

DETAIL – Revue d'Architecture

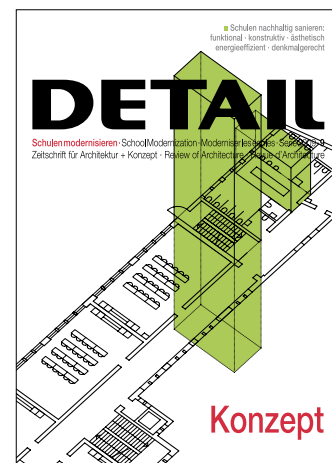
2009 □ 9 · Moderniser les écoles

Résumé français

Traduction:

Xavier Bêlorgey, architecte

E-Mail: xbelorgey@aol.com



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

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/219/ErgebnisHeft>

Résumé français**Page 858****Pour une réhabilitation durable des bâtiments scolaires**

L'école est le lieu où les enfants et les adolescents passent le plus de temps en dehors de la maison. Dans cette optique, les concepts de développement durable, d'écologie et de rendement énergétique sont à considérer non seulement comme les objectifs à atteindre dans un bâtiment mais aussi comme autant de matières d'apprentissage. Intégrés au programme pédagogique de l'école ces concepts sensibiliseront les écoliers et seront mieux transportés dans la société. Même si ce n'est pas une préoccupation majeure de l'architecture il est possible, lors du projet de réhabilitation énergétique d'un bâtiment, de représenter les contextes complexes des différents aspects énergétique d'un ouvrage. En effet, c'est seulement quand les élèves comprennent comment les causes et les conséquences sont liées qu'ils peuvent développer une attitude consciente envers l'environnement. Bien au delà de la question de l'apprentissage des économies d'énergie, le bâtiment «école» peut devenir une espèce de bourse aux informations dans laquelle les futurs preneurs de décision, héritiers de la crise climatique, pourront tester des idées et des actions, débattre et échanger. Dans cette perspective il est indispensable d'analyser la notion de développement durable dans sa globalité. Elle englobe, en plus du rendement énergétique, un ensemble vaste de mesures écologiques, touchant particulièrement les matériaux et les techniques constructives qui doivent être choisis avec discernement, les possibilités offertes par le recyclage, la volonté de réduire les énergies grises, le respect et l'économie des ressources et de l'eau, la libération des surfaces étanchées et les sources d'énergie naturelle. L'analyse ne doit en aucun cas se transformer en état des lieux figé et ponctuel, elle doit absolument prendre en compte les réseaux dynamiques et vivants des cycles de vie. Les différents aspects qui influencent la réhabilitation d'une

école dans son bilan énergétique seront abordés dans les paragraphes suivants.

Le devoir communal

Les mentalités ont connu un véritable changement au cours des dernières années pour donner naissance à une véritable prise de conscience de la société. Le besoin d'agir pour corriger les influences négatives de l'homme sur le climat et pour limiter leurs conséquences est désormais véritablement pris en compte. C'est ainsi que les objectifs de réduction des émissions se sont de plus en plus précisés depuis la conférence de Rio dans les années 1990. Différentes initiatives ont vu le jour au niveau communal et dans le cadre d'efforts pris à l'échelle nationale. Des pactes climatiques ou autres accords régionaux comparables s'engagent pour la réduction durable des émissions d'oxyde de carbone. Ces objectifs peuvent être atteints de deux manières. Soit grâce à des énergies faibles en émissions, en remplacement des énergies fossiles, ou encore mieux, par la réduction de la consommation. La seconde alternative est obtenue par la consommation optimisée des énergies (principe de rendement). Dans ce cas, la consommation de base n'est pas réduite grâce à l'utilisation d'énergies alternatives, c'est seulement le taux de rendement qui est amélioré. À cela s'ajoute éventuellement le besoin de vérifier la véritable nécessité de l'utilisation d'énergie, conduisant à optimiser les besoins à la source (principe de suffisance).

La conception et la mise en œuvre des mesures nécessaires forcent les communes à mettre en place un véritable management structuré autour de l'énergie.

