panne survient, n'est pas compliquée pour le propriétaire qui opte pour l'énergie du bois. Le remplacement d'une chaudière à mazout par une installation automatique aux granulés de bois est idéale, car le local de stockage utilisé par la citerne à mazout peut-être transformé en silo à pellets. Il est recommandé de choisir une chaudière ayant reçu le label qualité d'Energie-bois Suisse, qui garantit des installations techniquement abouties, aux rendements élevés allant de 85 à 95%. Les professionnels expérimentés dans le chauffage au bois et les fournisseurs de filtres à particules sont répertoriés sur www.energie-bois.ch. Les filtres à particules se rajoutent sur les installations au niveau de la cheminée et permettent d'éliminer les trois-quarts des particules fines émises par les installations au bois.

Bois et soleil pour cet ancien relais de poste

Hostellerie du XVIII^e siècle, l'Hôtel de l'Aigle à Couvet a récemment bénéficié de travaux de rénovation qui lui ont permis de réduire sa consommation d'énergie de 40%! Aujourd'hui, durant l'été, les clients de l'hôtel prennent une douche dont l'eau chaude provient des 19 m² de capteurs situés sur le toit. Lorsque l'automne s'annonce et que les températures baissent en même temps que le rayonnement solaire, la chaudière à granulés de bois **KWB 50 KW** prend le relais pour le chauffage du bâtiment et la préparation de l'eau chaude sanitaire. L'ancienne chaufferie au mazout, entièrement rénovée, comprenait une citerne de 20'000 litres, contenance très importante. La chaufferie avait donc la place d'accueillir la nouvelle chaudière et son stock de granulés **de 15 tonnes – pour une consommation annuelle de 21 tonnes.**

Les granulés seront produits à Saint-Sulpice par BEN - Bois Energie Neuchâtel dans le Val-de-Travers, dès que la production aura repris. Le réseau d'approvisionnement sera alors excellent puisque la matière première sera locale et renouvelable et son lieu de production situé à 7 kilomètres de l'Hôtel de l'Aigle!

Une pompe à chaleur dans une villa de 1956, c'est possible

M. Ammann a opté, en 2007, pour le remplacement de sa vieille chaudière à mazout par une pompe à chaleur. Les divers travaux de rénovation ont été effectués en plusieurs étapes:

Isolation: Dans un premier temps, l'isolation de l'habitation a été refaite afin de limiter au maximum les pertes thermiques sur le plafond des caves froides ainsi que les combles.

Pompe à chaleur: en 2007, une pompe à chaleur géothermique a été mise en place pour le chauffage ainsi que pour la production de l'eau chaude sanitaire. Afin de profiter au maximum de l'énergie du sous-sol gratuite, le propriétaire a fait majorer la longueur des forages. «La foreuse étant sur place, quelques mètres de plus ne vont pas me coûter trop cher» sont les propos de M. Ammann. Chaque mètre de sonde supplémentaire est en effet un gain supplémentaire de température de captage, qui se traduit par une amélioration des performances de l'installation et donc, une diminution de la consommation d'électricité.

Un réservoir tampon raccordé hydrauliquement entre la pompe à chaleur et les radiateurs permet d'optimiser le fonctionnement nocturne de la pompe à chaleur, ceci afin de profiter le plus possible du bas tarif électrique et de limiter le nombre d'enclenchements et de déclenchements de la pompe à chaleur.

Optimisation des économies: en 2010, divers appareils et astuces ont été mis en place afin de limiter au maximum la consommation électrique. Comment? La mise en place d'un mélangeur permettant au lave-linge de consommer de l'eau chaude produite par la PAC et non par son propre corps de chauffe interne. Cette même opération a également été réalisée sur le lave-vaisselle. On rappellera que la pompe à chaleur puise plus de 2/3 d'énergie gratuite dans la nature afin de produire de l'eau chaude sanitaire.

