



WWF Suisse

Tél.: +41 (0) 21 966 73 73

Fax: +41 (0) 21 966 73 74

E-mail: service-info@wwf.ch

Avenue Dickens 6

www.wwf.ch

1006 Lausanne

Dons: CP 12-5008-4

La protection du climat permet des économies dans l'habitat

Actions utiles pour les propriétaires dans le choix des isolations de bâtiments et des systèmes de chauffage



Rénovation selon le standard Minergie (avant/après), Waidmatt, Zurich: Photo ©Minergie

La protection du climat permet des économies dans l'habitat

Table des matières

1. Introduction.....	2
Il est à la fois nécessaire et rentable d'agir.....	2
Façades de bâtiment et système de chauffage	2
Isoler et chauffer en tenant compte du climat.....	2
Chaque maison est un prototype.....	2
2. Isolation et prix du mazout	3
Confort et isolation.....	3
Isolation des façades	4
Les fenêtres	4
Potentiel d'économies	5
Minergie et aération mécanique.....	5
Nouvelles constructions – dès le début avec Minergie-A-Eco.....	6
Aspects financiers.....	6
3. Choix du système de chauffage	7
Comparer les coûts	8
Influence des prix du mazout sur le choix du système de chauffage.....	9
Incitation aux énergies renouvelables.....	10
Performance écologique des différents systèmes	10
4. Conclusion.....	12
Quelques références	13

1. Introduction

Il est à la fois nécessaire et rentable d'agir

Il y a de nombreuses raisons de réduire la consommation énergétique des bâtiments et de planifier des systèmes de chauffage respectueux du climat. Les plus importantes sont:

- Augmentation du confort
- Protection du climat et de l'environnement
- Dépendance à l'égard des importations de pétrole et de gaz (risques géopolitiques compris)
- Rentabilité financière

Les pays industriels, et donc la Suisse, doivent réduire les émissions de gaz à effet de serre, tels que le CO₂, de 90% au cours des 35 prochaines années, pour éviter un réchauffement global de plus de 2 degrés par rapport à la température moyenne de l'ère pré-industrielle. En effet, ces 2 degrés ont déjà des conséquences dévastatrices sur l'économie, les écosystèmes, la faune et la flore. Les hommes aussi en subissent les conséquences: des événements climatiques extrêmes de plus en plus nombreux occasionnent, en plus de la détresse humaine, des pertes économiques et entraînent une hausse des primes d'assurances.

A cela s'ajoute l'avantage économique d'un assainissement énergétique des bâtiments. Il est maintenant avantageux sur le plan économique aussi, et non plus seulement écologique, de prendre des mesures en vue de réduire les gaz à effet de serre. A plus forte raison quand ces mesures améliorent le confort de manière significative.

Façades de bâtiment et système de chauffage

Lorsque les coûts de réparation d'une installation de chauffage deviennent trop importants, ou lorsque le système est trop vieux pour remplir les exigences de propreté de l'air, le propriétaire remplace généralement l'installation de chauffage. A ce stade, il serait préférable de mettre sur pied un plan de rénovation accordant une haute importance à l'énergie.

Pour les maisons construites avant 1980 et dont le chauffage a plus de 10 ans, c'est la première étape. Si les façades doivent être refaites (peinture ou crépi), ou si les fenêtres doivent être remplacées, une isolation des façades peut être effectuée en parallèle. De même, si le toit doit être rénové, celui-ci devra bien entendu aussi être isolé. Toutes ces mesures peuvent réduire suffisamment le besoin en chaleur d'un bâtiment pour qu'un chauffage de plus petite taille, et donc meilleur marché, puisse être installé. Il faut suivre cette règle: toujours assainir l'extérieur du bâtiment sur le plan énergétique avant de remplacer le chauffage, même si les travaux de rénovation sont effectués en plusieurs étapes et sur plusieurs années. Ce n'est que lorsque le chauffage doit être remplacé sans tarder, pour des raisons techniques, qu'il est prioritaire: il s'agit alors d'éviter à tout prix l'installation d'un nouveau chauffage au mazout produisant plus de 1500 t de CO₂ au cours des 15 à 20 prochaines années!

Isoler et chauffer en tenant compte du climat

Il est faux de penser qu'une bonne isolation des bâtiments n'en vaut pas la peine. Il est cependant vrai qu'une bonne isolation entraîne des investissements ou des coûts de rénovation plus élevés, qui doivent être amortis sur plusieurs années grâce à des coûts de chauffage plus bas. De quelle façon cet amortissement dépend-il du niveau des prix du mazout? C'est à cette question que le WWF, l'EPFZ et les associations des entreprises de chauffage ont entrepris de répondre.

Il faut non seulement que les investissements supplémentaires soient amortis, mais aussi que le capital investi rapporte des intérêts. Ces intérêts peuvent, comme toutes les autres données, être modifiés librement dans le tableau Excel accompagnant ce rapport. Les valeurs publiées ici reposent cependant sur une valeur de base de 3% d'intérêt réel. L'intérêt représente donc 3% de plus que le taux d'inflation de l'année correspondante.

Chaque maison est un prototype

Chaque maison est unique. Selon que la maison est située dans les Alpes ou sur le Plateau, au soleil ou à l'ombre toute la journée en hiver, selon qui l'habite, de grandes différences peuvent intervenir, même entre des maisons identiques, par rapport à la méthode de construction la plus appropriée et à la consommation d'énergie qui en découle. Les assertions générales peuvent ainsi se révéler fausses dans certains cas. Dans cette étude, nous résolvons ce problème en utilisant des valeurs moyennes solides, en mettant à disposition un instrument de calcul Excel (disponible sous: www.wwf.ch/chauffer) permettant de personnaliser les paramètres du système de

chauffage et en indiquant d'autres sources d'information pour approfondir le sujet (voir références, p. 15). Nous recommandons d'adapter les données moyennes à sa situation individuelle.

2. Isolation et prix du mazout

La majorité des maisons actuelles sont encore chauffées au mazout ou au gaz. Ci-dessous, l'EPFZ¹ a calculé comment évoluent les coûts pour l'énergie et l'amortissement des investissements, lorsque a) l'isolation thermique et b) le prix du mazout varient.

En 2004, il était encore possible d'obtenir 100 litres de mazout pour environ 50 francs. Depuis, les prix du mazout ont fortement augmenté, une hausse entrecoupée de baisses passagères. Les prix se situent maintenant typiquement autour de 80 francs/100 litres de mazout, mais ont déjà été nettement plus élevés. Puisque les économies d'énergie ne valent la peine que lorsque les prix du mazout sont élevés, toute politique de protection du climat visera à augmenter le prix des énergies fossiles, directement ou indirectement, par le biais de taxes sur le CO₂ ou le marché des émissions. Les investissements prévus sur une durée de plus de 10 ans devraient donc être basés sur les prix de l'énergie élevés en tant que règle et non qu'exception, et être calculés en conséquence.

De même, la fabrication, le montage et le recyclage de matériaux d'isolation affectent l'environnement. Vous trouverez des notices explicatives sur la manière de construire et de rénover en utilisant des matériaux écologiques dans les références, p. 15.

