



Bâtiments publics soumis à l'exemplarité énergétique

—

Guide des bonnes pratiques pour la conception, la construction et l'exploitation
(avec un accent particulier sur les bâtiments scolaires)

Janvier 2021



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'énergie SdE
Amt für Energie AfE

En collaboration avec

le Service des bâtiments SBat
la section SIA Fribourg
l'Association des mandataires de la construction (AFMC)

Sommaire

1	Introduction	3
2	Exemplarité des bâtiments publics	4
3	Procédures de justification pour les bâtiments neufs ou entièrement rénovés	5
4	Critères équivalents	6
4.1	Enveloppe du bâtiment	6
4.2	Protection thermique en été et rafraîchissement	6
4.3	Technique du bâtiment	8
5	Bâtiments existants	10
6	Autres cas particuliers	10
7	Références	11

1 Introduction

Bâtiments publics soumis à l'exemplarité énergétique

*Guide des bonnes pratiques pour la conception, la construction et l'exploitation,
avec un accent particulier sur les bâtiments scolaires*

Selon la loi sur l'énergie¹ (art. 5), les bâtiments des collectivités publiques sont soumis au principe d'exemplarité en matière de conception énergétique, de consommation d'énergie et d'utilisation des énergies renouvelables. Ce guide s'adresse aux professionnels chargés de concevoir ces bâtiments et leurs installations, ainsi qu'aux maîtres d'ouvrage. Il rappelle les principes et les exigences à respecter et met en lumière les bonnes pratiques à suivre. Il vise en particulier les établissements scolaires, avant tout ceux de l'école obligatoire (primaire et secondaire) et supérieure (essentiellement les collèges), y compris les halles de gymnastique. Les exigences concernant les bâtiments de l'enseignement professionnel et universitaire, souvent trop spécifiques, dépassent le cadre de ce guide.



© iStock by Getty Images

2 Exemplarité des bâtiments publics

Les bâtiments appartenant à l'Etat et aux communes doivent utiliser des énergies renouvelables, selon le Règlement sur l'énergie² (art. 35). En cas d'impossibilités techniques ou économiques lors du renouvellement des installations dans des bâtiments existants, des compensations sont à effectuer sur d'autres bâtiments (art. 5, al. 5 LEn).

Les bâtiments neufs ou entièrement rénovés doivent répondre aux critères du label Minergie-P® ou Minergie-A®, conformément au règlement d'utilisation de la marque de qualité définie par l'Association Minergie³, ou à des critères équivalents (art. 36, al. 1 REN). Chaque projet doit être planifié comme un système global (Planification intégrale⁴).

De par l'implantation des bâtiments, l'orientation des locaux doit être optimale par rapport au gain énergétique et à la qualité de la lumière souhaités. Les espaces de dégagement doivent également être conçus pour minimiser le recours à l'éclairage artificiel. L'intégration dès le départ d'une orientation idéale de la construction devrait aussi être prise en compte pour une production solaire photovoltaïque et éventuellement thermique.

Si le maître d'ouvrage souhaite intégrer des critères de durabilité allant au-delà des aspects énergétiques, il est préconisé de se référer au *Standard construction durable suisse SNBS*, initié par la Confédération et l'économie privée, qui adopte une approche prenant en considération tout le cycle de vie d'un bien immobilier sous ses angles écologique, économique et social. En ce qui concerne les matériaux de construction, le site www.eco-bau.ch est une source d'information intéressante.

En plus des justifications écologiques, le respect des bonnes pratiques doit aussi permettre de minimiser les coûts d'exploitation, quitte à augmenter quelque peu les coûts de la construction initiale. On sait en effet qu'en général, sur la durée de vie d'un bâtiment, les frais d'investissement représentent env. 20% des coûts globaux alors que les frais d'exploitation représentent env. 80%.

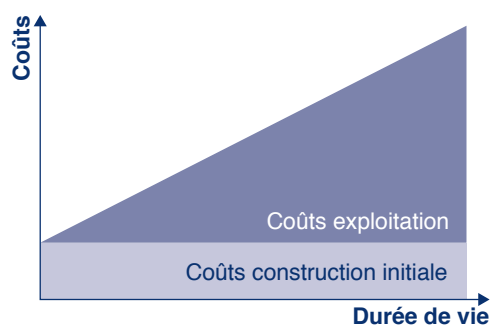


Fig. 1 : Coûts globaux d'un bâtiment sur sa durée de vie

Des mesures d'exploitation optimale doivent être planifiées et mises en œuvre, spécifiquement durant les premières années d'exploitation du bâtiment, puis de manière suivie durant toute sa durée de vie⁵.