La pompe à chaleur, le réservoir tampon, les forages ainsi que l'adaptation sur l'installation existante auront coûté environ 50'000.– CHF. Avant l'amélioration thermique de l'habitation, la consommation de mazout était de 2500 litres, après, de 1800 litres. Avant la mise en place de la pompe à chaleur, la consommation électrique moyenne par année pour le ménage ainsi que la production



Installation de la pompe à chaleur.

d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau électrique s'élevait à 6'000 kWh/an. Suite à la mise en place de la pompe à chaleur, la consommation d'énergie électrique totale s'élève à 10'500 kWh/an, ceci pour le ménage, l'eau chaude sanitaire ainsi que le chauffage. Par rapport à l'ancien système, une économie de près de 3'000.- CHF est réalisée chaque année. De plus, il n'y a plus de mazout, plus de révision de citerne, plus de maintenance du brûleur ou encore de ramonage et de contrôle des fumées sans parler des odeurs.

On relèvera également qu'une économie de plus de 6,5 tonnes de CO₂ par année est réalisée depuis l'amélioration thermique du bâtiment et la suppression de l'installation au mazout!

PAC plus solaire, le must!

Les heureux propriétaires d'une maison familiale construite à Aven au-dessus de Sion, en 1996, ont décidé de remplacer leur installation de chauffage. Il s'agissait d'une pompe à chaleur de type air-eau intérieure. Ce type de pompe à chaleur tire son énergie de l'air extérieur à travers deux canaux d'air qui aboutissent chacun dans un saut de loup. La distribution de la chaleur dans la maison est assurée par un circuit d'eau, en l'occurrence, avec un chauffage au sol.

Les progrès de ces dix dernières années ont permis d'améliorer sensiblement les performances des pompes à chaleur air-eau et de tous les autres modèles. Avant les années 2000, la production de l'eau chaude sanitaire se faisait rarement avec la pompe à chaleur alors qu'aujourd'hui c'est la règle. D'autre part, l'apparition



Accumulateur combiné d'une contenance de 523 l pour le chauffage et de 300 l pour l'eau chaude sanitaire.



Villa familiale située au-dessus de Sion à Aven sur le versant sud de la vallée.

de pompes à chaleur splittées (une partie de la machine est à l'extérieur de la maison et l'autre à l'intérieur) libère de la place. Ce nouvel aménagement a permis d'installer dans le local de chauffage une cuve combinée de 523 litres d'eau de chauffage avec à l'intérieure, à bain-marie, une cuve de 300 litres destinée à la production d'eau chaude sanitaire. Sur le toit de la villa, l'installation de 13 m² de panneaux solaires thermiques chauffe l'eau sanitaire et l'eau de chauffage. Dès que le rayonnement solaire est insuffisant ou absent, la pompe à chaleur prend automatiquement le relais.

Résultat de l'opération: 35% de gain d'énergie électrique. La part renouvelable de l'installation est de près de 80%.



Partie intérieure de la pompe à chaleur.



Partie extérieure de la pompe à chaleur.



MINERGIE-P®: **le standard de la maison pour une société** **à 2000 watts est aussi accessible en rénovation**

Bon nombre de propriétaires se contentent de rafraîchir la peinture au lieu d'entreprendre une véritable rénovation. Ils commettent un impair, car rénover un bâtiment correctement permet d'augmenter le confort d'habitation, de garantir un faible coût énergétique ainsi qu'un faible coût d'entretien, tout en augmentant la durée de vie et la valeur du bien.

Si ces nombreux avantages s'appliquent déjà à une rénovation réalisée dans les règles de l'art, que peut donc apporter de plus une rénovation selon le standard MINERGIE-P®?

Le meilleur standard de construction actuel

MINERGIE-P® est la version de standard de bâtiments qui représente la plus grande efficacité globale. En effet, une construction certifiée MINERGIE-P® va utiliser beaucoup moins d'énergie qu'un bâtiment conventionnel. Le but du standard MINERGIE-P® est donc que le bâtiment, dans son ensemble, consomme le moins d'énergie possible. Il intègre bien sûr aussi les critères de confort tant estival qu'hivernal et de qualité de vie à l'intérieur du bâtiment: ne passons-nous pas 80% de notre temps à l'intérieur d'un bureau ou d'un logement?

Par définition, un bâtiment MINERGIE-P® est donc une construction immobilière qui est entièrement réfléchie, conçue et construite dans le sens de l'efficacité énergétique et du confort. Sa conception architecturale sera donc la plus compacte possible et adaptée au climat de la région.