Confort et isolation

Quand une rénovation du toit est de toute façon nécessaire, il vaut la peine de vérifier l'isolation. Un toit bien isolé rend les combles confortables en hiver, tout en évitant leur surchauffe en été. La diminution du besoin de chauffage ménage l'environnement et le climat, mais paie aussi l'isolation supplémentaire. Les tableaux suivants ont été calculés lorsque les pronostics prévoient un prix du mazout variant entre 50 et 90 francs par 100 l. Les pronostics actuels tablent plutôt sur un prix de plus de 100 francs par 100 l de mazout, la colonne (12) pour 90.- fr./100 l fournit donc les données les plus réalistes.

Tableau 1: Prix des travaux de rénovation du toit et des coûts de chauffage en fonction de l'épaisseur de l'isolation et des prix du mazout (intérêt réel 3%, durée de vie 50 ans)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Epaisseur de l'isolation	Valeur U *	Investissement supplémentaire	Rémunération du capital	Coûts de chauffage annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie à				Coûts totaux annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie à			
cm	W/m ² K	Fr/m ²	Fr/ m ² Da	50 Fr/100l	70 Fr/100l	80 Fr/100l	90 Fr/100l	50 Fr/100l	70 Fr/100l	80 Fr/100l	90 Fr/100l
0	0.85	0	0.00	5.00	6.70	7.50	8.30	5.00	6.70	7.50	8.30
14	0.27	84	3.30	1.60	2.10	2.40	2.60	4.90	5.40	5.60	5.90
16	0.24	89	3.50	1.40	1.90	2.10	2.30	4.90	5.30	5.60	5.80
18	0.21	98	3.80	1.20	1.60	1.90	2.10	5.10	5.50	5.70	5.90
24	0.15	122	4.70	0.90	1.20	1.40	1.50	5.70	6.00	6.10	6.30
32	0.11	147	5.70	0.60	0.90	1.00	1.10	6.40	6.60	6.70	6.80

A partir de 70 francs/100 litres de mazout déjà, une isolation épaisse de 32 cm est meilleur marché, sur la durée de vie de l'isolation, que des travaux de rénovation du toit sans isolation! Une isolation du toit de 18 cm coûte en moyenne 98 francs/m² de plus qu'une simple remise en état (voir colonne 3 du tableau 1). L'amortissement et l'intérêt (réel 3%) coûtent 3,80 francs/m² par année. Au prix d'environ 70 francs/100 litres de mazout et de gaz, 18 cm d'isolation permettent d'économiser 5 francs/m² de coût de chauffage (sans isolation, les coûts de chauffage sont de 6.70 francs/m², avec 18 cm de 1.60 franc/m², voir colonne 6). Il en découle une économie annuelle de 1.20 franc /m².²

¹ Jochem E., Jakob M., Kosten und Nutzen: Wärmeschutz bei Wohnbauten (en allemand). EPFZ pour l'Office fédéral de l'énergie, Berne 2004, voir :

http://www.cepe.ethz.ch/publications/webflyer_grenzkosten_umsetzung.pdf

² Les coûts totaux sans isolation selon la colonne 10 sont de 6.70 fr/m² et pour 18 cm de 5.50 fr/m², la différence est de 1.20 fr/m².

Si, au cours des 50 ans de durée de vie de l'isolation du toit, les prix moyens de l'énergie se situent à 90 francs/100 litres, l'économie annuelle sera de 2.40 francs/m². Si les prix du mazout augmentent encore plus que les 100 fr./100 l actuels, on peut aujourd'hui – même sans tenir compte des avantages subsidiaires – conseiller une isolation de 20 à 24 cm d'épaisseur.

Les coûts de chauffage utilisés dans les calculs sont indiqués dans le tableau 2. Les résultats montrés ici tiennent compte des déperditions de chaleur de la chaudière et de la distribution d'eau chaude, ainsi que de la possibilité d'utiliser un chauffage plus petit et plus économique suite aux travaux de rénovation.

Tableau 2: Coûts de chauffage effectifs en fonction des prix de l'énergie.

Prix de l'énergie (fr./100l)	50	70	80	90
Economies réalisées sur les coûts de chauffage (c./kWh)	6.8	9.0	10.1	11.2

Isolation des façades

Nous partons du principe qu'une rénovation des façades est prévue et qu'un échafaudage sera de toute façon monté. Contrairement au cas de l'isolation du toit, il faut ici également prendre en compte les encadrements de fenêtres. Bien qu'avec les prix du mazout actuels, cela revienne meilleur marché que la seule réfection du crépi ou de la peinture, une isolation de 30 cm ne sera pas toujours réalisable pour des raisons esthétiques. D'un point de vue de la protection du climat, cette solution est toutefois la meilleure à long terme, la façade étant une bonne fois pour toutes assainie sur une base durable.

En général, une isolation de 16 cm est rentable du point de vue économique à partir d'un prix de 70 francs/100 litres de mazout, tout en étant plus facile à réaliser lors des travaux de rénovation. Ceci augmente la rémunération du capital de 4 francs en moyenne par m² et par an. Toutefois, pour un prix de 70 francs/100 litres de mazout, les coûts liés à l'énergie sont réduits de 5.30 francs/m², ce qui permet une économie nette annuelle de 1.30 franc/m². Tandis que pour un prix de 90 francs/100 litres de mazout, une économie de 2.60 francs/m² pourra être réalisée.

Tableau 3: Rémunération du capital et coûts de chauffage en fonction de l'épaisseur d'isolation et du prix du mazout lors de rénovations de façades (3% d'intérêt réel, 40 ans de durée de vie de l'isolation, et 30 ans de durée de vie des mesures d'entretien)

Epaisseur de l'isolation	Va- leur U	Rémunération du capital	Coûts de chauffage annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie de				Coûts totaux annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie de					
			50 fr/100l	70 fr/100l	80 fr/100l	90 fr/100l	50 fr/100l	70 fr/100l	80 fr/100l	90 fr/100l		
cm	W/m ² K	fr/m ² an										
0	0.90	1.80	5.50	7.30	8.10	9.00	7.30	9.00	9.90	10.80		
12	0.30	5.30	1.80	2.40	2.70	3.00	7.20	7.80	8.10	8.30		
16	0.25	5.80	1.50	2.00	2.20	2.50	7.30	7.80	8.00	8.20		
20	0.21	6.30	1.30	1.70	1.90	2.10	7.60	8.00	8.20	8.50		
30	0.17	7.70	1.00	1.40	1.50	1.70	8.80	9.10	9.30	9.40		

Les fenêtres

La technologie des fenêtres s'est améliorée de façon significative au cours des 20 dernières années. Avec des fenêtres optimales sur les faces sud et ouest du bâtiment, il est possible, avec un bon ensoleillement pendant la période de chauffage, de gagner plus d'énergie qu'il ne s'en échappe.

La qualité d'une fenêtre est décrite, d'une part au moyen de la valeur de transfert de chaleur (U), qui correspond à la qualité de l'isolation, et d'autre part au moyen de la valeur g qui décrit quelle quantité de rayons du soleil peut pénétrer à travers la vitre. Etant donné que le bilan net dépend fortement de l'emplacement, de la taille des fenêtres (à cause du cadre) et de l'ombre, le tableau 4 ne contient que les pertes des fenêtres orientées au nord et ne tient ainsi pas compte des valeurs g. Les données montrent que le choix de très bonnes fenêtres n'induit pas ou peu de coûts supplémentaires (voir colonnes 10-12, où les coûts totaux annuels – rémunération du capital annuel + coûts de chauffage – pour les bonnes et très bonnes fenêtres neuves sont du même ordre de grandeur que pour des fenêtres anciennes fraîchement repeintes).

