

**DETAIL Green****Résumé français**

Traduction:

Xavier Bélorgey, architecte

E-Mail: [xbelorgey@aol.com](mailto:xbelorgey@aol.com)

Vous trouverez une présentation en image de tous les projets sous:

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/230/ErgebnisHeft>

**Page 4****Maison passive – modèle périmé ou prêt pour l'export ?***Jakob Schoof*

La première maison aux normes «Passivhaus» a été construite il y a vingt ans par une copropriété du quartier Kranichstein de Darmstadt. Depuis, les lois sur la consommation d'énergie en architecture se sont régulièrement durcies, la limite d'énergie de chauffage maximale pour les maisons passives est cependant restée à 15 kWh consommés par mètre carré et par an. Le concept consiste à pouvoir tempérer les bâtiments sans radiateur et sans chauffage au sol, seulement par la température de l'air, jusqu'à ce que le standard énergétique «passivhaus» soit atteint. Ce n'est pas possible qu'un bâtiment consomme plus d'énergie de chauffage sans faire des concessions sur le confort.

L'Institut «passivhaus» de Darmstadt estime le nombre de maisons construites selon le standard «passivhaus» à 17 500 dont 13 000 en Allemagne. Par rapport aux 200 000 logements environ qui sont réalisés, par an, en Allemagne, le taux de réalisation «passivhaus» confère toujours un caractère plus idéal que véritablement sensible à ce secteur de la construction. Et pourtant, la notion de «passivhaus» demeure un objectif vers lequel la réglementation s'oriente en définissant les valeurs limites des besoins en énergie d'un bâtiment.

Entre temps, les maisons «passivhaus» ont dépassé, en Allemagne et en Autriche, la phase où elles étaient pionnières. Des standards énergétiques aussi rigoureux sont testés en Suisse (Minergie-P) et en Italie du Nord (Klimahaus Gold). Il existe aussi de nombreuses maisons «passivhaus» en Belgique, en Scandinavie et en Tchéquie ainsi que des premiers projets en France, en Angleterre, en Irlande, en Espagne, en Afrique du Sud et aux USA. Le standard «passivhaus» est devenu un article d'exportation et ce sont souvent des architectes ou des maîtres d'ouvrage originaires des pays germanophones qui effectuent un travail de

pionnier. L'un des exemples les plus récents est la «Ostereichhaus» conçue par l'architecte viennois Martin Treberspurg pour les Jeux olympiques d'hiver de Whistler au Canada. En Allemagne, beaucoup d'éléments font penser que des enveloppes conformes aux normes «Passivhaus» et que les ventilations mécaniques dans l'architecture neuve seront bientôt généralisées. On note aussi un épuisement du défi de l'isolation thermique. D'autres améliorations ne sont possibles qu'à l'aide d'énergies renouvelables. Les critiques ont remarqué depuis longtemps l'orientation unilatérale de la réglementation pour l'économie d'énergie; elles induisent de tenir compte tout autant des stratégies d'économie que de celle des gains. Cela n'apporte pas seulement une liberté formelle déséquilibrée en architecture mais c'est aussi en contradiction avec les objectifs de l'Union Européenne de rendre obligatoire la neutralité CO<sub>2</sub> pour les bâtiments neufs à partir de 2016. Dans cette évolution il resterait un défi important pour les architectes: se souvenir de tous les aspects de la construction qui ne sont pas directement liés à la facture énergétique mais qui ont une influence essentielle sur la qualité et sur l'adaptation au futur de l'architecture.

**Page 6****Serpent solaire****Stade principal des World Games 2009, Kaoshiung***Ito/Takenaka/RLA Kaoshiung Main Stadium Design Team, Tokyo/Osaka*

On décrit souvent en Asie comme des «White Elephants», des éléphants blancs, les complexes monumentaux, souvent conçus par des architectes étrangers, consacrés au sport, à la culture ou aux affaires. Ils ne sont pas toujours bien vus par les populations locales. Toyo Ito a dû aussi lutter contre de tels a-priori négatifs avec son stade réservé aux sports non-olympiques de Kaoshiung, la deuxième ville de Taiwan. C'est pour cette raison qu'Ito a préféré ne pas concevoir l'ouvrage comme une arène

fermée mais plutôt comme une structure en U ouverte sur la ville avec un toit qui se prolonge dans le parc situé devant le stade. La structure en écailles et en forme de serpent du toit est l'élément du projet le plus symbolique: 8844 modules photovoltaïques représentent une surface d'environ 14 150 m<sup>2</sup> – la plus grande installation intégrée à un bâtiment du pays – produisent jusqu'à 1000kWh de courant, ce qui correspond, par an, à environ 1,1 MWh. Les éléments solaires sont suspendus entre 32 tubes ronds en acier qui s'étirent comme des ressorts sur toute la longueur du toit. Ils sont maintenus par 159 poutres treillis en acier qui constituent la structure primaire du bâtiment. C'est de cette façon que jusqu'à 75 % des besoins en électricité du stade sont couverts.

**Page 8****Toujours durable, même après un long voyage****Casa Manifesto, Curacaví***James & Mau/Infinitiski, Curacaví/Madrid*

Les matériaux recyclés et les énergies renouvelables jouent un rôle essentiel dans le travail de Jaime Gaztelu et Mauricio Galeano. Le duo d'architectes a réutilisé les vestiges du commerce au long cours pour construire sa «Casa Manifesto»: trois containers de transport transatlantique constituent la structure porteuse de la maison construite aux environs de Santiago du Chili. Une des façades en longueur est revêtue de bois provenant de la production de sylviculture certifiée durable, l'autre d'anciennes palettes de transport qui s'ouvrent et se ferment comme des volets battants. Ils restent fermés en été, ils sont ouverts en hiver et laissent le soleil rayonner sur l'enveloppe du container située derrière. La structure des containers reste apparente dans le séjour du rez-de-chaussée, entièrement ouvert sur les deux côtés en longueur, mais limité au nord et au sud par deux moitiés de container. L'étage constitué de deux autres containers franchit la portée du séjour, sans point porteur intermédiaire. Selon les informations de l'archi-



tecte, la Casa Manifesto consomme 70% d'énergie en moins que les maisons chiliennes standard. L'isolation interne des conteneurs a été réalisée en papier journal recyclé; les escaliers et les nombreux meubles sont en bois recyclé.

## Page 6

### Rendement énergétique XXL

#### Site «Lodenareal» Innsbruck

**Atelier d'architecture dina4 / team k2 architects, Innsbruck, Architekturbüro Wulz-König, Telfs**

Le plus grand ensemble résidentiel aux normes «passivhaus» vient de s'achever: le site «Lodenareal» d'Innsbruck rassemble 128 logements en accession à la propriété et 365 locations dans trois immeubles différents, constitués chacun de deux volumes en L. Le complexe est intégré à un parc de 2,8 hectares au confluent de deux rivières, la Sill et l'Inn. Le passeport énergie autrichien impose une consommation en énergie de chauffage de seulement 8-9 kWh/m<sup>2</sup>a pour les bâtiments neufs. Les immeubles ont été réalisés en maçonnerie massive avec un système d'isolant composite. Chaque logement est équipé d'une ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur, les apports d'air sont conditionnés par la couche d'eau souterraine. Des chaudières à pellets de bois (80% des besoins de chauffage) associés à une chaudière à gaz assurent le chauffage des logements locatifs. Une installation thermique solaire de 1050 m<sup>2</sup> approvisionne l'ensemble d'eau chaude.

## Page 8

### Laboratoire d'idées et installation solaire

#### Cité du Design, Saint Etienne

*LIN, Berlin/Paris*

Une ancienne manufacture d'armes du Nord de Saint-Étienne est désormais le cadre de la Cité du Design de la Région Rhône-Alpes. Trois anciennes usines ont été converties en salles de séminaire, ateliers, bureaux et logements d'invités. Le véritable élément d'attraction de la «Cité du Design» reste néanmoins le bâtiment multifonctionnel conçu par les architectes et baptisé «Platine». Le bâtiment plat, libre de point porteur et divisé par des cloisons transparentes regroupe tout le programme public du nouveau centre: des surfaces d'exposition, un auditorium, un centre multimédia avec une bibliothèque de matériaux, un show-room, un restaurant et une serre. Chaque espace dispose du climat intérieur adapté à sa fonction même si les différences de température sont exploitées au plus juste: la serre est ainsi utilisée en hiver pour préchauffer l'air frais des autres espaces. On comprend le sens profond de l'appellation «Platine» en regardant l'enveloppe du bâtiment: la structure d'acier est habillée à l'extérieur par 14 000 panneaux triangulaires (longueur d'arêtes

1,20 m) traités selon 10 variantes différentes, du panneau sandwich en aluminium au double vitrage avec protection solaire intégrée en passant par les vitrages composites intégrant des cellules solaires; 2,3% des panneaux de l'enveloppe sont équipés de cellules photovoltaïques ce qui doit suffire à alimenter 17 postes de travail en électricité. Les panneaux peuvent être partiellement ouverts pour alimenter l'espace intérieur en air frais. Le revêtement de façade peut être changé et reconfiguré à tout moment si la fonction de l'espace intérieur change.