La consommation d'énergie sera optimisée au maximum, en utilisant les techniques les plus performantes du marché. Pour atteindre le standard MINERGIE-P®, une couche d'isolation thermique supplémentaire ne sera donc pas suffisante. A l'image du standard MINERGIE®, le standard MINERGIE-P® définit des critères d'exigences élevés en matière de confort et définit des objectifs de rentabilité encore plus importants.

Les exigences MINERGIE-P® principales, qui sont également autant d'avantages, sont les suivantes:

- Faible dépense financière en matière d'énergie.
- Confort accru en été comme en hiver.
- Forte étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Permet de contrôler les pertes par les fuites ainsi que les courants d'air non souhaités.
- Haute qualité de l'air intérieur par évacuation des polluants.
- Rentabilité maximum, le bâtiment sera encore moderne dans plusieurs dizaines d'années.
- Appareils électroménagers de haute efficacité énergétique.
- Le meilleur standard de construction actuel.

Comment rénover un bâtiment selon le standard MINERGIE-P®



Si pour un bâtiment neuf il est, à l'heure actuelle, relativement aisé de répondre aux exigences de MINERGIE-P®, il en va tout autre pour une rénovation. Le neuf laisse en effet une grande liberté d'action pour atteindre le but fixé.

La rénovation implique des contraintes plus importantes car les principes d'une bonne conception énergétique ne sont pas nécessairement présents et, de plus, ils ne peuvent pas toujours être corrigés sans efforts disproportionnés. Ainsi, il n'est par exemple, pas possible de modifier l'orientation d'un bâtiment afin qu'il puisse bénéficier de meilleurs gains solaires, tout comme il n'est pas non plus envisageable de modifier une forme de bâtiment défavorable.

C'est pourquoi, plus l'objectif est ambitieux, plus le projet nécessite une réflexion approfondie. Il est donc indispensable de préparer un concept technique global de ce qui va être modifié et/ou reconstruit, car tous les aspects et tous les travaux doivent être soigneusement coordonnés entre eux de manière logique et chronologique. Seul un professionnel de la rénovation et des énergies renouvelables pourra élaborer un concept global pour le propriétaire.

Autopsie d'une rénovation MINERGIE-P®

La rénovation d'une villa individuelle des années 70, située à Eclépens dans le canton de Vaud, est un exemple concret d'une réalisation qui tire le maximum d'avantages des travaux entrepris selon les exigences du standard MINERGIE-P®

Le propriétaire, architecte EPFL de métier explique: «La démarche a été, premièrement, de déterminer si le bâtiment respectait quelques règles de base puis, deuxièmement, d'étudier pour chaque élément de l'enveloppe quelle était la solution technique la mieux adaptée afin d'apporter une amélioration conséquente. Ce n'est qu'une fois ces différents choix effectués, que les calculs MINERGIE-P® ont été réalisés.»

Et l'heureux propriétaire de la première villa rénovée selon MINERGIE-P® du canton de Vaud de poursuivre: «Il faut encore préciser que la villa avait déjà subi, au cours des 15 dernières années, quelques rénovations afin d'abaisser sensiblement sa consommation d'énergie. Les incitations financières cantonales et fédérales nous ont poussés à franchir le dernier pas pour

viser le meilleur standard de construction actuellement disponible sur le marché.»

Les différentes exigences de MINERGIE-P® ont été prises en compte dans le concept global, à savoir:

Forme – Un bâtiment MINERGIE-P® doit être compact

La villa rectangulaire de 14 m x 10 m d'Eclépens était relativement compacte. Elle ne possédait au départ que quelques décrochements, pour la cage d'escalier et le balcon notamment. Les combles étaient froides, mais elles ont été aménagées afin d'en faire un appartement supplémentaire, ce qui a permis d'améliorer sensiblement le facteur de forme, tout en augmentant le revenu locatif.



Situation / orientation – Un bâtiment MINERGIE-P® doit pouvoir bénéficier au maximum du solaire passif

Cet aspect est déterminant. Les ombres portées d'un immeuble voisin ou d'une montagne au sud sont très pénalisantes. Par exemple, une orientation des pièces de vie au nord serait un point délicat très difficile à optimiser. La villa de notre exemple bénéficie d'une façade principale orientée favorablement au sud-ouest alors que l'ombrage principal, dû à la forêt située au nord-est, ne pèjore pas trop les gains solaires passifs.