Les bases les plus importantes du plan d'action sont l'optimisation des alimentations en énergie, le rendement énergétique dans le secteur du bâtiment ainsi que dans les transports et la mobilité. On sait bien qu'une grande partie de la consommation est redevable à l'exploitation des bâtiments. C'est pour cette raison que la volonté d'atteindre les objectifs de la réduction de CO₂ conduit inévitablement à réhabiliter les bâtiments. Les maîtres d'ouvrage privés sont motivés

par des crédits ou des programmes de subvention spécifiques. De la même manière les communes sont informées de la nécessité d'améliorer, pour le futur, les conditions énergétiques de leurs biens fonciers, entre autres les écoles. Là encore, différentes formes de subventions sont mises en place comme par exemple, en ce moment, le «Konjunkturprogramm» qui permet de financer les réhabilitations de différents programmes pédagogiques, centre de loisirs ou écoles avec 7 milliards d'euro au cours des 2 prochaines années. Ces investissements doivent améliorer aussi bien les standards architecturaux qu'énergétiques des différents bâtiments scolaires. La commune profite, en plus, de leur fonction de modèle. Les mesures technologiques et architecturales sont présentées au public, les progrès techniques testés, les expériences les plus importantes documentées et analysées. Cela permet aussi d'en finir avec les craintes du nouveau ou de l'expérimental. Il est d'autant plus important, pour cette raison, de réaliser ce type de projet avec beaucoup de soin et des méthodes bien réfléchies.

Réhabilitation nécessaire-réhabilitation possible

Les écoles sont des bâtiments particuliers parmi les différents types de réhabilitation. Du point de vue typologique, de nombreuses possibilités sont envisageables, pas seulement du point de vue fonctionnel ou structurel mais aussi formellement. Dans ce cas il faut toujours se poser la question du bon rapport à l'existant. Dans le cas de la réhabilitation d'une école il faut vérifier deux aspects: la nécessité de la réhabilitation et la possibilité de la réhabilitation. Le premier aspect fait référence aux valeurs aussi bien objectives que subjectives du bâtiment existant, les valeurs qui parlent en faveur du maintien de la substance bâtie et qui permettent de décider ou de refuser le projet de réhabilitation. De ce point de vue les bâtiments classés monuments historiques imposent leurs conditions spécifiques claires, le point de départ du projet de réhabilitation étant défini et échappant pour sa plus grande part à la violence des choix de l'architecte.

te ou du maître d'ouvrage. La situation de nombreux bâtiments qui ne sont pas classés monuments historiques est plus difficile, ce type d'édifice n'ayant, le plus souvent, pas de caractéristique particulièrement marquante. Dans le cas des bâtiments des années 70, c'est en général la clarté de l'organisation et de la structure qui est mise en valeur. Les façades modulaires, les portiques en béton avec des bandeaux ou des planchers en porte à faux, les façades suspendues en panneaux de béton préfabriqués. Ces éléments constituent du point de vue constructif et énergétique des défis difficiles à résoudre qui nécessitent un langage architectural adéquat lors de la réhabilitation. Imiter les traitements d'origine avec des matériaux équivalents fausse, dans la plupart des cas, l'esprit du bâtiment. Une alternative pourrait consister à sauver l'intention formelle d'origine mais avec de nouvelles interprétations dans les matériaux. Il est d'ailleurs assez souvent possible de retrouver les objectifs formels d'origine avec de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques.

Les caractéristiques fonctionnelles et constructives d'un bâtiment sont analysées et forment la notion de «possibilité de réhabilitation». Les aspects énergétiques font partie de cette catégorie. On définit l'étendue des mesures à prendre, du curetage, à la démolition totale ou partielle jusqu'à la construction neuve, cela permet de vérifier si une réhabilitation est indiquée ou économique. Dans le cadre de la tentative d'intégrer dans un bâtiment existant un programme d'espace cohérent et contemporain, une extension s'avère souvent nécessaire, elle abrite le plus souvent des fonctions difficiles à intégrer comme par exemple les cantines.

Standards de la réhabilitation et économie

Lors des projets de réhabilitation il faut définir le standard des objectifs. La réglementation renforcée pour les économies d'énergie de 2009 va entrer en vigueur le 1^{er} octobre et les valeurs limites seront obligatoirement respectées. Au delà de cela on exige depuis le 1^{er} juillet 2009 un «Passe énergie» pour tous les programmes hors logement avec, en plus, l'obligation pour les bâtiments recevant du public de rendre les consommations transparentes, pour les utilisateurs. La réglementation-énergie sera remise à jour d'ici trois ans avec des conditions renforcées. Il est donc clair qu'une réhabilitation avec des objectifs de durabilité au niveau énergétique ne peut pas se contenter des seules conditions de la réglementation-énergie. Les standards énergétiques les plus bas ou le respect des réglementations pour les bâtiments neufs sont, dans la plupart des cas architecturalement, techniquement et économiquement relativement simples à atteindre et doivent être considérés seulement comme des objectifs minimaux. Les conditions plus élevées des standards «Passivhaus» sont, en revanche, dans le cas de projets de ré-