Dans le cas des fenêtres, lors de la décision d'investir, il faut tenir compte du gain de confort procuré par l'isolation acoustique, les vitres plus chaudes et la suppression des courants d'air. De ce point de vue, il ne vaut donc plus la peine de repeindre une vieille fenêtre (sans verre isolant). L'utilisation de triples vitrages

n'occasionne aujourd'hui pratiquement plus de surcoûts et est recommandée aussi bien pour les nouvelles constructions que pour les rénovations.

Tableau 4: Remplacement de vieilles fenêtres au nord par des fenêtres isolantes modernes en fonction de la valeur U et des prix du mazout (amortissement sur 30 ans).

(1)	(2) Valeur U pour toute la fenêtre	(3) Inves- tisse- ment	(4) Coûts par année	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	W/m ² K	fr/ m ²	(fr/m ² an)	Coûts de chauffage annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie de				Coûts totaux annuels (fr/m ² an) pour un prix de l'énergie de			
				50 fr/ 100l	70 fr/ 100l	80 fr/ 100l	90 fr/ 100l	50 fr/ 100l	70 fr/ 100l	80 fr/ 100l	90 fr/ 100l
Vieille fenêtre	3.0	127	11 (*)	22.0	29.1	32.7	36.3	33.0	40.2	43.8	47.3
U _{verre} 1.1	1.4	493	27	11.3	15.0	16.8	18.6	37.9	41.6	43.4	45.2
U _{verre} 0.7	1.1	558	30	10.2	13.6	15.3	16.9	40.3	43.7	45.4	47.0
U _{verre} 0.5	0.9	620	33	9.2	12.2	13.7	15.2	42.7	45.7	47.2	48.7

(*) Frais d'entretien: peindre l'intérieur et l'extérieur tous les 10-12 ans.

Potentiel d'économies

Les tableaux ci-dessus montrent quels degrés d'isolation et quels types de fenêtres sont les plus intéressants économiquement lors de travaux de rénovation et où se situe le niveau de gestion optimum, sans la prise en compte des coûts environnementaux. Si l'on applique ces mesures à un bâtiment réel, il est possible de calculer les conséquences sur la consommation énergétique et les coûts annuels.

C'est exactement ce qui a été calculé² pour un grand nombre de combinaisons de différentes mesures de rénovation «énergétiques» dans une étude. Il ne suffit pas d'additionner les résultats des tableaux montrés précédemment, car les possibilités d'économies seraient ainsi légèrement surévaluées. En effet, chaque mesure conduit à une réduction de la période de chauffage qui réduit les possibilités d'économies lors des travaux de rénovation suivants.

Nous supposons ici qu'une habitation de 8 logements, avec 872 m² de surface consommatrice d'énergie³, doit être réparée. Si l'on restreint les travaux à une rénovation des façades et des fenêtres, cela implique des coûts de 3700 francs par année, tandis que les coûts énergétiques et d'exploitation se montent toujours à 12'500 francs par an (à 90 francs/100 litres de mazout).

Si cette maison est isolée sur le toit et les façades avec 18 cm, et les fenêtres rénovées avec une valeur U de 1.0, cela occasionne des surcoûts de 7150 francs par an par rapport à une simple remise en état. Pour un prix du mazout dès 90 francs/100 litres⁴ déjà, l'économie se monte à 7600 francs par an. Cette mesure est donc valable sur le plan de l'exploitation, car elle permet d'économiser 8500 litres de mazout par an! Dans cet exemple, les économies subsidiaires réalisées par le biais de déductions d'impôts, des prix du mazout plus élevés et d'éventuelles subventions découlant du programme d'assainissement des bâtiments n'ont pas été prises en compte.

L'isolation de la cave et de son plafond n'a pas été évoquée ici, car pour des raisons de confort et de réalisation généralement facile, il est de toute façon intéressant de l'entreprendre.

Minergie et aération mécanique

Si des fenêtres de grande qualité sont posées, les façades et le toit isolés, il est possible de réduire encore la consommation d'énergie grâce à l'installation d'un système d'aération. L'air est ainsi frais et filtré, même avec des fenêtres fermées. L'air chaud sortant sert à chauffer l'air entrant, ce qui permet de résoudre par la même occasion les problèmes d'humidité fréquemment observés.

² Ott W., Jakob M., Baur M., Kaufmann Y., Ott A., Mobilisierung der energetischen Erneuerungspotenziale im Wohnungsbestand, BFE, Bern.

³ Ceci correspond aux surfaces chauffées, murs internes inclus.

⁴ Le prix moyen du mazout au cours des trois années entre avril 2012 et avril 2015 était de plus de 90 francs/100 litres de mazout.

Les économies de chauffage ne couvrent pas complètement les surcoûts engendrés. Avec un prix du mazout de 90 francs/100 litres, des coûts supplémentaires annuels de l'ordre de 2 à 5 fr/m² habitable sont à prévoir. Il s'agit donc d'un investissement supplémentaire dans le confort de l'habitation qui, en fonction des coûts d'installation et de la taille des appartements, coûte de 20 à 70 francs par mois.

Les trois standards Minergie pour les bâtiments imposent une aération mécanique obligatoire, étant donné qu'une maison Minergie ne doit pas seulement répondre à des standards stricts de consommation d'énergie, mais aussi satisfaire aux plus hautes exigences de ses habitants. Il vaut la peine, pour la plupart des rénovations, de travailler en commun avec des architectes et des planificateurs d'énergie, qui ont déjà procédé à des rénovations Minergie ou Minergie-P.

Nouvelles constructions – dès le début avec Minergie-A-Eco

Le simple standard Minergie est entretemps presque devenu obligatoire pour les nouvelles constructions et devrait être visé lors des rénovations. Pour les nouvelles constructions, il faudrait maintenant viser Minergie-P ou Minergie-A. Ces standards permettent une faible consommation d'énergie ou une production nette sur l'année, donc des bâtiments à énergie positive. Le WWF recommande le standard Minergie-A-Eco qui prévoit non seulement une faible consommation d'énergie, mais également une optimisation des matériaux de construction du point de vue environnemental.

Même si les constructions répondant au standard Minergie-A-Eco entraînent aujourd'hui encore un surcoût, le gain de confort, la plus-value à la revente et un moins grand impact sur l'environnement justifient cette dépense supplémentaire. Elle peut même, grâce à des incitations financières, des «éco-hypothèques», et des déductions fiscales, être en partie compensée (voir paragraphe suivant).

Si tous les bâtiments appliquaient le simple standard Minergie, plus de 60% de l'énergie consacrée au chauffage pourrait être économisée. Néanmoins, en raison de la croissance de la surface habitable chauffée par personne, cette consommation d'énergie ne pourrait pas être couverte par la croissance annuelle de la forêt suisse. C'est pourquoi nous recommandons le standard de maison passive (Minergie-P), qui réduit à nouveau la consommation d'énergie d'un facteur 3⁵ ou Minergie-A-Eco qui réduit la consommation d'énergie à pratiquement zéro, souvent en combinaison avec des panneaux solaires. Au lieu de se baser sur les prix actuels du mazout et une perspective de 20 ans, les constructeurs prévoyants s'orientent vers le standard Minergie-P ou Minergie-A. Pour une durée de vie d'un bâtiment de 80 ans et plus, l'investissement supplémentaire peut s'avérer intéressant, sans parler des avantages écologiques. Comme dans le cas d'une rénovation selon le label Minergie, il vaut la peine d'impliquer des architectes, des planificateurs d'énergie expérimentés et des ouvriers compétents (voir références, p. 15).