## Page 12

### Vers la société à 2000 Watt

*Roland Stulz*

Le Conseil Climat IPCC des Nations-Unies ne cesse de répéter l'urgence de diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Les chercheurs de l'ETH Zurich et les différents instituts de recherche qui en dépendent ont déterminé, quant à eux, les valeurs globales qui pourraient être acceptables pour les consommations d'énergie et pour les émissions de CO<sub>2</sub>: à court et moyen terme la consommation devrait être abaissée à 2000 Watt par tête et les émissions à 1 tonne de CO<sub>2</sub> par tête et par an. Tous biens de consommation et services confondus, un suisse moyen consomme aujourd'hui trois fois plus, soit une consommation continue de 6500 Watt, 156 kWh/jour.

Pour un futur durable de l'énergie de la société à 2000 Watt un point est indispensable: l'augmentation massive du rendement énergétique. Depuis 2004, les chercheurs ont laissé entendre que la technique était déjà disponible dans de nombreux domaines. Dans le «Livre blanc de la Société à 2000 Watt» on démontre même un niveau cohérent des potentiels de substitution et de rendement énergétique: pour les véhicules privés, dans le domaine de la construction ou par un recyclage conséquent il serait possible d'économiser entre 50 et 90% de la consommation énergétique.

Jusqu'à quel niveau l'augmentation du rendement énergétique, faisable du point de vue technique, dépend par contre de l'exploitation large des technologies ainsi que des cycles d'investissement et de rénovation de beaucoup de décideurs. Les premiers pas dans la société à 2000 Watt ont été franchis en Suisse. Plusieurs régions modèles comprenant les villes de Bâle, Zurich et Genève se sont déclarées partenaires du programme de recherche de l'ETH Novatlantis afin de raccourcir l'intégration des laboratoires vers la pratique, des technologies à haut rendement. Cela commence par les tests individuels des innovations techniques et par leur présentation au grand public. Les concepts qui permettent de relier différents thèmes sont, eux aussi, indispensables: des projets durables sont réali-

sés en différents endroits et permettent de relier la consommation d'énergie pour le fonctionnement des ouvrages avec les questions liées à la mobilité. Les projets pilotes réalisés achoppent malgré tout déjà à leurs limites «quotidiennes»: les lotissements sans auto sont souvent en contradiction avec les réglementations communales sur les places de stationnement et ne peuvent être menés à bien qu'exceptionnellement. À cela s'ajoutent les contraintes draconiennes auxquelles l'adaptation des normes 2000 Watt au foncier ancien se confrontent alors que, pour leur part, les bâtiments neufs peuvent s'adapter nettement plus simplement aux standards 2000 Watt. Sans nouvelles réglementations et sans programmes financiers de soutien, le taux des bâtiments rénovés pourra difficilement augmenter.

On trouve aussi un important besoin d'adaptation dans les modes de vie individuels. On compte parmi les critères d'une consommation compatible avec la société 2000 watt une surface habitable de moins de 50 m<sup>2</sup> par tête (ill.8) et de préférence dans un bâtiment correspondant aux standards d'énergie basse ou «passivhaus», des trajets courts entre le lieu de travail et l'habitation, à pied, en vélo, bus ou train, selon la distance. L'alimentation doit être aussi surveillée: pour produire 1 kg de viande de bœuf on a besoin de 10 fois plus d'énergie que pour 1 kg de pâtes. Il est aussi valable en général: une consommation suffisante influence la consommation des ressources, tout comme la substitution d'un produit «non écologique» par un produit «écologique». «L'investissement d'un euro a pour conséquence une consommation énergétique moyenne de 2 kilowatt par heure», ce diagnostic des années 1970 est toujours valable aujourd'hui.

## Page 16

### Nouveau refuge du Mont Rose, près de Zermatt

Le nouveau refuge est construit au cœur d'un paysage de glace et de rochers, entre les glaciers du Gorner et celui de Grenz, près de Zermatt. Il est dominé par les plus hauts sommets de Suisse, la pointe Dufour (4634 m) et le Cervin (4478 m). C'est justement là que le Club-Alpin suisse et que l'ETH Zurich ont décidé, en 2003, de construire un bâtiment qui puisse produire de façon autonome 90% de son énergie et garantir à ses utilisateurs le luxe de l'eau courante toute l'année.

À côté de la gestion de l'énergie et de l'eau, les aspects importants du projet étaient ceux de la construction du bâtiment et de la logistique liée au transport de ses éléments préfabriqués: la station de téléphérique la plus proche étant à une heure de marche à pied. Les éléments lourds ne peuvent donc être transportés que par hélicoptère et un mode de construction léger s'avérait donc

indispensable. Le gros-œuvre du refuge est une structure en bois préfabriquée de 200 tonnes, posée sur une structure en acier, portée elle-même par des fondations ponctuelles en béton. On peut accueillir jusqu'à 120 hôtes, répartis en dortoirs de 4 à huit personnes, dans le nouveau refuge Monte Rosa, le même nombre est accueilli dans la salle à manger. Le refuge est ouvert entre mars et septembre; ensuite seule une «salle d'hiver» reste ouverte et peut abriter 12 personnes entièrement autonomes. Avec son coût de 6,5 millions de Francs Suisses le refuge du Mont Rose n'est pas véritablement un modèle pour la construction de refuges alpins à l'avenir, il a été financé en grande partie par des sponsors privés.

**Page 18**  
**Objet autonome, conçu en coopération**

*Marcel Baumgartner, Andrea Deplazes, Hans Zurniwen*

Le nouveau refuge du Mont Rose est un bâtiment compact posé sur un éperon rocheux, ses contours semblent formés et polis par le vent et les intempéries. La figure est marquée au sud par une surface remarquable et carrée de cellules solaires scintillantes. Un bandeau de fenêtre en spirale s'enroule comme une entaille tout autour du volume. La structure spatiale est conçue à l'intérieur sur un plan radiant et ne privilégie aucune orientation en particulier. La salle à manger et les escaliers, qui s'organisent autour d'elle, proposent aux visiteurs la jouissance du panorama, sans interruption et de tous les points du bâtiment. Les chambres sont situées sous le manteau de protection des façades et forment des cavités protectrices avec des petites fenêtres en meurtrière.

La forme du refuge du Mont Rose est basée sur une suite d'opérations géométriques. Différents facteurs, contextuels, programmatiques, structurels, constructifs aussi bien qu'énergétiques ont été pris en compte tout au long de la phase de conception du projet. C'est seulement en se cristallisant sur tous ces aspects, que la forme définitive du projet a été obtenue.

La structure porteuse est basée sur une ossature en bois de cinq étages conçue en segments. L'exécution de l'ossature assistée par ordinateur a permis de retrouver des méthodes de construction traditionnelles comme le colombage et ses assemblages d'éléments de bois géométrique des plus complexes.

Le concept de façade hautement isolé thermiquement allie deux stratégies: l'économie et la production d'énergie. L'enveloppe métallique à facettes est occupée sur la façade sud par des modules photovoltaïques qui approvisionnent le bâtiment en énergie électrique nécessaire pour couvrir ses besoins. Un bandeau vitré s'enroule en spirale sur toutes les faces du bâtiment, il suit le soleil

et permet de récupérer de façon passive la chaleur du soleil dans la salle à manger et dans les espaces de circulation périphériques; la chaleur est ensuite répartie dans tout le refuge grâce au système de ventilation.

Étant donné l'isolement géographique et l'altitude du nouveau refuge, les périodes de chantier étaient très limitées au printemps et à l'été. C'est ce qui explique la volonté du plus grand taux de préfabrication possible de tous les éléments. Le plus d'éléments possible a été livré par camion ou par train jusqu'à la base d'hélicoptère de Riffelboden, à partir de là, les éléments ont été transportés par un hélicoptère du modèle Lama (charge admissible de 650 kg) jusqu'au chantier puis érigés, toujours à l'aide l'hélicoptère, utilisé à ce moment là comme une grue volante. On a créé à l'extrémité du glacier du Gorner une petite fabrique de béton pour réaliser tous les ouvrages en béton nécessaires. Environ 3000 décollages d'hélicoptère ont été nécessaires pour la mise en œuvre du refuge.

Un élément clef pour l'exécution, dans le cadre du planning fixé du projet, a été le choix de l'entreprise chargée de l'exécution. L'ensemble a été construit par une flotte de 35 ouvriers, tous corps d'état confondus, qui a pu être accueillie par cycles de cinq jours (du lundi au vendredi) dans l'ancien refuge.

**Page 22**  
**Solution insulaire et potentiel de terre ferme**

*Matthias Sulzer, Urs-Peter Menti*

Le nouveau refuge du Mont Rose est construit presque comme sur une île: il n'est accessible qu'à pied, sur des skis ou par hélicoptère. Un branchement à un réseau d'énergie n'existe pas plus qu'un raccordement à un circuit d'eau potable ou d'assainissement. Pour maintenir le nombre de vols de ravitaillement par hélicoptère le plus réduit possible, on a essayé d'atteindre la plus grande autarcie, 90% (sans cuisine; 60-70% avec cuisine), en ce qui concerne l'approvisionnement en eau ou en énergie. Cela signifie que seuls 10% des besoins en énergie sont assurés par l'hélicoptère. Cette situation «insulaire» a une autre conséquence: il n'est pas opportun sur ce type de site de faire des recherches sur des nouveaux composants ou des nouveaux appareils, de même qu'il n'est pas souhaitable de mettre en œuvre des technologies de pointe qui ne soient pas encore absolument rodées.