3 Procédures de justification pour les bâtiments neufs ou entièrement rénovés

Trois possibilités alternatives s'offrent aux concepteurs de tels bâtiments :

- Entreprendre toutes les démarches nécessaires à l'octroi du label Minergie-P® ou Minergie-A®, jusqu'à son obtention.
- Préparer un dossier de demande de label Minergie-P® ou Minergie-A®, sans déposer de demande officielle de label auprès de l'office de certification Minergie, mais en le transmettant au Service de l'énergie.
- Déposer au Service de l'énergie un dossier démontrant que le projet satisfait à des *critères équivalents* au label Minergie-P® ou Minergie-A®.

Important : Le justificatif énergétique doit être soumis au SdE avant le début de la procédure de permis de construire (art. 39 REn).



© iStock by Getty Images

4 Critères équivalents

La notion de « critères équivalents » selon l'art. 36, al. 1 REn est précisée ci-après. Les projets satisfaisant à ces critères sont considérés équivalents à un projet bénéficiant d'un label Minergie P ou A. Les mesures prescrites doivent être conçues et exécutées conformément à l'état de la technique, en se référant aux normes et recommandations professionnelles.

4.1 Enveloppe du bâtiment

Protection thermique en hiver : les valeurs cibles des coefficients de transmission thermiques de la norme SIA 380/1⁶ doivent être respectées.

Étanchéité à l'air : les exigences concernant l'étanchéité de l'enveloppe selon la norme SIA 180⁷ doivent être respectées, avec la valeur limite de $0,8 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ pour la perméabilité spécifique de l'enveloppe $q_{a,50}$. **Le test d'étanchéité n'est pas requis.** Du fait de la bonne étanchéité à l'air du bâtiment, son enveloppe ne contribue pas à l'aération du bâtiment et un concept de ventilation indépendant doit être élaboré et mis en place.

4.2 Protection thermique en été et rafraîchissement

Évitement des surchauffes : les exigences de protection thermique estivale correspondent à celles de la norme SIA 180. L'évaluation et le justificatif se fondent sur cette dernière. Il s'agit d'éviter les surchauffes estivales en prenant en compte les paramètres suivants :

-
- orientation du bâtiment et des principales surfaces vitrées (aussi en fonction des saisons) ;
 - dimensionnement non excessif des surfaces vitrées et caractéristiques des vitrages (valeur U_g , facteur g) ;
 - protections solaires fixes (casquettes, brise-soleil, avant-toits) et / ou mobiles (à commande automatique, en présence d'installation de rafraîchissement) ;
 - inertie thermique des éléments de construction (attention aux faux-plafonds, tapis, éléments acoustiques) ;
 - apports de chaleur internes (personnes, appareils, luminaires) ;
 - dissipation par ventilation naturelle nocturne (prévoir des ouvertures bien dimensionnées).
-

Les recommandations pour les professionnels « Éviter les surchauffes estivales » doivent être suivies⁸.