Aspects financiers

Des mesures pour un usage rationnel de l'énergie et une utilisation des énergies renouvelables peuvent, au niveau fédéral et dans la plupart des cantons, être déduites du revenu imposable.

En ce qui concerne les appartements locatifs, les bailleurs peuvent de surcroît répercuter sur les loyers les coûts de la «rénovation énergétique» conduisant à une plus-value. Étant donné que lors d'une rénovation, tous les coûts ne sont pas liés à l'énergie (sols, peinture, cuisine, salle de bain), et que d'autres investissements ne correspondent pas réellement à une plus-value (remplacement des vieilles fenêtres par des neuves), le droit du bail permet, dans la pratique, une répercussion sur les loyers de 50-70%.

En Suisse, la première adresse pour les subventions lors de rénovations de bâtiments est le Programme d'assainissement des bâtiments⁶. En cas de respect de standards minimaux, c'est surtout l'isolation du bâtiment par m² qui est subventionnée. Il existe toutefois de nombreuses autres possibilités de subventions aux niveaux cantonal et communal que l'on peut trouver en cherchant sur internet et qui subventionnent souvent, en plus de l'isolation du bâtiment, des systèmes de chauffage respectueux de l'environnement.⁷

⁵ Cette assertion suppose que tous les bâtiments actuels seront rénovés conformément au standard Minergie P et qu'ainsi la consommation actuelle de combustible pour le chauffage et l'eau chaude sera réduite de 13%. Étant donné que tous les bâtiments ne peuvent pas être rénovés ainsi et qu'aucune stratégie de construction ne peut être complètement mise en œuvre, ces données hypothétiques sont mentionnées uniquement dans un but d'illustration.

⁶ www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/

⁷ www.energiefranken.ch, www.baufoerderung.ch (uniquement en allemand)

Pour les constructions Minergie P et A, il existe dans plusieurs cantons et communes des primes incitatives, qui se montent, même pour des maisons individuelles, à plusieurs milliers de francs. Les banques cantonales, mais aussi par exemple la banque Coop, la Banque alternative BAS et la banque Raiffeisen, offrent des réductions du taux hypothécaire pour les constructions qui correspondent aux critères écologiques des banques. Grâce à ces possibilités, les coûts du capital se réduisent encore et les épaisseurs d'isolation optimales augmentent d'autant⁸.

3. Choix du système de chauffage

Existe-t-il des systèmes de chauffage favorables à l'environnement? Les poêles à charbon des temps anciens et les chauffages à mazout actuels ne sont pas les seuls à menacer l'environnement et le climat; les chauffages à gaz le font également. Les pompes à chaleur consomment beaucoup d'électricité qui, en Europe, est également produite grâce au charbon, au pétrole et aux usines à gaz. Les chauffages à bois ne sont pas sans inconvénient non plus en raison des émissions de particules fines et d'oxydes néfastes. C'est pourquoi il faut impérativement vérifier, avant tout remplacement du système de chauffage, quelles mesures de rénovation pourraient réduire la consommation d'énergie.

Parmi le grand nombre de variantes de systèmes de chauffage disponibles, certaines doivent d'emblée être écartées en raison des conditions locales. Au cas où une installation de chauffage à distance existe déjà à proximité, une possibilité de raccordement doit être étudiée. Y a-t-il suffisamment de place dans le bâtiment ou dans ses environs pour un réservoir à granulés de bois? Si ce n'est pas le cas, une installation de chauffage à mazout peut aussi être écartée, puisqu'elle nécessite de la place pour une citerne à mazout. Si le toit est plat ou si l'on dispose d'un toit pentu orienté de l'est au sud-ouest, rien ne s'oppose aux panneaux solaires. Est-il possible, dans la zone concernée, d'utiliser la chaleur terrestre ou est-ce interdit par les services de protection des eaux? Ceci peut jouer un rôle dans l'installation optimale d'une pompe à chaleur. On peut envisager l'installation d'un chauffage à gaz si la maison a déjà un raccordement au gaz, ou si le réseau de gaz a déjà été installé sur la voie d'accès. Dans les très économiques bâtiments Minergie-P, un chauffage à gaz est envisageable même en l'absence de raccordement grâce aux bonbonnes de gaz.

Pour donner des informations comparatives sur les coûts financiers et écologiques des systèmes de chauffage aux constructeurs et aux propriétaires intéressés, le WWF Suisse et l'Agence pour les énergies renouvelables (AEE), en collaboration avec des planificateurs d'énergie et les associations spécialisées concernées, ont développé un outil de calcul simple (tableau Excel). Des calculs standard ont été réalisés pour deux variantes typiques: pour une maison individuelle déjà isolée (le besoin annuel de chaleur et d'eau chaude est de 14'400 kWh respectivement 1440 litres de mazout) et pour un immeuble collectif isolé (10 appartements, besoin annuel de chaleur et d'eau chaude de 91'700 kWh soit 9170 litres de mazout). Dans les deux versions, chacun peut définir la surface du bâtiment, la consommation effective de chaleur, les prix régionaux de l'électricité et les coûts d'investissements offerts. En plus des coûts annuels totaux, l'impact sur l'environnement des différents systèmes est également calculé.

L'outil de calcul Excel contient tous les systèmes de chauffage offrant une bonne sécurité d'approvisionnement et un maniement simple qui garantissent un confort élevé:

- Chauffage à mazout à condensation
- Chauffage à gaz à condensation
- Pompe à chaleur à sonde terrestre et à fort coefficient de performance annuel du système, raccordée à une chaudière à basse température ou à un chauffage au sol
- Pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur et avec un coefficient de performance annuel du système plus faible, raccordée à une chaudière à basse température ou à un chauffage au sol
- Chauffage à granulés de bois avec approvisionnement automatique (il suffit de vider les cendres plusieurs fois par an et de remplir le silo à granulés une ou deux fois par année)
- Complément avec une installation de panneaux solaires pour le chauffage de l'eau sanitaire des chauffages à mazout, gaz et granulés.
- Raccordement à un réseau de chauffage à distance existant.

Tous les systèmes sont prévus avec chauffage d'eau chaude et tiède. En revanche pour un chauffage décentralisé ou séparé de l'eau avec un chauffe-eau électrique, les données doivent être modifiées.

Bien sûr, il est possible de prévoir des panneaux solaires, qui servent aussi comme support de chauffage et nécessitent donc une capacité de stockage de l'eau chaude plus importante. A côté des systèmes de sondes terrestres

⁸ Voir www.zkb.ch/umweltdarlehen; www.bankcoop.ch; www.raiffeisen.ch; www.abs.ch

pour les pompes à chaleur, des nappes de tubes posées dans la terre restent une alternative, tout comme le prélèvement de chaleur des eaux usées, des nappes phréatiques et de l'eau de surface.