Les installations et les appareils de bon rendement énergétiques assurent une consommation énergétique basse. Cela n'empêche pas que l'optimisation globale des systèmes du bâtiment demeure au premier plan.

Dans ce cas, on mise sur des composants qui ont déjà fait leurs preuves, les pompes ou autres vannes sont éliminées tout comme

les systèmes de chauffage conventionnels ou les gaines de répartition de l'air. C'est ainsi que l'on parvient à parfaire au maximum la robustesse et la compétitivité nécessaire avec l'intelligence avant tout, plutôt qu'avec la technique.

L'installation photovoltaïque intégrée dans la façade sud produit du courant qui est ensuite stocké dans des batteries. Du fait de l'altitude et de la réverbération dues à la neige le rendement de l'installation est à peu près le double de celui d'une installation comparable en plaine. L'électricité est utilisée pour l'éclairage, pour la cuisine et le bon fonctionnement des différentes installations techniques. Le système d'épuration des eaux usées est le deuxième poste de consommation d'énergie électrique, après la cuisine. Les collecteurs solaires installés sous le refuge, directement sur la paroi rocheuse, permettent de capter la chaleur du soleil qui est ensuite transportée vers les accumulateurs de chaleur. C'est ainsi que l'eau chaude est produite et que l'air frais du système de ventilation est tempéré. La ventilation sert en même temps au chauffage dans tout le refuge. L'air frais sort dans la montée d'escalier et se répartit dans les différentes pièces, où il est alors aspiré puis repris par un système de récupération de chaleur centralisé. L'eau chaude est utilisée pour la cuisine et, s'il reste de l'énergie, pour les quatre douches chaudes des chambres. Pour des raisons de sécurité et pour les périodes d'apports d'énergie trop faibles, une centrale thermique à l'huile de colza est prévue et permet de produire, en cas de nécessité, électricité et chaleur. L'eau de la fonte des neiges est récupérée pendant quelques mois et stockée dans une caverne de 200 m<sup>3</sup> située au dessus du refuge. La différence de hauteur naturelle de 40 m entre la caverne et le refuge assure la pression nécessaire et permet de faire l'économie d'un surpresseur. Grâce à la citerne, l'eau potable est disponible toute l'année et utilisée pour cuisiner, laver, faire le ménage et pour l'hygiène. L'eau usée est traitée dans un système à micro-filtre par un traitement bactériologique, elle est réutilisée sous forme d'eau grise pour les chasses d'eau ou pour laver ou reversée dans l'environnement une fois nettoyée.

**(Page 26)**  
**Siège d'Unilever à Hambourg**

Le groupe Unilever fait partie des quelques grands groupes connus de l'économie européenne: du produit récurant au mini-saucisson en passant par la glace et le déodorant, la société est représentée dans tous les rayons des grands magasins sans avoir, jusqu'à présent, une image de marque claire pour le public. Changer cela, au moins à Hambourg, a été la mission confiée à Behnisch Architectes à l'issue du concours d'architecture pour la réalisation du nouveau

siège d'Unilever. La nouvelle adresse du groupe est donc désormais Strandkai 1, en plein cœur de la zone d'extension de la ville, HafenCity, au bord de l'Elbe. C'est à partir de là que le groupe va désormais organiser sa stratégie en Allemagne, en Suisse et en Autriche.

Le bâtiment est l'un des premiers à avoir obtenu le label «or» récompensant une architecture environnementale et décerné, depuis 2007, par le quartier HafenCity; parmi les différents critères autour desquels cette distinction s'organise on prend en compte non seulement la basse consommation en énergies primaires (< 100 kWh/m<sup>2</sup>a) mais aussi la bonne intégration de l'espace public. Unilever a décidé d'ouvrir le rez-de-chaussée de son siège au public en lui proposant un spa, un café et des boutiques qui permettent aussi de présenter aux visiteurs la grande diversité de l'offre de la marque. Un atrium éclairé d'une verrière est situé au centre de l'ouvrage polygonal avec ses sept étages et deux niveaux en sous-sol. Des passerelles, des rampes et des escaliers relient les différentes zones de bureau les unes avec les autres. Toutes les surfaces de verre en toiture sont orientées au Nord, les panneaux orientés au sud sont opaques. La portée maximale de la charpente d'acier franchit jusqu'à 37 mètres, la charpente elle-même est traitée comme une poutre treillis formée de tubes ronds. Les zones appelées «meeting points» sont des surfaces libres située dans l'Atrium, à proximité des noyaux de circulation. Elles servent d'accès aux zones de bureaux et regroupent des fonctions centralisées: centres de reprographie, services d'affranchissement du courrier et tisanes. Elles sont aussi très appréciées pour les groupes de travail et les réunions. Les grandes tables en bois, des canapés et des fauteuils se prêtent à toutes les configurations. Les revêtements en panneaux composés laine de bois et métal des façades intérieures réduisent la réverbération acoustique de façon à ce que le calme domine toujours l'atrium, malgré toutes les activités qui s'y déroulent.

La grande flexibilité du bâtiment doit permettre de faciliter les changements de fonctions. Les planchers plats en béton armé de 35 cm d'épaisseur sans aucune retombées de poutre sont portés dans les zones de bureau par deux files de poteaux sur une trame de 8,10 x 8,90 m et définissent en rive un porte à faux pouvant atteindre 3,50 m. Non seulement la réalisation du gros-œuvre mais aussi les aménagements intérieurs et les installations techniques offrent aux utilisateurs une très grande flexibilité pour adapter leurs propres besoins: chaque collaborateur peut influencer son lieu de travail et contrôler manuellement les radiateurs, les protections solaires, les écrans visuels et l'ouverture des fenêtres, même sur l'atrium. Les différents services pouvaient gérer eux-mêmes la composition de leur mobilier, conçu comme un jeu de construction.

### page 30 Enveloppe de plastique pour un immeuble de bureaux

La façade en membrane du siège d'Unilever est essentielle pour deux aspects du concept de ventilation et de climatisation: elle protège la protection solaire automatisée des vents forts et des autres intempéries. À la différence d'une double façade en verre ce type de construction n'a pas besoin d'être redivisé par des nervures horizontales pour répondre aux conditions de sécurité incendie. Le vide de façade intermédiaire, balayé par l'air, peut aussi être utilisé pour la ventilation des fenêtres du bâtiment. La peau de façade extérieure est constituée d'un seul cadre tendu d'un film ETFE et monté devant le vitrage isolant de la façade intérieure. Pour résister aux forces du vent, même avec des grandes portées, les films doivent être mis en œuvre cintrés. Les conseillers pour les façades ont choisi une forme de selle convexe dans le sens horizontal et concave à la verticale; pour ne pas trop réduire la transparence de la façade c'est seulement une structure-résille en câbles qui maintient la membrane en forme.

### Page 32 Stratégie de rendement avec des obstacles : Le concept énergie

Le siège d'Unilever est à quelques pas du Terminal des croisières du Port de Hambourg et exposé aux émissions de gaz des navires qui accostent là. C'est la raison pour laquelle le bâtiment est équipé d'un système hybride de ventilation naturelle par les fenêtres et de ventilation mécanique. Le système mécanique exploite une gaine souterraine pour prétempérer l'air extérieur. Celui-ci est ensuite amené dans les bureaux par les vides des doubles planchers, puis est extrait dans l'atrium, puis enfin à nouveau vers l'extérieur par les ouvertures ménagées dans la verrière. Les ouvertures d'extraction de l'air sont équipées d'échangeurs thermiques qui permettent de réutiliser la chaleur dans le circuit chaud. Des éléments thermiquement activés, les dalles en béton armé irriguées d'eau assurent le chauffage ou le refroidissement des bureaux. Des radiateurs répondent aux besoins de pointe et permettent d'adapter individuellement les températures des postes de travail. L'hiver, le bâtiment est approvisionné en chauffage par le réseau municipal de chauffage urbain d'HafenCity Hamburg. Comme le terrain naturel ne permettait pas d'être exploité pour la géothermie, ce sont des machines de production de froid par compression à haut rendement qui assurent le refroidissement du bâtiment. Le siège d'Unilever fait partie des plus grands bâtiments au monde, dans lesquels sont installés presque exclusivement des éclairages à LED. Le fabricant d'éclairage commandité a été capable de concevoir, de

réaliser et de livrer en seulement neuf mois environ 3000 lampes en série ou spécifiques. Il a même conçu 13 variantes différentes de la même suspension. 1400 lampes à LED sont installées sur les bureaux. Chacun de ces lampadaires à éclairage direct/indirect comprend 180 LED et nécessite pour son élément d'éclairage direct seulement 70W d'électricité. Une lampe traditionnelle comparable avec une ampoule à incandescence aurait consommé 240 W. Les maîtres d'ouvrage comptent réaliser avec les lampes à LED une économie d'électricité pour l'éclairage pouvant aller jusqu'à 70 % avec un surcoût de seulement 20 à 30 % selon les fabricants.