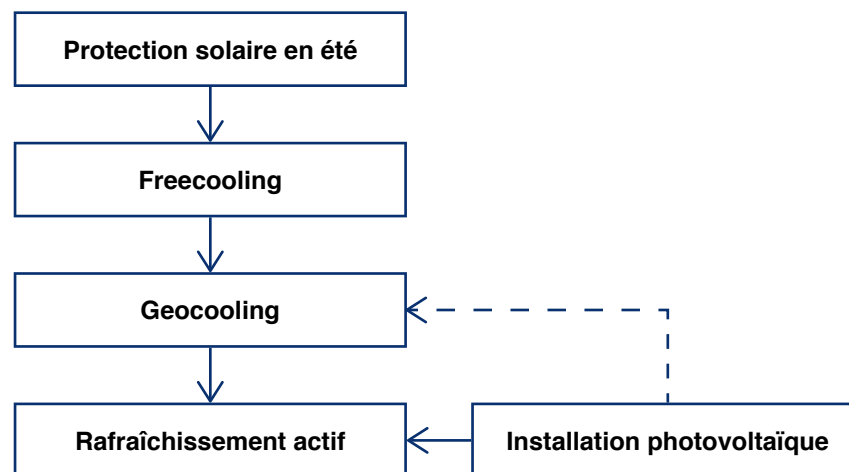


Fig. 2: Les mesures agissant sans ou avec peu de consommation d'énergie sont à préférer à un rafraîchissement actif au moyen d'une machine de froid (Source : Minergie Savoir-faire « Rafraîchir avec le photovoltaïque »⁹⁾)

Rafraîchissement : les installations de production de froid, nouvelles ou assainies, destinées à l'amélioration du confort d'exploitation d'un bâtiment, doivent être alimentées exclusivement par des énergies renouvelables produites sur le site. Une production d'énergie équivalente, réalisée au moyen d'une installation solaire photovoltaïque implantée en dehors du site mais dans le canton, est possible si des raisons techniques l'imposent (art. 16 LEn et art. 23 REn). Des installations de production et de distribution de chauffage peuvent être utilisées en mode réversible (PAC, pompes, échangeurs) pour accompagner des mesures de rafraîchissement naturel pour autant que leur fonctionnement soit assuré par de l'autoproduction d'énergie, typiquement par du solaire photovoltaïque. Une installation de refroidissement ne sera admise que si les exigences constructives sont satisfaites et que sa nécessité est justifiée (selon la norme SIA 382/1¹⁰⁾).

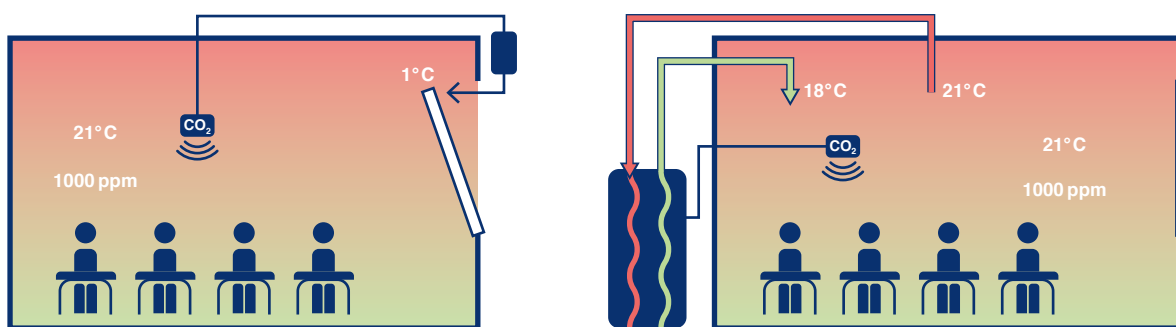
Du fait du réchauffement climatique, les mesures de protection thermiques en été, voire de rafraîchissement, s'avéreront de plus en plus nécessaires. Dans cette perspective, le respect des exigences des deux paragraphes précédents est impératif, aussi à titre de précaution.

4.3 Technique du bâtiment

Chauffage et eau chaude sanitaire : par des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur.

Installations de ventilation : avec une amenée d'air neuf contrôlée et un récupérateur de chaleur dès un débit global de 1000 m³/h et 500 heures de fonctionnement par année (art. 21 REn).

Ventilation des bâtiments scolaires : Il est démontré que pour bien étudier, il est nécessaire de disposer d'air de qualité à faible teneur en CO₂¹¹. Les débits de renouvellement d'air étant systématiquement insuffisants pour atteindre la qualité d'air requise, la norme SIA 382/1 a été révisé dès 2007. Des campagnes de mesures effectuées dans des bâtiments scolaires à Zurich¹² et en Argovie¹³ ont confirmé ces nouvelles approches et des calculs de simulation¹⁴ ont permis d'établir des règles générales à appliquer. Pour que bonne qualité de l'air et efficacité énergétique maximale ne soient pas en opposition, l'aération non contrôlée (manuelle) par les fenêtres doit se faire de manière limitée¹⁵. Des systèmes automatiques d'amenée d'air extérieur et d'évacuation de l'air vicié sont nécessaires¹⁶. La récupération de chaleur est obligatoire selon les critères du paragraphe précédent et la régulation du débit d'air en fonction des besoins est conseillée dans tous les cas. De manière générale, la norme SIA 180 précise que la qualité de l'air doit être telle qu'elle n'entraîne aucune gêne et aucun risque pour la santé des occupants, indépendamment du système d'aération mis en place.