Les maisons passives, répondant au standard Minergie-P, ont parfois besoin de si peu d'énergie de chauffage que les poêles à granulés dans le salon ou d'autres chauffages individuels ou un préchauffage direct de l'air, utilisés uniquement lors des journées d'hiver peu ensoleillées, constituent également des solutions satisfaisantes. Ces systèmes ne sont pas inclus dans l'outil de calcul Excel.

Comparer les coûts

Comme pour les calculs concernant l'extérieur des immeubles, le niveau de prix pour le mazout et le gaz n'est pas fixé dans l'outil de calcul. Ainsi, il est possible aux constructeurs de déterminer eux-mêmes si les 80 francs/100 litres resteront actuels à long terme. Il faut être attentif au fait que le prix du gaz va, selon toute vraisemblance, rester indexé sur celui du mazout pour les acheteurs de petites quantités. Une augmentation du prix du mazout de 10 francs/100 litres a pour conséquence le renchérissement du prix du gaz de 1 ct/kWh (la plupart du temps avec 6 mois de retard, même si une moyenne sur plusieurs mois est calculée).

Les prix de l'électricité et les conditions spécifiques pour les pompes à chaleur varient fortement en fonction des usines électriques. Pour les pompes à chaleur, nous utilisons pour l'année 2015 les tarifs de l'électricité mixte en usage dans le canton de Zurich (EKZ), et assumons qu'un tiers de la consommation est facturée au tarif réduit.

Au contraire d'autres modèles de calcul, nous n'avons pas reporté le renchérissement réel des prix de l'énergie. Nous supposons donc que les différentes sources d'énergie renchérissement conformément à l'inflation. La capacité réduite de production pétrolière et l'exploration de plus en plus difficiles de nouvelles nappes peuvent conduire à une augmentation du prix du mazout supérieure à l'indice des prix (voir années 2005-2008). Mais si l'on considère plusieurs décennies, ce n'est en revanche pas le cas. Les prix de l'électricité et des granulés suivent l'offre et la demande et peuvent, parfois, accuser une hausse très supérieure à la moyenne si la demande est supérieure à l'offre.

L'introduction du coefficient de performance, qui se réfère au pouvoir calorifique inférieur, peut varier considérablement en fonction des installations et des modes d'utilisation. Les valeurs moyennes annuelles prennent en compte les pertes du brûleur, de la citerne et du réservoir, en incluant le chauffage de l'eau, mais pas les pertes du réseau de distribution de l'eau chaude et de l'eau tiède. Il est important de noter qu'il ne faut pas utiliser le COP (coefficient de performance) pour les pompes à chaleur, mais le taux de rendement annuel, ou encore le coefficient de performance annuel (COPA). Ceux-ci dépendent principalement de la présence, dans la maison, d'un chauffage à basse température (ex : chauffage au sol) ou de radiateurs qui déterminent les températures de départ et de retour du circuit de chauffage.

Les coûts d'investissement représentent des estimations globales pour les deux variantes données en exemple. Les prix peuvent fortement varier en fonction de chaque situation et de chaque fournisseur. Alors que les planificateurs font la plupart du temps des offres détaillées comme celle présentée ici, les installateurs de chauffage proposent souvent les services de leur propre entreprise et peuvent donc proposer des offres forfaitaires.

Pour les petites installations, il est possible que les «coûts divers» (abonnement d'entretien, contrôle des émissions de gaz, ramonage, consommation d'électricité, nettoyage de la citerne) soient presque aussi élevés que les coûts énergétiques eux-mêmes. C'est pourquoi il faut comparer les coûts et demander que cela figure dans les offres.

A côté de l'amortissement annuel des investissements, des coûts de l'énergie, et des autres coûts de chauffage, la taxe incitative sur le CO₂ introduite en 2008 constitue un autre facteur de coût. Cette taxe est appliquée à toutes les formes d'énergie fossile. Depuis 2014, la taxe est de 60 francs par tonne de CO₂. Cela correspond à 16 francs/100 litres de mazout et à 12 cts par m³ de gaz naturel. La loi sur le CO₂ prévoit que ce taux peut être augmenté à 120 francs par tonne de CO₂ maximum jusqu'en 2018. Une nouvelle augmentation est possible au 1.1.2016. Deux tiers des recettes de la taxe sur le CO₂ sont équitablement réparties entre les habitants et les entreprises et auront ainsi un effet incitatif. Un tiers est affecté au domaine énergétique, la majorité étant attribuée au programme d'assainissement des bâtiments. Les subventions qui sont payées dans ce cadre-là doivent encore contribuer à réduire les émissions de CO₂. Dans l'outil Excel, la taxe sur le CO₂ à hauteur de 60 francs par tonne de CO₂ est comprise, dans le prix actuel du mazout. Les hausses prévues de la taxe au cours des prochaines années peuvent être adaptées individuellement.

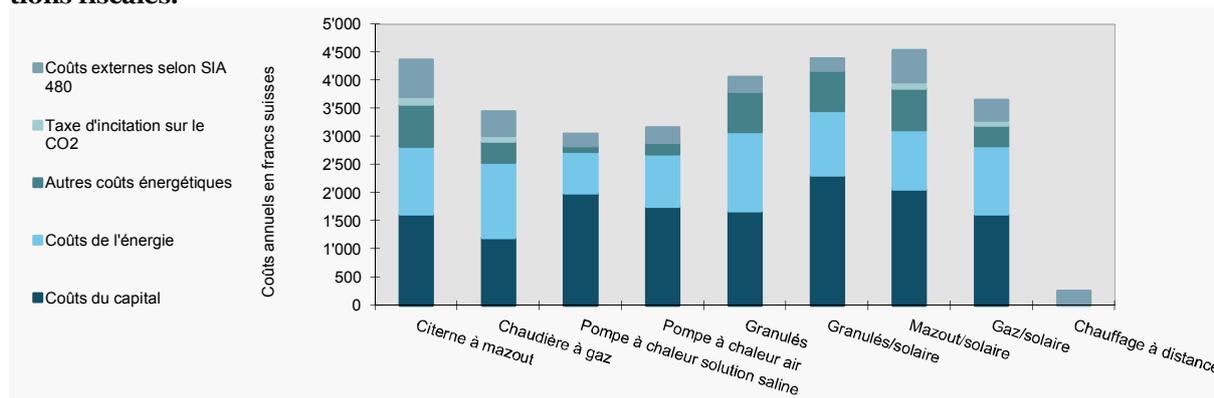
Etant donné que le chauffage entraîne aussi des coûts écologiques, qui sont payés par la communauté et non par les utilisateurs de chauffage, il est possible de considérer ces coûts externes comme des suppléments calculatoires au prix de l'énergie. Dans la norme SIA 480 relative au calcul de rentabilité pour les investissements dans le bâtiment (2004), des approches identiques à celle-ci sont proposées. Pour information, ces suppléments purement calculatoires sont indiqués, mais ne doivent pas avoir une valeur nulle, afin de calculer les coûts de gestion des propriétaires.