### Page 34 Forms follows daylight: la conception de l'atrium *Thomas Auer, David White*

Les conseillers en climatisation, Transsolar, ont étudié pendant la phase de concours les performances de la lumière naturelle sur différents profils (diminuant vers le haut ou vers le bas) et plusieurs formes de toit pour l'atrium (verrière ou sheds). Pour toutes les variantes, le coefficient de lumière naturelle dans les bureaux est toujours supérieur à 2%. Contre toute attente l'atrium qui s'ouvre vers le bas apporte un coefficient de lumière naturelle en moyenne supérieure et un éclairage plus homogène des niveaux bas. De la même manière, la toiture en shed s'est avérée plus avantageuse qu'une verrière: les variations entre les zones claires (proches de l'atrium) et les zones plus obscures sont plus faibles, l'œil s'adapte plus facilement aux différences de luminosité. Au delà de cela, la toiture en shed permet d'obtenir une réduction de coût significative aussi bien pour la construction que pour la maintenance (nettoyage, niveau d'isolation) et une meilleure protection thermique estivale.

### Page 36 Homologation avec le label «Hafen-City-environnement»

Le label «Hafen-City-environnement», apparu en 2007, expertise les bâtiments selon 5 catégories qui découlent des 5 critères de protection de la construction environnementale. Le label est décerné selon deux standards: argent (pour les prestations particulières) et or (pour les prestations exceptionnelles). Pour obtenir le label argent, les bâtiments doivent remplir les conditions dans au moins trois des 5 catégories (entre autre au moins la catégorie «comportement durable avec les ressources énergétiques») qui constituent les conditions des standards argent. Pour l'obtention du label or, au moins trois des catégories doivent remplir les conditions imposées par les critères «or» (et là aussi la catégorie «comportement durable avec les ressources énergétiques»).

**Page 38**  
**Immeuble d'habitation à Bennau**

«Kraftwerk B» est le surnom donné par l'architecte à son immeuble de 7 appartements, situé directement à côté de l'église St-Sebastian, dans le centre de Bennau, un quartier de Einsiedeln, au centre de la Suisse. Très vite après son achèvement, le bâtiment a été connu dans tout le pays comme un projet pilote pour son auto-alimentation en énergie solaire. Selon les calculs de l'architecte, il absorbe 10% de plus d'énergie à partir du soleil que ses habitants ne peuvent consommer. Au-delà de cela «Kraftwerk B» est l'un des premiers bâtiments en Suisse à remplir les conditions requises pour correspondre aux standards Minergie-P-Eco. Ce standard impose, en plus des limites dans la consommation, des ressources comparables à celles du rendement énergétique proche de celui du standard «passivhaus», un niveau minimum pour le climat des espaces intérieurs, pour l'isolation acoustique, l'utilisation de la lumière naturelle et d'autres facteurs qui sont souvent insuffisants quand ils sont pris en compte du point de vue seulement énergétique.

«KraftwerkB» est un immeuble de location dont l'architecte, Josef Grab, a aussi été le maître d'ouvrage. Dans une autre constellation le projet aurait été difficile à réaliser sous cette forme. Même si on met en œuvre dans l'immeuble des technologies qui ont fait leurs preuves depuis longtemps, l'intégration exceptionnelle de la thermique solaire et de la photovoltaïque dans l'enveloppe voulue par l'architecte, a nécessité des études particulièrement sophistiquées.

«Kraftwerk B» n'utilise que les façades et les surfaces de toiture orientées vers le sud-ouest pour les gains d'énergie solaires, les autres façades sont revêtues de bois et minimisent le caractère industriel de l'immeuble. Selon Moreno Piccolotto, l'un des associés de l'agence, le

«Plus-Energie-Standard» n'était absolument pas pris en compte au début des études et n'a jamais constitué pour nous un argument primordial servant à la commercialisation de l'immeuble».

L'immeuble est constitué d'un noyau massif porteur en béton armé ainsi que d'éléments de façade et de toiture préfabriqués en bois. La montée d'escalier et la cave sont thermiquement dissociés du niveau d'habitation. Le plafond de la cave elle-même a été réalisé comme une double coque avec un isolant intermédiaire pour éviter les ponts thermiques par les murs de la cave qui traversent l'isolant du plancher.

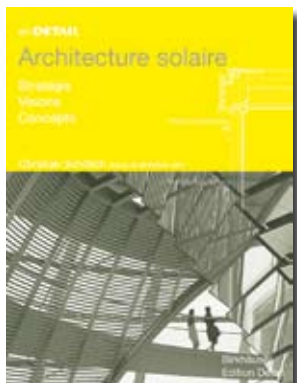
Le revêtement de façade en bois a été traité avec une lasure de protection aux intempéries «Weathering-Stain» qui doit permettre d'éviter la grisaille incontrôlée du revêtement. Cela constitue, selon Moreno Piccolotto, un aspect important pour la bonne location des logements dans 5 ou 10 ans. Cet intérêt de l'architecte, penser à l'utilisation du bâtiment au-delà des premières années, se retrouve aussi dans les logements dont les traitements des surfaces et le caractère des matériaux sont dominés par peu mais par des matériaux de grande qualité, comme les parquets non traités en chêne, les enduits de chaux et les surfaces en béton brut de décoffrage. La véracité constructive voulue par les architectes est même encore

allée plus loin, jusqu'à traiter en apparent les gaines de ventilation en sous-face des plafonds. Les pièces sont toutes traitées, dans leur fonction, de façon plutôt neutre, même l'espace de séjour avec sa cuisine ouverte. Les compteurs électriques, lave et sèche-linges sont regroupés dans un placard de l'entrée, équipé lui-même d'une installation de récupération de chaleur. Comme tous les autres équipements installés dans la maison, les appareils ménagers répondent aux standards énergétiques A+ ou A+++. Les logements sont ventilés en air frais par des gaines montantes provenant de la centrale de ventilation située dans la cave. Quoiqu'il en soit, toutes les fenêtres peuvent — particulièrement pour des raisons psychologiques — être ouvertes. Pour limiter les pertes d'énergie, les fenêtres sont seulement battantes et non oscillo-battantes. La seule solution pour assurer un bon renouvellement de l'air consiste donc à faire un courant d'air. Les pièces ne sont pas chauffées par l'apport d'air chaud mais plutôt par le chauffage par le sol à basse température. Le poêle à bois, installé dans chaque appartement, assure un meilleur confort individuel. L'approvisionnement en bois de chauffage est compris dans les charges de l'appartement. Celles-ci sont calculées avec un système de bonus-malus: si le locataire consomme, en une année, plus d'énergie que prévu dans les estimations, il doit payer un supplément; dans le cas contraire il est remboursé. Les locataires peuvent vérifier à tout moment leur consommation d'électricité, d'eau ou d'énergie de chauffage en appuyant seulement sur un bouton de contrôle «touchscreen» situé dans l'entrée de leur logement.

# Série en **DETAIL**

Les différents volumes répondent à la variété des possibilités et sont aussi bien des sources d'inspiration que d'information traitant le bien fondé et la pertinence des choix et détails constructifs.

**DETAIL**  
Edition



## Architecture solaire – Concevoir avec le climat au 21e siècle

À une époque où les ressources sont toujours plus limitées et où les énergies fossiles sont responsables de transformations climatiques décisives, le parti du développement durable s'impose comme la voie à suivre pour l'architecture de demain. En partant de l'urbanisme, de stratégies passives ou actives, jusqu'à la mise au point de nouveaux systèmes et de nouveaux matériaux tous les aspects de l'architecture solaire sont passés en revue.



- En la série en DETAIL :**
- Architecture solaire
  - Construire dans l'existant
  - Habitat collectif
  - Intérieurs
  - Maisons individuelles

**Architecture solaire**, Christian Schittich (collectif), Traduction: Xavier Bélorgey, 176 pages avec de nombreux dessins et photos, 2005, format 23 x 29,7 cm ISBN 3-7643-7211-7, € 44,90 plus emballage et frais d'envoi. Pour l'envoi dans les pays de l'UE sans No. VAT: 7% TVA en sus.

## Page 42 Synthèse de technologie énergétique et d'architecture

Moreno Piccolotto

Toutes les façades et charpentes sont constituées d'éléments préfabriqués en bois parfaitement isolés avec un isolant supplémentaire de 6 à 8 cm contre les ponts thermiques. La coque intérieure assure en même temps l'isolation acoustique et referme le vide d'installations technique. La peau extérieure est remplacée sur la façade sud-ouest par un collecteur solaire intégré (sans vide ventilé) ce qui équivaut à une épaisseur d'isolant de 10 cm. Les fenêtres ont été équipées de triple vitrage (coefficient  $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Leurs menuiseries sont parfaitement isolées, les battants ouvrants sont recouverts ou, là où c'est possible, comme au droit de l'appui d'un composite bois et liège.