Source images: OFSP/SdE

Fig. 3 : Principe de ventilation accepté mais non conseillé (à gauche) et idéal (à droite).

Débit d'air neuf requis, selon la norme SIA 382/1 et le cahier technique SIA 2024¹⁷:

- 30 m³/h par élève **sans** aération de soutien par ouverture manuelle des fenêtres à l'intercours.
- 25 m³/h par élève **avec** aération de soutien par ouverture manuelle des fenêtres à l'intercours.
- Lorsque la température de l'air extérieur est très basse ($t < 0^{\circ}\text{C}$) ou très élevée ($t > 25^{\circ}\text{C}$), les débits peuvent être réduits mais ils ne doivent toutefois pas descendre en dessous de 15 m³/h par élève (SIA 382/1).



© 2017 MonAirAmbiant

La concentration de dioxyde de carbone (CO_2) dans les salles de classe ne doit pas excéder 1'000 ppm, avec un maximum ponctuel autorisé à 1'400 ppm ce qui correspond au niveau «air intérieur de qualité médiocre» au sens de la norme SIA 328/1.

S'agissant du personnel enseignant, le climat des locaux doit répondre aux critères de l'article 16 de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail¹⁸, lesquels rejoignent les valeurs définies par les normes susmentionnées.

De manière générale, les recommandations de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) en la matière doivent être suivies en différenciant bien les cas relatifs aux bâtiments existants de ceux relatifs aux bâtiments neufs/rénovés¹⁹. Des ressources doivent systématiquement être allouées à la planification et à la mise en oeuvre complète d'un concept de ventilation. Pour un bâtiment neuf, un concept de ventilation ne sera pas considéré comme acceptable s'il ne repose que sur une charte définissant des ouvertures manuelles des fenêtres par les utilisateurs. Quel que soit le concept de ventilation choisi, les fenêtres doivent pouvoir être ouvertes en tout temps laissant ainsi la liberté aux utilisateurs d'aérer en supplément brièvement durant les pauses. Cependant, la ventilation contrôlée doit assurer une part prépondérante de l'aération et le tout doit être pris en compte dans le bilan thermique du bâtiment.

Dans les bâtiments existants sans aération contrôlée pour lesquels une rénovation n'est pas d'actualité, les salles de classe doivent faire l'objet de fréquentes mesures de CO_2 . En cas de dépassement des concentrations limites citées ci-dessus, il sera indispensable de les réduire en appliquant de manière stricte et explicite les 8 règles d'or de l'aération édictées par l'OFSP¹⁹, disponibles en particulier sur le site www.aerer-les-ecoles.ch

Humidité de l'air en hiver: Celle-ci dépend notamment du débit d'air neuf et de la production d'humidité interne aux locaux. Même dans les pièces avec une aération par les fenêtres, l'air ambiant peut devenir trop sec si, par exemple, des fenêtres basculantes restent ouvertes durablement et que l'occupation est faible. Dans le cas des ventilations mécaniques, l'assèchement de l'air peut être évité en veillant à ne pas surdimensionner les débits d'air et en adaptant le niveau de fonctionnement aux besoins et à l'occupation. De plus, des appareils de ventilation dotés d'un système de récupération d'humidité peuvent être utilisés.

Eclairage: Les besoins spécifiques doivent être inférieurs à la moyenne entre la valeur limite et la valeur cible de la norme SIA 387/4²⁰.

Autoproduction d'électricité: une installation photovoltaïque doit être installée sur ou à proximité du bâtiment (même parcelle) de manière à générer au moins 10 Wc/m² de surface de référence énergétique (maximum requis : 30 kWc).