Influence des prix du mazout sur le choix du système de chauffage

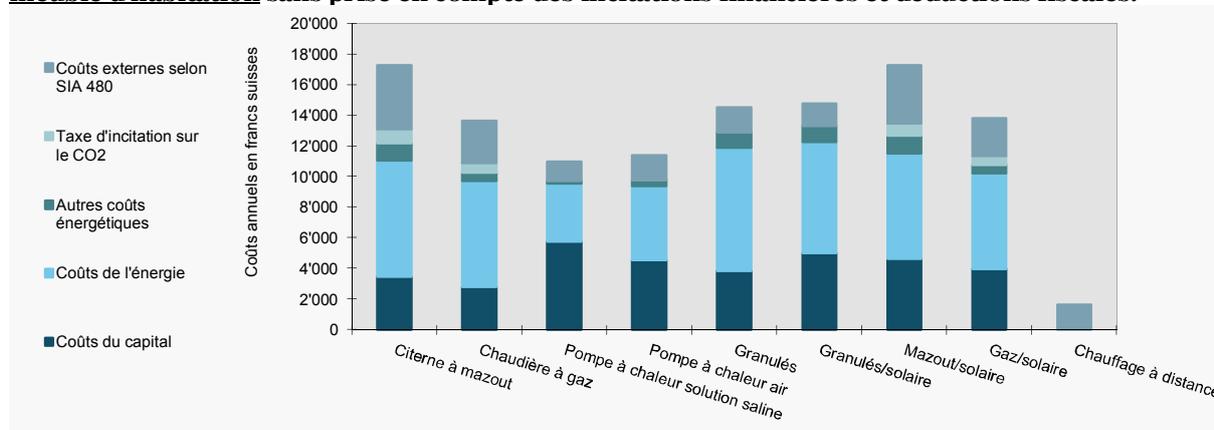
Les graphiques 1 et 2 montrent les résultats dans le cas de maisons individuelles et d'immeubles d'habitation. Pour les maisons bien isolées, les deux pompes à chaleur s'avèrent meilleur marché que les autres systèmes. Les faibles valeurs des «autres coûts de chauffage» en sont les principales responsables. Si les coûts externes sont pris en compte, le chauffage à granulés de bois coûte plus que le chauffage au gaz et moins que le chauffage à mazout. Pour 20 ou 30 francs par mois, il est possible d'utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau (voir le paragraphe sur l'incitation aux énergies renouvelables).

Il ne faut pas donner trop d'importance aux petites différences entre les types d'installations, car même des systèmes identiques peuvent induire des coûts différents en fonction des fabricants et des installateurs. En outre, les prix de l'énergie varient aussi d'une commune à l'autre. Il est donc conseillé de remplacer ces valeurs moyennes par les données effectives pour une maison donnée, ce qui est possible dans l'outil de calcul disponible sur www.wwf.ch/chauffer. Pour les réseaux de chaleur à distance, il est indispensable de saisir ses valeurs propres, les variantes étant trop disparates en Suisse pour permettre d'utiliser des valeurs standard.

Graphique 1: Calcul de coûts complets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire dans une maison individuelle bien isolée sans prise en compte d'éventuelles incitations financières et déductions fiscales.



Graphique 2: Calcul des coûts complets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire dans un immeuble d'habitation sans prise en compte des incitations financières et déductions fiscales.



Pour les plus gros chauffages dans les immeubles, la situation est la suivante: si les coûts externes et la taxe sur le CO₂ sont comptabilisés, les pompes à chaleur et, en partie aussi, les chaudières à granulés coûtent moins cher que les alternatives fossiles. Sans prise en compte des coûts externes, tous les systèmes de chauffage ont des prix équivalents. Même le choix d'une chaudière à granulés ne génère que peu ou pas de coûts supplémentaires. Contrairement aux maisons individuelles bien isolées, les coûts du capital et les autres coûts de chauffage ont moins de

pois, proportionnellement, dans les coûts totaux. C'est ainsi que le rendement annuel supérieur des pompes à chaleur à sonde terrestre et les coûts énergétiques réduits correspondants doivent être pris en compte. Le niveau des prix du mazout et du gaz a une influence plus grande sur la rentabilité. Alors que l'installation de panneaux solaires en plus du chauffage à granulés conduit à de légers surcoûts, elle revient presque au même prix que si l'eau était chauffée par du mazout ou du gaz avec les prix actuels de ces combustibles.

Comme la taxe sur le CO₂ pourrait augmenter à 120 fr./t CO₂ (environ 30 c. par litre de mazout) dès 2018, l'utilisation de chauffages au mazout ou au gaz deviendra bien plus chère à l'avenir. Les prix des granulés de bois et de l'électricité augmenteront aussi dans une moindre mesure.

Incitation aux énergies renouvelables

De même que pour l'isolation des bâtiments, il existe pour les chauffages la possibilité de bénéficier de mesures d'encouragement financières et de faire valoir des droits de déduction d'impôt. Les mesures promotionnelles sont différentes aux niveaux communal et cantonal⁹. Souvent, les panneaux solaires ou les chaudières à granulés sont soutenus financièrement. De même, les pompes à chaleur profitent souvent de programmes d'encouragement (aussi des entreprises électriques).

Pour les investissements visant à remplacer un chauffage, la totalité des coûts peut être déduite des impôts fédéraux, tout comme dans la plupart des cantons. En fonction de la situation financière de l'investisseur, les coûts d'investissements se réduisent de 20 à 30% (ou au taux limite d'imposition). Ce sont ainsi les systèmes nécessitant un investissement initial élevé, comme les panneaux solaires, les petites chaudières à granulés et les pompes à chaleur avec sonde terrestre qui en profitent. Vu que les coûts d'investissement sont particulièrement importants pour les maisons individuelles, les incitations financières et les déductions fiscales rendent les systèmes à énergie renouvelable encore plus concurrentiels.

Performance écologique des différents systèmes

Bien que tous les systèmes de chauffage aient un impact sur l'environnement, il existe cependant des différences. Les écobilans sont un instrument adéquat pour évaluer l'impact sur l'environnement de l'ensemble du cycle de vie. En plus de cela, comme dans le cas des chauffages à mazout, la demande de pétrole brut, le transport du pétrole, le raffinage, la production de chaudières et de cheminées, la combustion dans la chaudière, l'impact lors du recyclage de l'installation, et du traitement des déchets sont aussi pris en compte. La banque de données pour les écobilans¹⁰ «Ecoinvent», créée par l'EPFZ, donne pour tous les systèmes de chauffage les renseignements nécessaires pour calculer leur impact sur l'environnement. Dans le cas des pompes à chaleur, il est possible de choisir le mélange de courant servant à leur exploitation. Les émissions contribuant à l'effet de serre, au trou dans la couche d'ozone, à l'acidification, à la fertilisation excessive, les effets toxiques sur l'homme, les animaux et les végétaux, tout autant que les contraintes sur les surfaces naturelles ou la consommation de ressources sont pris en compte.

Pour la comparaison de systèmes de chauffage, nous avons choisi deux indicateurs principaux:

1. La contribution à l'effet de serre est mesurée en tonnes d'équivalent CO₂¹¹ par année. Elle comprend, en plus des émissions de CO₂, aussi l'effet de serre d'autres gaz, particulièrement le méthane, le protoxyde d'azote et les hydrocarbures. A titre de comparaison, nous indiquons aussi les émissions directes de CO₂ dues aux énergies fossiles sur le site-même du chauffage (cheminée). La taxe sur le CO₂ n'est prélevée que sur ces émissions directes de CO₂.
2. La somme pondérée de toutes les charges environnementales a été évaluée selon la méthode d'évaluation écobilan EcoIndicator'99 et se traduit par un nombre de points qui peut être comparé pour les différents systèmes¹².