La maison dispose de deux grandes surfaces de captage solaire exposées au soleil, sans ombrage: la surface sud-ouest du toit incliné à  $40^\circ$  capable de produire, grâce aux  $220 \text{ m}^2$  de panneaux photovoltaïques, les besoins en électricité moyens sur une année et la façade sud-ouest et son vitrage généreux exploité pour l'énergie solaire passive et par les  $150 \text{ m}^2$  de capteurs solaires intégrés. Théoriquement les gains annuels diminuent de 20% à cause de la verticalité des parois, par contre, les gains sont assez régulièrement hauts ce qui permet de faire l'économie d'un accumulateur saisonnier ( $75 \text{ m}^2$ ) assez coûteux.

Une installation centrale de renouvellement d'air située dans la centrale technique du sous-sol assure le renouvellement d'air nécessaire du point de vue hygiénique. L'air frais est préchauffé par une nappe de tubes enterrée. Un échangeur d'air anti-reflux évite en même temps les déperditions de chaleur par l'extraction d'air usé. Un accumulateur à couches de  $24 \text{ m}^2$ , isolé avec 40 cm d'épaisseur d'isolant, peut être approvisionné ou vidé à partir de plusieurs niveaux (chaudière à bois, pompe à chaleur, chape chauffante). L'accumulateur thermique sert aussi de trop plein thermique aussitôt que le chauffage au sol a besoin de moins d'énergie que ce que la chaudière à bois ou les pompes à chaleur produisent (temps de réaction minimum 1 heure). C'est aussi dans cet accumulateur qu'est produite l'eau chaude pour les logements par un tube en spirale préchauffé sur toute la hauteur de l'accumulateur.

L'accumulateur de préchauffage de l'eau chaude a un volume de 3000 litres. L'eau domestique produite dans l'accumulateur est amenée à  $60^\circ\text{C}$  grâce à la thermique solaire, aux chaudières à accumulation à bois ou à la pompe à chaleur qui fonctionne en continu: les lave-vaisselle et les lave-linge des appartements sont branchés directement sur le réseau d'eau chaude. Les eaux usées chaudes sont amenées séparément

vers la cave où elles servent à préchauffer l'eau chaude. L'accumulateur de préchauffage de l'eau de l'immeuble voisin fait aussi 3000 l et est alimenté seulement par les surplus des collecteurs solaires intégrés aux façades. La production des collecteurs a été simulée par un logiciel; elle est sous la moyenne pendant les mois d'hiver, de novembre à février, par contre, entre juin et septembre elle connaît des surplus de production (=exportés vers les voisins). Au cours des mois d'août moyens les deux ensembles subviennent totalement à leurs besoins.

## Page 46 L'intégration architecturale de systèmes de thermique solaire

Maria Cristina Munari Probst,  
Christian Roecker

La notion de «thermique solaire» regroupe plusieurs technologies de différents rendements et présentent diverses possibilités d'application. Trois d'entre elles se prêtent aussi bien à la production d'eau chaude qu'au chauffage des pièces:

- les collecteurs plats vitrés
- les collecteurs plats sans vitrage
- les collecteurs à tubes sous-vide

Pour que les collecteurs soient soumis aux rayonnements solaires ils doivent être installés sur des surfaces de bâtiment exposées au soleil; ils sont donc soit appliqués sur les enveloppes de bâtiment soit intégrés à l'enveloppe elle-même.

Les collecteurs plats et leur constitution multicouche se prêtent particulièrement bien à remplacer, du point de vue constructif, une partie de bâtiment. C'est ainsi par exemple qu'il est possible de remplacer ou de compléter l'isolant thermique derrière l'absorbeur. De la même manière, le vitrage des absorbeurs plats vitrés ou non vitrés peut constituer la peau étanche aux intempéries d'un bâtiment.

Les collecteurs à tube sous-vide se prêtent moins, de par leur esthétique ou de par leur mode d'installation à une intégration dans l'enveloppe, ils peuvent néanmoins être utilisés en allèges de balcon ou en éléments d'ombrage. Les collecteurs plats se prêtent aussi très bien à la création de pare-soleil. Dans ce cas, l'épaisseur des éléments ou les raccordements au réseau d'eau peuvent être problématiques ce qui explique, pour les pare-soleils, que les éléments photovoltaïques soient plutôt ceux qui sont préconisés.

### Dimensionnement et positionnement des systèmes

À côté de leur compatibilité architecturale avec l'enveloppe des bâtiments, les aspects énergétiques influencent aussi l'aspect et la faculté d'intégration des collecteurs solaires:

- disponibilité des surfaces sur les différentes surfaces de l'enveloppe
- rayonnement du soleil sur ces surfaces
- taux de couverture solaire à atteindre sur un bâtiment (partie de tous les besoins en énergie d'un bâtiment qui doit être couverte par l'énergie solaire)

Comme les rayonnements solaires varient selon l'orientation des surfaces (ill. 6) les plus grandes surfaces de collecteurs sont nécessaires sur les surfaces de bâtiment les moins bien exposées aux rayonnements pour obtenir la même quantité d'énergie. Le contraire est aussi vérifié: plus le rendement du collecteur est haut plus la surface nécessaire sera réduite. Il est fondamental de bien comprendre ces rapports pour faire le choix de système intelligent.

Pour limiter les coûts d'investissement, les systèmes de thermique solaire sont normalement orientés de façon optimale vers le soleil (inclinaison de  $45^\circ$ , orientation au sud pour les latitudes européennes moyennes) afin de minimiser les surfaces de collecteur nécessaires. Cette méthode est adaptée aussi longtemps que l'énergie produite par les collecteurs est utilisée directement dans le bâtiment. Du fait des pointes estivales pour la production de chaleur cela conduit cependant à un taux de couverture des besoins annuels de seulement 50–60%. Cette limite est caractéristique des systèmes de thermique solaire intégrés aux surfaces de toit et correspond aux capacités d'accumulation et de transport de la chaleur limitées. Alors que le courant produit par la photovoltaïque peut être stocké n'importe quand dans le réseau électrique, la chaleur solaire est plus fragile par rapport aux pertes lors des transports et doit être stockée dans le bâtiment lui-même. Seule la chaleur du soleil exploitée directement ou accumulable est utile; les surplus estivaux ne font qu'augmenter le risque de surchauffe dans le système et doivent donc être évités. Les collecteurs dans les surfaces de façade sont en revanche adaptés pour couvrir le taux des besoins solaires tout en évitant les «surproductions». C'est dû aux différences moindres des rayonnements solaires sur les façades au cours de l'année (ill. 7). C'est ainsi que l'on parvient avec les collecteurs de façade à réaliser 80–90% des gains sans risque de surchauffe. Les différences de façade nécessaires dépendent à leur tour du taux de couverture solaire: alors que pour des taux de couverture faibles on nécessite une surface de collecteur de façade environ 40% plus importante pour couvrir la même production d'énergie que sur un toit en pente, dans le cas de taux élevés de couverture (au delà de 70%) une surface un peu moins importante (< 10%) est suffisante.

Les nouveaux outils numériques permettent, depuis peu de temps, d'analyser les différentes options de la production de chaleur solaire et cela dès les premiers stades de la conception. Ils permettent de comparer pré-

cisement les différentes variantes d'installation avec différents types de collecteurs, orientations ou tailles de systèmes et peuvent ainsi permettre de prendre des décisions bien fondées. Le calcul exact de l'installation est ensuite assuré par des spécialistes disposant de leurs propres outils.

#### Possibilités de l'intégration formelle

Jusqu'à maintenant le marché ne propose que très peu de possibilités d'intégration formelle de thermique solaire, la majorité des produits étant conçue seulement pour le meilleur rendement énergétique. Cependant, depuis quelques temps le nombre de produits présentant une meilleure capacité d'intégration dans le bâtiment augmente: Dans le marché particulièrement important des collecteurs plats vitrés quelques producteurs proposent désormais des modèles avec plusieurs formes et dimensions (ill. 2) qui se rapprochent beaucoup de la liberté de dimensionnement que l'on connaît, par exemple, pour les fenêtres. Les nouveaux développements dans les techniques de vitrage, comme ceux qui ont été expérimentés dans le laboratoire d'énergie solaire de l'EPF de Lausanne (EPFL/LESO) pourraient bientôt résoudre le problème majeur de l'intégration formelle des collecteurs intégrés aux façades: la visibilité de l'absorbeur noir et de sa structure derrière sa protection vitrée. En traitant la surface de verre par des traitements de surface nano-chargés il est possible de minimiser la transparence et de réaliser davantage de couleurs de vitrage et de structures sans que le rendement énergétique du collecteur ne baisse de façon significative. Ces traitements de surface servent

de filtres à interférence et permettent de ne refléter qu'une zone réduite du spectre solaire et de laisser passer le reste de la lumière. Les autres traitements de surface (sablage, traitement à l'acide) dissimulent les surfaces sombres de l'absorbeur derrière le verre et ouvrent des possibilités de traitement formel intéressantes. Le résultat consiste en du verre perméable à l'énergie avec un taux de réflexion aux couleurs élevé qui peut aussi être utilisé pour les autres surfaces de façade (ill. 9).