5 Bâtiments existants



Ecole de Praroman. Source : Jana Courtois

Dans le cas de bâtiments existants qui subissent des transformations, des changements d'affectations ou des changements d'installations, les éléments touchés doivent répondre aux critères de la section précédente, pour autant que cela soit réalisable sur le plan technique et de l'exploitation et économiquement supportables (art. 3 LEn). Sous cet angle, une aération mécanique ne sera en principe pas imposée, bien que fortement conseillée. Les bâtiments protégés peuvent bénéficier d'exigences allégées par voie de dérogations (art. 36 REn).

6 Autres cas particuliers

➤ Bâtiments publics provisoires mais pouvant être réutilisés ailleurs (ex. containers préfabriqués) : mêmes exigences que pour les bâtiments non soumis à l'exemplarité (privés). Pour rappel, le chauffage électrique direct est interdit.

➤ Bâtiments destinés aux Corps de Sapeurs-pompiers : voir la directive y relative²¹.



© iStock by Getty Images

7 Références

- ¹ Loi sur l'énergie du 9 juin 2000 (LEn; RSF 770.1)
- ² Règlement sur l'énergie du 5 novembre 2019 (REn; RSF 770.11)
- ³ Règlement des labels MINERGIE*/MINERGIE-P*/MINERGIE-A*
- ⁴ Minergie Savoir-faire, Mieux planifier - mieux construire, Bâle, 2019
- ⁵ Minergie Savoir-faire, Monitoring, Bâle, 2019
- ⁶ Norme SIA 380/1 :2016, Besoins de chaleur pour le chauffage
- ⁷ Norme SIA 180:2014, Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments
- ⁸ Conférence des services cantonaux de l'énergie / SuisseEnergie, Eviter les surchauffes estivales
- ⁹ Minergie Savoir-faire, Rafrâichir avec le photovoltaïque, Bâle, 2019
- ¹⁰ Norme SIA 382/1 :2014, Installations de ventilation et de climatisation - Bases générales et performances requises
- ¹¹ Stöckli N., Brühlmann J., Fritschi R., Gesundheit von Lehrpersonen, Dachverband Lehrerinnen und Lehrer Schweiz, Zürich, 2017
- ¹² Hässig W., Primas A., Karlstöm P., Leonarz M., Marti M., CO₂-Gesteuerte Lüftungen in Schulen, AHB, OFEN, Berne, 2008
- ¹³ Coutalides, R., Heinss, U., Vergleichende Luftqualitätsmessungen in Schulhäusern im Kanton Aargau, Bau- und Umweltchemie AG im Auftrag des Baudepartements des Kantons Aargau, Abteilung Hochbau, Zürich, 2005.
- ¹⁴ Sprecher F., Hilpert M., Dietrich J., Energetische Aspekte von Lüftungssystemen in Klassenzimmern, Amt für Hochbauten der Stadt, Zürich, 2016
- ¹⁵ Hässig W., Sprecher F., Schickor C., Würmli C., Lüftung für Schulen, Amt für Hochbauten der Stadt, Zürich, 2012
- ¹⁶ Minergie Savoir-faire, Un air ambiant sain, Bâle, 2019
- ¹⁷ Cahier technique SIA 2024:2015, Données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment
- ¹⁸ Commentaire des ordonnances 3 et 4 relative à la loi sur le travail, SECO, 2019
- ¹⁹ OFSP, Planification de la ventilation lors de la construction ou de la rénovation de bâtiments scolaires – Information et recommandations pour les maîtres d'ouvrage, 2019. Ainsi que les sites internet www.aerer-les-ecoles.ch et www.simaria.ch
- ²⁰ Norme SIA 387/4:2017, Electricité dans les bâtiments – Eclairage: calcul et exigences
- ²¹ Exigences légales relatives à l'isolation thermique et les installations de chauffages des bâtiments – Application pour les bâtiments destinés aux corps de Sapeurs-pompiers (CSP): www.fr.ch/sde, rubrique Permis de construire puis Bâtiments publics

Publication conjointe des services suivants :

Service de l'énergie SdE

Boulevard de Pérolles 25, 1701 Fribourg

www.fr.ch/sde

Service des bâtiments SBat

Route des Daillettes 6, 1701 Fribourg

www.fr.ch/sbat

En collaboration avec la section SIA Fribourg et l'Association des mandataires de la construction (AFMC).

Janvier 2021

—

Rédaction

Juvet Consulting Group

—

Mise en page

Agence MiNT

—

Photo de couverture

CO de Marly, Jana Courtois