Le graphique 3 montre le résultat pour une maison individuelle et le graphique 4 celui pour un immeuble d'habitation. L'interprétation des graphiques mène aux constatations suivantes:

- Pour le chauffage au mazout, la contribution à l'effet de serre est, comme on peut s'y attendre, supérieure à celle des autres systèmes.

⁹ www.energiefranken.ch

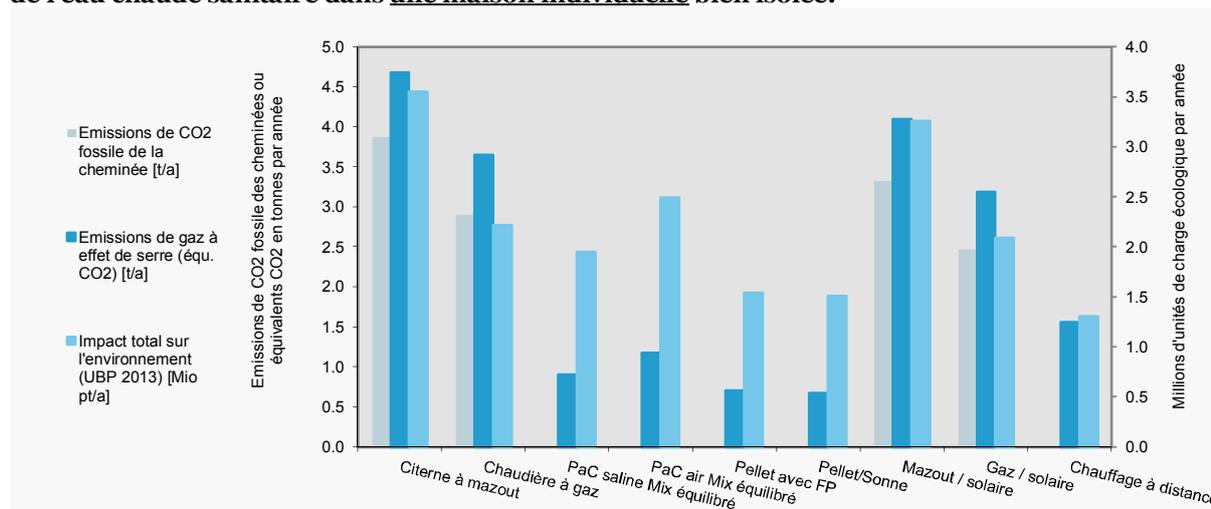
¹⁰ Ecoinvent, The Life Cycle Inventory Data Version 2.2+, www.ecoinvent.ch 2014

¹¹ Les facteurs d'équivalence pour l'efficacité de différents gaz à effet de serre ont été extraits pour une période d'intégration de 100 ans de l'IPCC (2001), Houghton et al., Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge University Press, 2001.

¹² Goedkoop, MJ, Spriensma, RS;: The Eco-indicator 99, Methodology report. A damage oriented LCIA Method; VROM, The Hague, The Netherlands, 2000

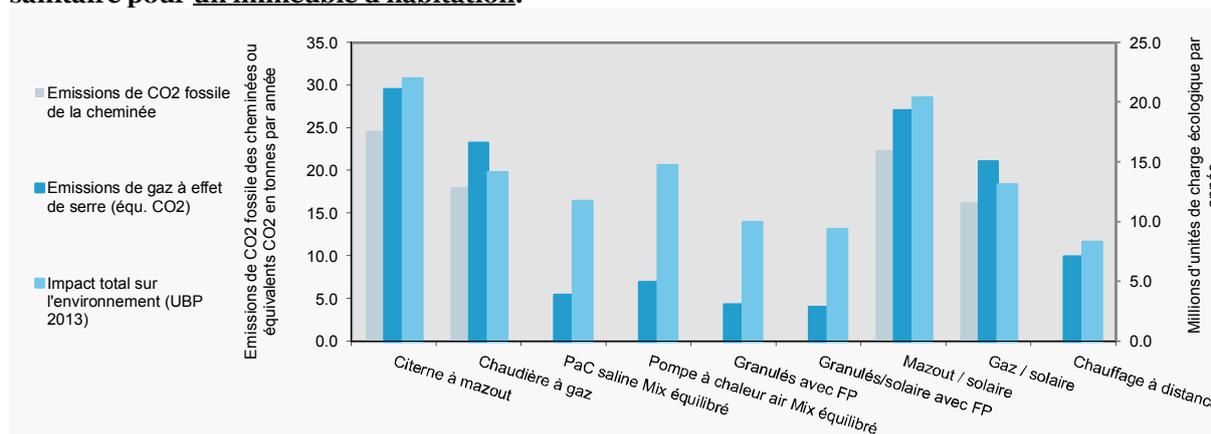
- La chaudière à granulés émet le moins de gaz à effet de serre, car la combustion du bois rejette en fait le CO₂ qui a été accumulé préalablement dans le bois.
- La pompe à chaleur se trouve en 2^e position et peut aussi être conseillée.
- En raison de la forte émission de particules fines et d'oxyde d'azote, l'impact environnemental global de la chaudière à granulés est plus élevé. Les pompes à chaleur, les réseaux de chauffage à distance et les chaudières à granulés donnent de bons résultats concernant l'impact global sur l'environnement, devant le chauffage à gaz et le chauffage à mazout.
- Les panneaux solaires ont le meilleur bilan environnemental et peuvent réduire les gaz à effet de serre ainsi que la charge sur l'environnement des systèmes de chauffages fossiles.

Graphique 3: Contribution à l'effet de serre et impact global sur l'environnement du chauffage et de l'eau chaude sanitaire dans une maison individuelle bien isolée.



En raison de ce bilan écologique, le chauffage à granulés de bois est aussi recommandé. Entre-temps, des filtres électriques pour fourneau à bois sont sur le marché, afin de diminuer les émissions de particules fines et améliorer ainsi l'écobilan.

Graphique 4: Contribution à l'effet de serre et impact écologique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire pour un immeuble d'habitation.



S'il n'est pas question d'un chauffage à granulés, la pompe à chaleur à sonde terrestre et le courant écologique sont un bon choix. La pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur est moins efficace, particulièrement dans les mois froids de l'hiver. Il est donc indispensable de l'alimenter avec de l'électricité écologique, afin d'éviter qu'elle ne fonctionne avec du courant produit au charbon, importé de l'étranger et nuisible au climat. Un raccordement au réseau de chauffage à distance est également recommandé, suivant le combustible utilisé.

Les chiffres du graphique ci-dessus (voir graphique 2) montrent que le choix du système de chauffage ne permet de diminuer que de moitié l'impact global du chauffage et de l'eau chaude sanitaire. Cela était le principe selon lequel il faut en premier lieu réduire la consommation d'énergie des chauffages en optimisant l'extérieur des bâtiments et en installant des systèmes d'aération. La fabrication de matériaux isolants et de fenêtres occasionne certes une certaine dépense d'énergie et un impact environnemental. Néanmoins, même dans le cas d'isolations

très épaisses, ces matériaux permettent une bien plus grande réduction de consommation d'énergie sur la totalité de leur cycle de vie.