Solaire passif – Un bâtiment MINERGIE-P® doit avoir des surfaces vitrées importantes au sud

Voici un autre point capital. Une fenêtre au sud bénéficie de plus de gains que de pertes (l'énergie qui entre dans le bâtiment par la fenêtre est plus importante que celle qui s'en échappe). Toutefois, des fenêtres mal réparties peuvent pèjorer le bilan énergétique du bâtiment. A l'opposé, une façade 100% vitrée ne représente pas non plus une bonne solution. Il s'agit donc de déterminer le compromis adéquat. Tenir compte des ombrages propres au bâtiment, comme de grands avant-toits ou des balcons, est également déterminant. La villa de notre exemple disposait de très peu de surface vitrée au sud et souffrait en plus d'un ombrage dû au balcon. Ce point très pénalisant a été amélioré en avançant la façade sud/ouest tout en augmentant sa surface vitrée et la surface chauffée habitable.

Ponts thermiques – Un bâtiment MINERGIE-P® doit minimiser les ponts thermiques

C'est dans ce domaine que les bâtiments existants sont le plus pénalisés. Certains ponts thermiques sont insolubles sans travaux conséquents. Il faut donc étudier leur importance afin de déterminer ceux qui peuvent être supprimés de manière raisonnable. La villa de notre exemple comptait un pont thermique important dû au balcon. Ce problème a été résolu par l'avancement de la façade vitrée devant le balcon. D'autre part, l'excellente isolation périphérique dont a bénéficié le bâtiment a permis de résoudre la majorité des soucis liés aux ponts thermiques.

Aération – Un bâtiment MINERGIE-P® doit bénéficier d'une installation d'aération avec récupération de chaleur

L'installation de tels systèmes dans une rénovation peut sembler insurmontable, ce n'est pourtant pas l'avis du maître d'ouvrage de la villa de notre exemple: «Je pense au contraire que l'on peut toujours trouver une solution pour les intégrer. Il est vrai que d'amener des gaines d'aération dans toutes les pièces peut laisser supposer que l'on devra faire des trous partout et supporter d'innombrables gaines apparentes. Ce n'est pourtant pas du tout le cas. Il existe même de nombreuses solutions pour les masquer, comme utiliser la façade extérieure pour faire passer des conduites, pour autant bien sûr que l'on réalise une isolation périphérique. Il est aussi possible d'utiliser un canal de cheminée existant, ou alors créer une gaine technique et des faux plafonds. Pour la rénovation de ma villa, j'ai utilisé un mélange de ces diverses solutions.»

Chauffage et eau chaude sanitaire – Un bâtiment MINERGIE-P® valorise les énergies renouvelables

Le bâtiment de notre exemple est alimenté par un chauffage à distance (CADCIME) dont les sources principales d'énergie sont les déchets et la récupération de chaleur des processus de la cimenterie d'Eclérens. Ce type de chauffage est recommandé et valorisé dans le bilan MINERGIE-P®. Toutefois, pour des raisons d'intégration architecturale, philosophiques, professionnelles et sentimentales, le maître d'ouvrage a souhaité ajouter une installation solaire thermique de 12 m² pour la production de l'eau chaude sanitaire et l'appoint de chauffage.

Electricité – Un bâtiment MINERGIE-P® doit être équipé d'appareils de classe A ou A+

La villa d'Eclérens est bien entendu équipée d'appareils électriques de catégorie A, mais elle bénéficie surtout d'une installation solaire photovoltaïque d'une puissance de 6 kW, parfaitement dimensionnée pour couvrir les besoins en électricité des 2 appartements que compte la maison. Il faut cependant noter que la production d'électricité rachetée par Swissgrid ne compte pas dans le bilan MINERGIE-P®.