habilitation, plus difficiles à remplir. En fonction des particularités propres à l'existant et des possibilités de réhabilitation, les standards sont souvent difficiles à atteindre, malgré l'optimisation de la conception, de la technique et de la construction. Par contre ils doivent toujours représenter un objectif: Il faut bien peser en détail le pour et le contre, dans le projet, entre les possibilités d'intervention et leurs conséquences. Il faut préférer les mesures qui permettent d'influencer le plus efficacement possible le bilan énergétique et les coûts de fonctionnement durablement et à long terme. C'est justement quand des travaux de remise en état ou des réhabilitations sont indispensables que l'optimisation énergétique des ouvrages doit être envisagée. L'exécution des travaux de réhabilitation est difficile quand ils se font par phase et qu'ils ne touchent pas des parties de bâtiment au fonctionnement autarque ou quand la réhabilitation ne touche que des éléments isolés comme le remplacement des fenêtres, les rénovations de toiture ou le remplacement d'une installation de chauffage. Ces interventions doivent toujours faire partie d'un projet d'ensemble et tenir compte des phases suivantes jusqu'à l'achèvement complet du projet de réhabilitation. Il faut éviter les exécutions insuffisantes du point de vue énergétique comme par exemple les isolations trop faibles ou les fenêtres avec du vitrage ou des menuiseries conventionnelles. Ces éléments ne pourront être améliorés, plus tard, qu'en les démolissant et en les remplaçant. L'espérance de vie d'une réhabilitation montre si les investissements sont économiques à long terme. Dans ce cas, les économies à atteindre sont si importantes (facteur 10 voire supérieur) qu'en règle générale un amortissement par la baisse des coûts de fonctionnement est facile à atteindre. Dans le cas d'une consommation d'énergie normale de 200 à 300 kWh/m² dans l'existant il est possible de réaliser des économies qui peuvent atteindre 90%. D'après l'Institut pour l'énergie du Vorarlberg, qui conseille les communes pour les réhabilitations d'écoles il est possible d'attendre une réduction des besoins en énergie de chauffage de 20 à 30 kWh/m² seulement grâce à l'optimisation économique des mesures de réhabilitation. Les surcoûts pour cela sont d'environ 5 à 8% et donc nettement plus bas que ceux auxquels on s'attendait à l'origine dans les communes. L'équilibre économique entre le surcroît des dépenses et les objectifs d'économie est difficile à calculer parce que l'évolution des coûts d'énergie ne se laisse pas pronostiquer. Et pourtant, même avec des données optimistes la plupart des amortissements sont possibles à réaliser pendant la durée de vie des projets. Cela donne aussi, comme effet supplémentaire, la sécurité future de l'approvisionnement en énergie. Quelques villes ou communes se sont appropriées cet objectif. La ville de Francfort-sur-

le-Main par exemple a rendu obligatoire les standards «passivhaus» pour les nouvelles constructions. La première école allemande construite selon les standards «passivhaus» s'est achevée fin 2004 à Francfort. Les résultats attendus se sont vérifiés à l'usage et lors des relevés calorimétriques. La ville impose le même standard pour les réhabilitations. «Lors des travaux de réhabilitation de bâtiments communaux il faut tenir compte des composants «passivhaus» (isolation, fenêtre, ventilation avec gains thermiques). Le standard de «passivhaus» doit être atteint. Si ce standard ne peut pas être atteint il faut le justifier».