4. Conclusion

Les prix du mazout et du gaz relativement élevés en moyenne à long terme justifient les investissements dans les isolations des façades de bâtiments et permettent aux systèmes de chauffage à énergie renouvelable de s'insérer sur le marché. Les mesures incitatives en faveur des pompes à chaleur et des chauffages à granulés ont beaucoup contribué à améliorer leur efficacité et à réduire leurs coûts. La taxe incitative sur le CO₂ sur le pétrole et le gaz aide à établir un environnement d'investissement sûr. C'est seulement ainsi que l'on peut être certain que les planificateurs d'énergie, les installateurs et les constructeurs cessent d'effectuer leurs calculs avec un chiffre de 50 francs/100 litres de mazout.

Les comparaisons économiques et écologiques permettent d'effectuer les recommandations suivantes:

1. C'est dans la rénovation ou l'isolation optimale de l'extérieur du bâtiment que se situe le plus grand potentiel sur les plans économique et écologique. S'il est nécessaire de rénover la façade, les fenêtres ou le toit, il est possible de faire d'importantes économies même en réalisant des travaux d'isolation très complets. Des possibilités de déductions fiscales, d'incitations financières, d'hypothèques écologiques et de répercussion sur les loyers augmentent encore l'attrait de ces travaux.
2. Lors de rénovations, le standard Minergie reste l'objectif à atteindre, tandis que le standard Minergie-P et surtout Minergie-A-Eco permet de s'affranchir en grande partie des coûts de chauffage.
3. Ce sont, de loin, les travaux d'isolation, l'installation de meilleures fenêtres et d'un système d'aération de qualité qui permettent d'obtenir les meilleurs résultats écologiques. En comparant les différents systèmes de chauffage, ce sont le raccordement au réseau de chauffage à distance, les chauffages à granulés ainsi que les pompes à chaleur à sonde terrestre certifiées¹³ qui sont les plus performants d'un point de vue écologique.
4. Lorsqu'une sonde terrestre n'est pas une option possible ou judicieuse, les pompes à chaleur air/eau certifiées entrent aussi en question. Dans tous les cas, le besoin électrique des pompes à chaleur devrait être couvert par du courant écologique certifié (qualité *naturemade star*).
5. D'un point de vue économique, les pompes à chaleur sont aujourd'hui les moins chères. En effet, les frais d'investissement plus élevés sont compensés par l'élimination des coûts de citerne et de cheminée, de moins grands frais d'entretien et, pour le moment, par des coûts énergétiques plus bas.
6. Avec un prix du mazout légèrement plus élevé (100 francs/100 litres) et en raison de l'augmentation à venir de la taxe incitative sur le CO₂, le chauffage à granulés est devenu tout à fait concurrentiel par rapport aux chauffages à gaz ou mazout. En particulier dans les installations nécessitant beaucoup de chauffage à l'année, les coûts d'investissement jouent un rôle moins important et les systèmes meilleurs du point de vue écologique ne génèrent pas de surcoûts. De plus, si les coûts externes (voir figures 1&2) étaient compris dans le calcul, les systèmes de chauffage à combustibles fossiles auraient aussi des inconvénients économiques.
7. Le calcul des possibilités de déductions des impôts, les demandes d'incitations financières, et l'utilisation d'hypothèques écologiques aident à diminuer les coûts du capital et à faire ainsi des énergies renouvelables le choix le meilleur marché.

¹³ D'après le module de système de pompe à chaleur (www.wp-systemmodul.ch/)

Quelques références

Les outils Excel pour les maisons individuelles et les petits immeubles se trouvent sur www.wwf.ch/chauffer.

www.cccb.ch/: vous trouvez ici le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB). Dans une version CECB light, vous pouvez calculer vous-même la classe d'efficacité de votre bâtiment. Le CECB vous livre une estimation détaillée de l'état énergétique de votre bâtiment, faite par un spécialiste de l'énergie. Le CECB Plus donne en outre un plan de mesures pour l'assainissement.

www.evalo.ch: avec peu de données sur votre maison, vous obtenez une proposition d'assainissement qui comprend les économies d'énergie et les coûts estimés.

www.suisseenergie.ch/fr-ch/b%e3%a2timent.aspx: sous ce lien, le programme suisse énergie de la Confédération propose de nombreux conseils utiles sur le sujet des bâtiments.

www.suisseenergie.ch/fr-ch/batiment/calculateurs-energetiques/inspire-tool.aspx: pour les constructeurs ou les architectes afin d'évaluer de nombreuses variantes de systèmes de chauffage et d'isolations lors de rénovations/assainissements. Plus: grand choix de systèmes de chauffage, calcul complet des coûts, large éventail de catégories de puissances.

Sur www.topten.ch/francais.html sont présentés les meilleurs systèmes de chauffages et fournisseurs de chauffage.

www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/: ce portail permet de s'informer sur les offres et les conditions du Programme Bâtiment de la Confédération et des cantons.

Sur www.energiefranken.ch et www.baufoerderung.ch (uniquement en allemand) vous trouvez un aperçu des autres programmes de subventions cantonaux et communaux pour les assainissements et les nouvelles constructions à haute efficacité énergétique.

Le guide du WWF «Natürlich wohnen und bauen» (uniquement en allemand) avec un répertoire d'adresses complémentaires facilite les recherches de matériaux de construction non toxiques préservant l'environnement. Dans le document conseil de 144 pages du Beobachter et du WWF, vous trouverez des informations supplémentaires pour les revêtements de sol, les peintures, les meubles, la création d'espaces verts, les matériaux d'isolation, etc. Le livre est destiné sans distinction aux bricoleurs, locataires, propriétaires, constructeurs, planificateurs et aux spécialistes de la construction. www.wwf.ch/de/projekte/berufsbildung/bildungszentrum/?117/kologisch-Renovieren-Natürlich

Informations sur les changements climatiques et la protection du climat sous www.wwf.ch/climat.

www.aeesuisse.ch/fr/: l'agence pour les énergies renouvelables offre une plateforme avec des informations sur toutes les énergies renouvelables et les associations dans ce domaine.

Le site www.minergie.ch/home_fr.html contient tout ce qui est intéressant sur le label Minergie et les listes d'architectes, de planificateurs d'énergie et autres spécialistes.

Mentions légales

Auteurs: Patrick Hofstetter, WWF Suisse; Martin Jakob, cepe, EPF Zurich; Elmar Grosse Ruse, WWF Suisse.

Données pour systèmes de chauffage: Agence pour les Energies Renouvelable (AEE), associations de branches, fabricants de chauffage, planificateurs d'énergie et propres recherches.

Version d'origine de janvier 2006, actualisée par Patrick Hofstetter en avril 2013 et par Elmar Grosse Ruse en juin 2015.

Références: www.wwf.ch/chauffer

WWF Suisse

Avenue Dickens 6
1006 Lausanne

Tél.: +41 (0) 21 966 73 73
Fax: +41 (0) 21 966 73 74
E-mail: service-info@wwf.ch
www.wwf.ch
Dons: CP 12-5008-4



Notre raison d'être

Arrêter la dégradation de l'environnement dans le monde et construire un avenir où les êtres humains pourront vivre en harmonie avec la nature.