L'isolation, le nerf de la guerre – Un bâtiment MINERGIE-P® doit posséder une excellente enveloppe

Le maître d'ouvrage de la villa d'Eclérens explique: «Pour obtenir de bons coefficients d'isolation, on pourrait s'imaginer qu'il suffit d'isoler un peu plus que d'habitude. En fait, ce n'est pas si simple. A chaque situation correspond une solution particulière. Néanmoins, pour respecter les critères d'une enveloppe MINERGIE-P®, il faut généralement viser des valeurs U entre 0.10 et 0.15. Pour illustrer les difficultés relatives à l'isolation dans la rénovation, les valeurs U dans le cadre du projet de rénovation de ma villa varient entre 0.06 et 2.2!»



Les différents systèmes d'isolation retenus pour la rénovation de la villa d'Eclépens sont les suivants:

- L'isolation du sol a été effectuée par le vide sanitaire avec 20 cm de polystyrène expansé. Cette solution est relativement rare, mais elle a été retenue car l'espace à disposition était extrêmement restreint (environ 40 cm). Néanmoins, le percement d'un accès sous la fondation a permis de passer les plaques et de les caler avec des briques et de la colle.
- Une autre partie de la maison, située directement sur le terrain avec des hauteurs de plafond déjà basses n'a pas pu être isolée. Heureusement, cette partie est enterrée, ce qui a permis de réduire un peu la déperdition qui se monte tout de même à plus de 20% de la déperdition totale des surfaces opaques!
- Pour les murs, le choix s'est porté vers du polystyrène expansé graphité de 22 cm d'épaisseur. Comme la villa avait déjà fait l'objet, quelques années auparavant, de travaux portant sur l'isolation intérieure du 1^{er} étage et des combles, on peut ainsi estimer que l'épaisseur totale d'isolation se monte à 30 cm au rez-de-chaussée, 40 cm au 1^{er} étage et 50 cm dans les combles. Les coefficients U quant à eux varient entre 0.11 et 0.06.
- Pour les façades, c'est l'option de la façade ventilée qui a été retenue pour les étages supérieurs et celle du crépi pour le socle et le rez inférieur.
- L'isolation de la toiture a été effectuée avec de la laine de verre de 36 cm en deux couches. La charpente comporte des chevrons de 12 cm supportés par des pannes transversales de 20 cm. Une isolation de 12 cm a évidemment été posée entre chevrons et pour simplifier la mise en œuvre de la 2^e couche, un lambourrage a été effectué sous les pannes pour y ajouter 24 cm d'isolation supplémentaires. Le tout a été recouvert d'un pare-vapeur et d'un lambris.
- Toutes les fenêtres du bâtiment ont été remplacées par du triple vitrage d'une valeur U de 0.5. Le choix du vitrage s'est porté sur un verre spécial avec un coefficient g de 60% pour maximiser les gains solaires. La façade a été déportée au niveau du balcon pour créer des baies vitrées, afin d'apporter davantage de lumière dans le bâtiment et de bénéficier, par la même occasion, d'apports solaires passifs plus importants. Une partie du mur du séjour a été démolie pour agrandir la pièce. La pose de fenêtres a été réalisée en applique sur les pierres de taille extérieures, de manière à minimiser les ponts thermiques et les effets d'ombrage. L'embrasure extérieure est ainsi très réduite, donnant au mur une apparence plus mince.



Confort estival – Un bâtiment MINERGIE-P® doit être confortable en toute saison

Les fenêtres ont été munies de protections solaires extérieures avec des stores à lamelles. Les Velux sud, ainsi que d'autres fenêtres du bâtiment, ont été équipés de volets roulants extérieurs.

D'autre part, les dalles en béton favorisent l'inertie du bâtiment et permettent ainsi de réduire les variations de température. La séparation des pièces dans les combles a été effectuée avec des briques pour amener un peu de masse dans les pièces situées sous la toiture.