Grâce à leurs surfaces métalliques, les collecteurs non vitrés peuvent s'intégrer assez bien formellement aux façades existantes voire même être comparées à des revêtements de toiture. Les exemples de ces produits sont les collecteurs QuickStep de RheinZink ou bien les collecteurs sous forme de panneaux de façade isolants en métal mis au point au sein du projet de recherche européen SOLABS (ill. 10). Le choix des couleurs des panneaux et leurs caractéristiques énergétiques sont basées sur la palette de couleur à absorption lumineuse sélective (TISS=Thickness Insensitive Spectrally Sensitive) mise au point par l'Université de Ljubljana. Comme les différentes couleurs ont des caractéristiques d'absorption différentes, le rendement des façades dépend de ces préférences formelles autant que des besoins en énergie spécifiques.

Dans le domaine des collecteurs à tubes sous-vide, l'Université de Stuttgart, associée au fabricant Schott-Ruhrglass, a mis au point un concept pour les façades vitrées des immeubles de bureaux dans lequel les collecteurs peuvent être intégrés comme des éléments pare-soleil (ill. 11/12). La société

Schweizer Energie AG propose des allèges de balcon avec des collecteurs à tube sous-vide intégrés (Swisspipe Balkone; ill. 4).

#### Page 51

#### Couplage chaleur-force dans les bâtiments

Wolfgang Suttor

Les avantages de base du couplage de la production d'électricité et de chaleur appelée aussi couplage chaleur force CCF sont indiscutables et ont conféré ces derniers temps à la CCF son exceptionnelle expansion. On compte parmi les avantages :

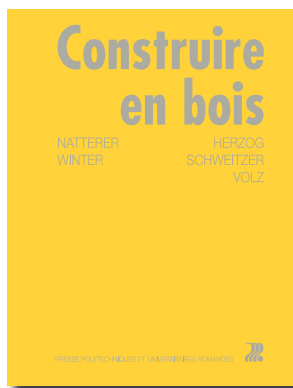
- L'économie d'énergie (protection des ressources)
- Les limitations des influences sur l'environnement (diminution des émissions)
- L'intégration de technologies plus modernes, pauvres en matières toxiques (cellules de combustion, technique de gazage)
- Production d'électricité décentralisée avec une sécurité d'approvisionnement renforcée (centrale virtuelle)
- La durabilité (intégration de porteurs énergétique régénérateurs)

L'illustration 2 montre les effets sur l'environnement d'une mini centrale CCF comparées à ceux de la production d'électricité et de chaleur conventionnels. On tient compte dans ce comparatif d'un cycle de vie dans sa globalité, avec les transports et tous les traitements préliminaires sur les matériaux des CCF. L'illustration montre clairement les avantages d'une CCF à gaz par rapport aux productions séparées d'électricité et de

## Série des manuels de construction

Définit les bases nécessaires pour maîtriser les aspects essentiels de la construction en architecture.

**DETAIL**  
Edition



L'ouvrage de référence actuel sur la construction en bois pour les architectes et les ingénieurs. On sous-estime toujours les possibilités offertes par la construction en bois. Elle exige comme peu d'autres disciplines architectoniques, la collaboration étroite de l'architecte et de l'ingénieur. L'esthétique des constructions en bois laissé apparent détermine de façon essentielle l'écriture architecturale d'un ouvrage. De la même façon la conception formelle de l'architecte joue un rôle primordial sur la conception d'une structure. Ces deux aspects sont abordés dans le détail tout au long de cet ouvrage qui fait déjà référence.



En la série des manuels:

- Construire en bois
- Construire des façades
- Construire en béton
- Construire en acier
- Construire - Atlas des matériaux
- Construire en verre

**Construire en bois**, 2003, par Julius Natterer, Wolfgang Winter, Thomas Herzog, Roland Schweitzer et Michael Volz. 376 pages. 23 x 29,7 cm, broché; ISBN 2-88076-602-7; € 83.- plus emballage et frais d'envoi. Pour l'envoi dans les pays de l'UE sans No. VAT : 7% TVA en sus.

Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG • Hackerbrücke 6 • D-80335 München • Allemagne • Tel.: +49 89 38 1620-0 • Fax: +49 89 39 86 70 • E-Mail: mail@detail.de

Commandes en ligne : [www.detail.de/livres](http://www.detail.de/livres)

chaleur. À peu près la moitié des émissions de CO<sub>2</sub> est évitée. Grâce à l'utilisation de combustibles régénérables pour la mini CCF les bénéfices de la production de chaleur peuvent même conduire à des valeurs négatives. Cela signifie que les émissions de CO<sub>2</sub> d'une CCF bio se situent même de façon encore plus claire sous celles des centrales dites à émission CO<sub>2</sub> nulle courantes. L'économie d'énergie effectuée grâce au CCF dépend des techniques CCF mises en œuvre (ccf motorisé, turbine à gaz par exemple) ainsi que des taux d'utilisation de la production dissociée d'électricité et de chaleur dans les centrales et centres de production que nous connaissons. L'illustration 3 montre par exemple les économies d'énergies effectuées par le CCF. La quantité d'énergie rajoutée dans la centrale CCF a été fixée dans ce cas à 10 kWh. Pour disposer séparément des quantités de chaleur et d'électricité produites, dans l'exemple 28 et 62 kWh, par la chaudière et par la centrale un apport d'énergie de 153 kWh est nécessaire.

L'exemple montre que même une mini CCF avec un taux d'efficacité électrique proportionnellement inférieur de 28% en comparaison à la production de la même quantité d'électricité et de chaleur à partir d'une chaudière normale et des centrales courantes en Allemagne permet d'atteindre une économie d'énergie de 35%. Les plus grandes CCF atteignent du côté de l'électricité des taux d'efficacité de plus de 40%. Elles permettent donc en conséquence des économies d'énergie supérieures à 40% par rapport aux centrales de production d'électricité et aux chaudières non couplées.

Ce sont surtout les CCF à moteur à petit rendement voire même les modules de 5 kW de rendement électriques qui se développent le plus ces dernières années (ill. 4). On compte désormais 30 000 de ces mini CCF en fonctionnement et quelques milliers viennent s'y rajouter chaque année. Leurs domaines d'application préférés sont les grands objets individuels, les lotissements résidentiels par exemple, les hôtels, les restaurants, les maisons de retraite, les piscines couvertes, les groupes scolaires et les hôpitaux ainsi que les centres de service ou d'activité.

Le développement des performances encore plus petites, qui descendent jusqu'à 1 kWel est actuellement en cours: Pour cela il faut aussi mettre en œuvre de nouvelles technologies comme celles des moteurs Stirling et des cellules combustibles. Le champs d'action potentiel devrait s'élargir pour permettre que presque tous les bâtiments chauffés et même les bâtiments neufs puissent être approvisionnés en CCF.

Le potentiel de ces mini-CCF est estimé en Allemagne à plus d'un million: le type d'approvisionnement en combustible et la taille des mini-CCF prennent de plus en plus de poids dans le cadre d'une stratégie à long terme de production d'électricité et de chauffage. Vue l'épuisement des ressources

à long terme et donc l'augmentation permanente des prix de l'énergie, les centrales CCF dans un secteur de performance situé entre 1 et 5 kWel est un objectif essentiel. Celles-ci permettent de compter parmi le potentiel de production de chaleur à atteindre par les CCF les maisons individuelles ou jumelles (existant et neuf). Dans ce cas, la production d'électricité doit être installée directement sur le lieu des besoins en électricité. On doit penser qu'un million de mini-CCF devrait théoriquement pouvoir remplacer une centrale avec une production de seulement 1 kWel. Malheureusement ce type de petites installations CCF est encore rarement disponible sur le marché. Si les installations sont conçues pour être toujours plus petites dans leur production, les coûts spécifiques augmentent. Dans le cas des CCF ceci est particulièrement marqué:

- Un 1.000 kWel-CCF vaut moins de 500 €/kWel.
- Un 10 kWel-CCF vaut environ 2.000 €/kWel.
- Un 1 kWel-CCF coûtera approximativement plus de 6.000 €/kWel.

Les prix dépendront des technologies utilisées. Les CCF à cellules combustibles se situent, grâce à leur meilleur taux de production d'électricité, dans les segments de prix les plus hauts, alors que les moteurs Stirling qui seront disponibles plus tôt sur le marché seront plutôt vendus à des prix plus bas. Les moteurs CCF les plus petits, selon des principes diesel ou Otto, se situent autour de 3 kWel (ill.6). Des moteurs CCF encore plus petits sont seulement à l'étude et auront un taux de consommation électrique encore plus faible d'environ 20%. L'illustration 9 montre l'importance de la chute de la production pour les unités encore plus petites. À l'avenir, la production de CCF à l'échelle de la production des chaudières actuelles pourrait faire très vite baisser la signification des grandes centrales à charbon ou nucléaires. Un million de mini-CCF de 5kWel pourrait remplacer presque 4 centrales nucléaires. Momentanément ces 5 kWel-CCF sont encore trop importants dans la construction de maisons individuelles ou jumelles neuves pour pouvoir atteindre des durées de production assez longues. À partir de 6 à 10 logements les CCF 5kWel peuvent cependant avoir un rendement économique.

Des agrégats plus petits de 1-3 kWel sont actuellement, sous différentes variantes (moteur Stirling, cellules de combustion) dans leur phase pilote et ne peuvent pas être intégrés en masse dans tous les bâtiments. Il faudra encore quelque temps pour qu'en achetant un producteur de chaleur nous puissions naturellement choisir entre différents systèmes CCF et donc un système de production de l'électricité décentralisé véritablement plus sûr. Les conditions pour cela sont cependant préparées positivement par les autorités politiques.

## Page 56

### Mise en œuvre de matériaux durables, par exemple le béton

Peter Lieblang

Les bilans écologiques se sont profilés comme des aides précieuses pour déterminer la durabilité des matériaux comme le béton. Dans les bilans écologiques il est toujours question d'analyses de cas uniques dont les résultats ne sont parlants que dans le contexte spécifique d'un objectif précis. Un point important pour le bilan est donc le choix de la dite unité fonctionnelle. Il ne s'agit pas en général d'une dimension matérielle mais de l'utilisation quantifiée d'un système de produit.

La comparaison directe d'un matériau de construction à l'aide des résultats d'un bilan écologique qui utilise par exemple un mètre cube de matériau comme unité fonctionnelle est problématique puisque l'on reconnaît l'usure du produit d'abord sur l'élément construit ou au plan de l'ouvrage.

Du fait des nombreuses possibilités d'utilisation des matériaux, en comparaison à celles des autres produits comme par exemple les appareils électriques ou les lampes à combustion, il ne serait pas rigoureux de n'utiliser qu'un seul paramètre (le potentiel de gaz à effet de serre par exemple) pour définir les caractéristiques écologiques. L'utilisation des dits coefficients environnementaux de Type III, conforme à la norme allemande DIN EN ISO 14025 peut apporter une aide. Ils s'appuient sur des processus d'analyse harmonisés et permettent grâce à des informations solides des conséquences sur l'environnement d'effectuer des comparaisons avec d'autres matériaux de construction au sein d'une même catégorie de produits, sans avoir besoin de procéder soi-même à une évaluation.

#### Profils écologiques des matériaux béton et ciment

On trouve sur Internet, à l'adresse [www.beton.org](http://www.beton.org) les coefficients environnementaux de type II pour le béton. L'illustration 1 présente les compositions des bétons analysés. Le profil environnemental du matériau est présenté dans l'illustration 2. Une expertise du caractère environnemental n'est pas encore possible à ce niveau puisque une modification du béton et donc de sa classe de résistance modifie non seulement les caractéristiques écologiques mais aussi économiques au sens social large du produit. C'est ainsi que la mise en œuvre de bétons avec des résistances supérieures permettent par exemple de réaliser des profils plus fins et d'obtenir des poids de structure moindres (qui conduisent à leur tour à des taux d'armatures réduits permettant donc à leur tour de réaliser des économies de ressources). Les profils plus minces réduisent aussi les volumes de béton et donc les transports entre la production de béton et le chantier. Dans le cas des po-

teaux fortement sollicités et des dalles, des bétons à des résistances plus fortes peuvent réduire les surfaces des sections et donc d'augmenter nettement les surfaces utiles locatives.

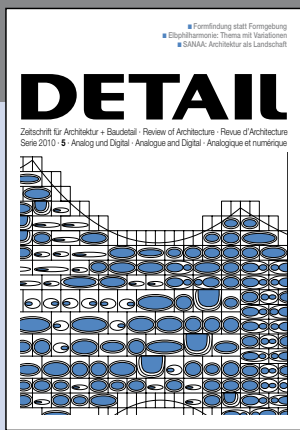
Les paramètres écologiques des matériaux sont donc beaucoup plus des valeurs d'entrée pour évaluer leur durabilité qu'un résultat. En revanche ils peuvent donner des indices pour améliorer les processus de production qui relèvent de l'environnement. Si l'on tient compte du profil environnemental d'un béton selon son bilan écologique au cours du temps, on se rend compte que la consommation en énergie primaire pour la production d'un m<sup>3</sup> de béton (C 20/25) s'est réduite entre 1996 et 2006 de presque 25% et son potentiel de rejet de gaz à effet de serre de presque 20%. À cela s'ajoute la mise en œuvre de matières premières et de combustibles comme les bois de récupération ou les vieux pneus dans le cas de la production de ciment. Ils sont employés dans les fours des cimenteries et remplacent complètement des porteurs de matière première.

À partir de là, l'évolution des ciments CEM II et CEM III (ciment composite Portland et ciment de hauts fourneaux) a permis de faire baisser nettement les émissions CO<sub>2</sub> lors de la production du ciment puisque leur autre composant principal – par ex. les sables, les farines calcaires, la pouzzolane, etc – présentent des émissions de gaz à effet de serre nettement inférieures à celle des ciments Portland.

### Le recyclage des ouvrages en béton

On récupère, en Allemagne, 450 millions de tonnes de granulats à partir de matières premières pour les utiliser dans les asphaltes, le béton, les parpaings ou les matériaux de voirie. Bien que les besoins en matières premières minérales soient, pour l'essentiel, couverts sans importation, leur production nécessite moins de 0,5% de la surface au sol de l'Allemagne. Un épuisement des ressources pour la production des matériaux minéraux n'est pas encore visible. Par contre, la concurrence limite les possibilités d'utilisation de surfaces de production – au profit par exemple de l'agriculture, des logements et des loisirs, de la protection de la nature ou des transports – des matières premières minérales. C'est pour cette raison qu'il est absolument judicieux de réutiliser les 72 millions de tonnes de matériaux de construction provenant chaque année, en Allemagne, de la démolition, même si ceux-ci ne peuvent couvrir en ce moment avec leur taux de recyclage de 70% au plus 10% des besoins.

L'option qui consiste à recycler, plutôt qu'un matériau, un ouvrage dans sa globalité apparaît donc comme plus judicieuse. Les structures en béton peuvent, grâce à la durabilité et à la réserve de leur résistance être utilisées grâce à la reconversion des ouvrages. Les exemples comme celui de la gale-



## Nouveau : maintenant avec deux éditions spéciales DETAIL Green

L'édition originale de DETAIL (en allemand et anglais) comporte 12 numéros par an avec 2 exemplaires de DETAIL Green. Chaque numéro traite un thème constructif spécifique à partir d'exemples construits analysés en profondeur avec de textes, des photos et des plans. DETAIL, revue internationale d'architecture aborde la construction à partir de dessins de détail, à l'échelle et accompagnés de légendes exhaustives, mis au point spécialement pour chaque numéro.

## Les avantages de votre abonnement :

- résumés en français des articles les plus importants à télécharger sous [www.detail.de/traduction](http://www.detail.de/traduction)
- prix nettement inférieur au prix d'achat au numéro
- confort de la réception chez soi
- certitude de ne manquer aucun numéro

## Titres pour l'année 2010 :

(Sous réserve de modification)

- 1/2 Construire en béton
- 3 Architecture de logements
- 4 Éclairage et intérieurs
- 5 Analogique et numérique plus DETAIL Green 1
- 6 Architecture en acier
- 7/8 Façades
- 9 Recherche et enseignement
- 10 Construire en bois
- 11 Constructions légères plus DETAIL Green 2
- 12 Thème spécifique

## DETAIL abonnement :

- **abonnement classique**  
(12 numéros incluant 2 exemplaires de DETAIL Green)  
€ 139,90\*
- **prix étudiant**  
(12 numéros incluant 2 exemplaires de DETAIL Green)  
€ 74,70\*
- **mini-abonnement DETAIL Green**  
(2 exemplaires par ans)  
€ 29,- (frais d'envoi non compris : € 7,20 Europe)

\*Frais d'envoi non compris 12 numéros : € 43,- Europe.  
Pour l'envoi dans les pays de l'UE sans No. VAT : 7% TVA en sus.

Conditions tarifaires 2010.

Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG • Hackerbruecke 6 • D-80335 Muenchen • Allemagne

Tel.: +49 89381620-0 • Fax: +49 8939 86 70 • E-Mail: [mail@detail.de](mailto:mail@detail.de)

Commandes en ligne : [www.detail.de/abonner](http://www.detail.de/abonner)

rie construite dans l'ancien bunker de la Friedrichstrasse de Berlin centre (ill.3) montrent clairement qu'un traitement créatif de l'existant constitue un apport beaucoup plus important à l'architecture durable qu'un retraitement d'apothicaire avec les particularités environnementales de matériaux de construction.

### **Page 74** **Déclarations de produits environnementaux dans la pratique nationale et internationale**

*Hans Peters*

Pour analyser le caractère environnemental des bâtiments on a besoin d'un système d'information sur chaque matériau et, en fonction du produit, de pouvoir suivre tout son cycle de vie. Les déclarations environnementales des produits, EPD (Environmental Product Declarations) sont conformes à ces conditions. La base de ces systèmes d'information sont les données sur les matériaux et les composants utilisés dans les matériaux, sur les flux d'énergie et de matière nécessaires pour chaque phase de la production et du transport ainsi que sur les émissions de matière lors de l'utilisation et du recyclage. Il faut tenir compte, par rapport à l'évaluation du matériau, du fait que les matériaux de construction sont rarement des produits finis. Leurs effets apparaissent en général seulement lorsque ils sont réutilisés dans des parties de construction ou d'ouvrage. Une évaluation correcte vis-à-vis de la protection de l'environnement et de la santé ne sera donc possible que dans le contexte de l'ouvrage achevé dans son ensemble.