Etanchéité – Un bâtiment MINERGIE-P® doit être étanche

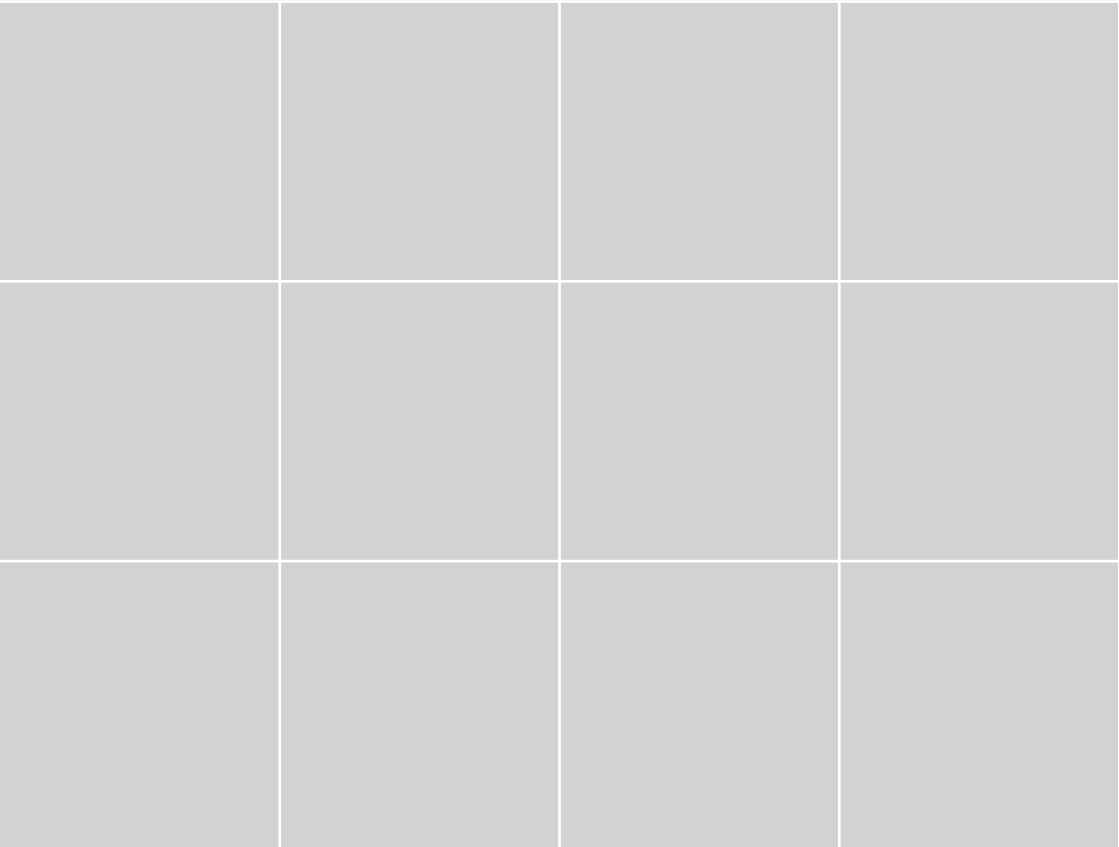
L'enveloppe des bâtiments MINERGIE-P® est conçue de manière à réduire au minimum les déperditions thermiques. Il est également indispensable que ces bâtiments passent le test «blower-door» relatif à l'étanchéité à l'air. Etant donné la difficulté à intervenir sur de l'existant, ce point peut se révéler très incertain. En l'occurrence, les pare-vapeurs doivent être parfaitement posés, les prises électriques scotchées, les jonctions entre murs et fenêtres siliconées, car tout défaut se remarque très vite lorsque l'on provoque une surpression et une dépression dans le volume chauffé pour le test.

En conclusion, cette rénovation d'une maison assez complexe démontre que des performances très élevées peuvent être atteintes à l'aide de moyens relativement simples. Elle met également en évidence le fait qu'il reste encore une grande marge de manœuvre dans l'amélioration énergétique du parc immobilier et que des objectifs ambitieux sont réalisables.

Données techniques

Données générales	
Année de construction	1970
Situation	Eclépens (VD)
SRE	388 m ²
Certificat MINERGIE-P®	VD-033-P

Données techniques	
Valeur limite des besoins en chaleur	1697 MJ/m ² .an
Valeur limite MINERGIE-P®	126 MJ/m ² .an
Besoin de chaleur	104 MJ/m ² .an
Besoin de chaleur avec aération	75 MJ/m ² .an
Indice MINERGIE-P® (sans photovoltaïque)	23 kWh/m ² .an
Installation solaire thermique	12 m ²
Installation solaire photovoltaïque	6 kW



SuisseEnergie

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

Commande: www.publicationsfederales.admin.ch
n° 805.???? d, f, i