Les EPD sont constitués de trois parties:

- la description du produit, c'est-à-dire son appellation et ses caractéristiques techniques: elle contient les informations sur les matériaux constitutifs ainsi que les informations liées à l'environnement et à la santé sur tout le cycle de vie du produit.
- les données sur le bilan écologiques, entre autre sur la consommation en énergie primaire ainsi que sur les gaz à effet de serre, sur la détérioration de la couche d'ozone, sur les acidités, l'eutrophie et les potentiels de «sommersmog».
- la base des vérifications et des agréments nécessaires: en fonction des besoins on demandera par exemple les vérifications des émissions pour les liants volatiles organiques (volatile organic compounds, VOC) selon les schémas AgBB et/ou les vérifications sur les comportements des activations dans les bétons comme sur leur teneur en radio-activité. L'objectif des analyses est en particulier de quantifier les effets des éléments construits sur l'air intérieur ainsi que sur l'eau, sur le sol, sur l'air et éventuellement sur l'eau potable. Pour pouvoir appréhender les particuli-

tés des matériaux de construction par rapport à leur production et à leur fonctionnalité on définit pour des groupes de produits des règles spécifiques concernant la définition des données (agréments nécessaires, critères de vérification). Ces règles de groupes de produit (Product category rules/PCR) tiennent compte du savoir spécifique des experts et des fabricants.

Au niveau européen, un comité de normalisation (CEN TC 350) a été chargé d'adapter la norme ISO-Norm 21 930 aux différents aspects en vigueur dans l'Union Européenne pour permettre un échange des EPD au delà des frontières nationales. Cela devrait permettre de créer un libre marché européen pour les matériaux de construction et de supprimer les privilèges commerciaux. Les matériaux et les produits qui disposent d'un EPD ne sont pas automatiquement «meilleurs» ou «plus durables» que les autres puisque la durabilité des matériaux de construction dépend toujours du contexte de leur mise en œuvre dans un bâtiment. Par contre, les EPD permettent l'estimation quantitative de la consommation des ressources et de l'énergie lors de la mise en œuvre des bâtiments.

### **Page 78** **Les auditeurs de «Green-Building» : Formation, opportunités des marchés et critères de qualité**

*Michael Bauer, Michaela Lambertz, Peter Möslé*

Les certifications Green -Building au niveau national et international garantissent la lisibilité et la possibilité de quantifier la durabilité des bâtiments. Les labels les plus courants sont le LEED-Standard américain (Leadership in Energy and Environmental Design), le protocole anglais BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) et le label allemand de la DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen). Avec la demande d'agréments des architectures durables qui augmente dans le monde entier on remarque l'établissement d'un nouveau métier, celui d'auditeur en «green-building». Son rôle constitue en première ligne à évaluer les qualités d'un bien immobilier du point de vue de ses aspects écologiques et durables et de délivrer un certificat.

#### *BREEAM – le premier label*

Le label BREEAM a été mis au point en 1990 et est ainsi le système d'authentification de la construction durable le plus ancien. Il n'y a pas de condition formelle spécifique pour devenir «BREEAM Licensed Assessor». Les examinateurs attendent, quoiqu'il en soit, une bonne connaissance de l'anglais, une compréhension de base dans le domaine de la construction et de la durabilité, des normes, des standards et des directives ainsi que des questions énergétiques et de

technique liées au bâtiment de la part des candidats. Les candidats commencent à acquérir tous les savoirs spécifiques en se formant déjà par eux-mêmes. À cela s'ajoute un cours intensif et obligatoire de trois jours, au siège BRE de Watford/Londres, qui comprend des ateliers de théorie et de pratique et qui s'achève par un examen de contrôle des connaissances. Un mémoire personnel doit aussi être rendu et rédigé en anglais, la langue de la formation. Le temps à investir par les candidats pour devenir BREEAM Licensed Assessor est à peu près, en fonction des connaissances de base, de 100 à 150 heures, plus les trois jours de cours intensifs. Le coût de la formation est de 2000 euros. On compte en Allemagne dix BREEAM Licensed Assessors pour BREEAM International, et dans le monde, plus de 300.

#### *LEED – le label le plus répandu*

Le système LEED a été mis au point en 1998 par l' U. S. Green Building Council (USGBC) et est désormais le système de certification le plus répandu dans le monde. Ceux qui souhaitent devenir « LEED Accredited Professional » doivent s'affranchir d'un examen en ligne, le «LEED Exam». Avant de se présenter à l'examen, le candidat doit avoir cumulé quelques expériences pratiques sur des projets certifiés LEED. Une participation active est obligatoire et doit pouvoir être justifiée. Tout comme pour le label BREEAM, des connaissances de base dans les techniques de construction et dans toutes les questions sur les installations techniques architecturales sont demandées. Les candidats à l'examen de clôture en ligne, en anglais, doivent se préparer individuellement et étudier les 400 pages du LEED Reference Guide qui contiennent toutes les informations sur le système dans son ensemble. Les candidats doivent aussi étudier en amont et avec précision le site de l'USGBC et celui de «Projektraum LEED». Ce dernier contient un système de management interne dans lequel il est possible d'intégrer des informations sur les projets, répertorie le système de points complet et permet de rassembler toutes les analyses nécessaires pour la certification.

L'examen LEED est une épreuve de type qcm, questions à choix multiples au cours de laquelle il faut répondre en deux heures à 80 questions, directement sur l'ordinateur. L'examen est réussi quand plus de 85% des réponses aux questions sont exactes. Le temps nécessaire pour se préparer au test est variable selon les candidats et dépend autant des connaissances de chacun que de leur niveau d'anglais. On peut cependant compter une dizaine de week-end de préparation complets. La formation coûte 300 euros.

#### *DGNB – le label le plus complet*

Le Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen (DGNB) a été introduit au début de l'année 2009. Il est aussi décrit comme un label de la deuxième génération puisqu'il tient compte avec la même attention des

trois piliers de la durabilité: l'écologie, l'économie et la qualité sociale. La Société Allemande de construction durable a mis en place un curriculum de formation officiel. Pour être autorisés à passer l'examen, les candidats au diplôme d'auditeur DGNB doivent faire preuve de plusieurs années d'expérience professionnelle et d'une formation universitaire adaptée. Seuls les candidats pouvant justifier 4 ans d'expérience professionnelle et d'un diplôme en architecture ou en ingénierie BTP seront habilités, après avoir réussi l'examen, à décerner individuellement le certificat DGNB à des ouvrages. La formation des auditeurs s'organise en trois modules obligatoires et 15 modules variables. Les modules obligatoires font, examen compris, 100 heures et délivrent les connaissances fondamentales sur les conditions de base et sur l'application du système de certification. Les modules variables représentent aussi 100 heures et traitent d'aspects spécifiques de la construction durable.

Ceux qui ne justifient pas d'une pratique professionnelle aussi longue peuvent toujours présenter l'examen de DGNB-Consultant. Un consultant peut conseiller sur la procédure de certification par contre, seuls les projets visés par un auditeur agréé peuvent obtenir le label. Un consultant pourra être agréé en auditeur après trois années de traitements réussis de certificats. La troisième étape, celle de Senior-Auditor est atteinte par tous ceux qui peuvent justifier au moins de cinq projets de certification menés à bien avec succès. En fonction des modules choisis, le prix pour les membres DGNB est entre 3000 et 6000 euros et pour les non membres DGNB entre 500 et 8000 euros. 200 auditeurs DGNB ont été assermentés jusqu'au printemps 2010.

Quelles sont les compétences nécessaires pour la certification d'un projet et comment obtenir une plus value pour le projet grâce à la certification ?

On attend d'un auditeur avant tout la connaissance du système: Il doit connaître chaque point d'analyse, les niveaux de contrainte et les méthodes de justification (ill.2, bloc 1). À cela s'ajoute que, pour une certification, des connaissances spécifiques sont indispensables. Pour le label allemand cela signifie avant tout un véritable «know-how» pour le calcul des coûts des cycles de vie (LCC) et pour celui du bilan écologique des bâtiments (LCA) mais aussi sur différents autres thèmes comme l'écologie de la construction et le «facility management» (bloc B). Mais ce sont avant tout les compétences spécifiques dans les domaines de la conception et de la pratique constructive, tout particulièrement dans le domaine de la physique constructive, des technologies de façade, du design énergétique et des installations techniques, qui permettent de définir un bon concept de durabilité et de mener à

un résultat positif de la procédure de certification (bloc C) et de travailler sur la bonne «longueur d'onde» avec l'équipe de conception. Pour parvenir enfin à la transparence des coûts et pour implanter avec succès le processus de certification dans le projet et dans le chantier, une véritable compétence de management est nécessaire. C'est dans ce cadre que le management de projet classique sous ses formes de gestion de coûts, de management des échéances et de la qualité joue aussi un rôle décisif (bloc D).