Modification des besoins d'espace

La plupart des écoles existantes a besoin d'être réhabilitée architecturalement, fonctionnellement et du point de vue énergétique, à cause de leur vétusté et de l'intensité de leur utilisation. Elles ne remplissent que de manière insatisfaisante toutes les normes qui se sont durcies au cours des dernières années, dans les domaines de la sécurité incendie, de la thermique ou de la sécurité des lieux de travail. À cela s'ajoutent les modifications des concepts pédagogiques qui achèvent de les rendre obsolètes. Les bâtiments classés monuments historiques sont minoritaires dans le parc des ouvrages à réhabiliter. La plus grande partie des écoles à rénover date des années 60-70, conséquence des années baby-boom. Après une utilisation de presque 50 ans et à cause des techniques et des standards constructifs utilisés à l'époque, presque tous les bâtiments de cette époque ont grandement besoin d'être rénovés. Le programme consiste donc désormais à assurer la substance encore utilisable, à diminuer les besoins en énergie et à adapter les conditions fonctionnelles à celles d'un fonctionnement scolaire contemporain. Ces bâtiments ont atteint à peine la moitié de leur durée de vie et ne sont ni trop vieux ni fonctionnellement trop mauvais pour pouvoir justifier leur démolition et une nouvelle construction. La réhabilitation prolonge la durée de vie de la substance bâtie et la suite de l'utilisation de l'infrastructure existante. Le bâtiment est recyclé dans sa globalité et la consommation d'énergie qu'a nécessité sa construction est répartie sur une durée plus longue. Le curetage, souvent nécessaire lors d'une réhabilitation générale, permet d'envisager une nouvelle répartition des pièces dans les systèmes tramés des ouvrages. Avec une meilleure exploitation des zones existantes, les espaces chauffés sont économisés et cela constitue en fait la mesure la plus rentable pour économiser l'énergie. Les programmes pédagogiques contemporains ont des conséquences sur les espaces: on a besoin de pièces de tailles différentes, en plus des classes normales, pour le travail en petit groupe, les réunions, la médiation etc., ainsi que des pièces avec des équipements spécifiques comme par exemple les salles d'informatique. La ten-

dance à des journées scolaires complètes et les demandes de centres de loisirs l'après midi nécessitent aussi plus d'espace. Comme les programmes pédagogiques s'étirent jusque dans l'après-midi, la question du repas de midi se pose et l'offre traditionnelle offerte par une simple cafétéria ne suffit plus. Un self-service ou une cantine qui puissent proposer des repas chauds font ainsi partie à part entière des nouveaux programmes scolaires. Le mobilier et les équipements techniques ont aussi beaucoup changé (ordinateurs en réseau, moyens de projection etc.). Dans le cas de la mise à jour technique le contrôle moderne des systèmes économiques en énergie pour l'éclairage, la ventilation, les protections solaires et le chauffage sont judicieux.

Les points faibles de l'existant

Les problèmes typiques des réhabilitations scolaires par rapport aux points faibles énergétiques sont entre autres:

- les dalles ou les poteaux en béton non isolés formant des ponts thermiques
- les dalles de rez-de-chaussée mal isolées
- les ponts thermiques au droit des jonctions des parties construites
- les menuiseries non dissociées thermiquement des fenêtres et des portes
- les fenêtres ou porte-fenêtres sans vitrage thermique et avec des joints d'étanchéité détériorés
- la mauvaise étanchéité à l'air des fenêtres avec pour conséquence des courants d'air dérangeants, même si l'air frais est insuffisant
- les robinets thermostatiques manquent le plus souvent sur les radiateurs, les températures excessives sont régulées par l'ouverture des fenêtres

Tous ces éléments minimisent le confort des espaces et influencent négativement le rendement et la concentration des professeurs et des élèves. Nous exposerons à la suite les différentes mesures envisageables pour parer à ces déficits.

Aspects énergétiques de la réhabilitation

Les principes de réhabilitation à bon rendement énergétique qui commencent à s'imposer de plus en plus se prêtent aussi aux projets de réhabilitation énergétique des bâtiments scolaires. Nous nous arrêterons sur les aspects qui touchent spécifiquement les typologies architecturales des écoles. Le choix des mesures de réhabilitation s'effectue après l'analyse approfondie de l'existant comprenant aussi un bilan énergétique faisant ressortir les gains et les pertes. Il est possible, à partir de là, de déterminer les priorités et d'en déduire des conséquences constructives et formelles.

Les images thermographiques offrent des informations précieuses qui permettent de déterminer les points faibles des enveloppes des bâtiments.

«Quand les parties à courte durée de vie d'un bâtiment sont accessibles et modifi-

bles, leur durée de vie totale se prolonge». L'intégration de la technique ainsi que celle des mesures de réhabilitation pour le gros œuvre, le second-œuvre et les aménagements doivent aussi suivre ce principe de la dissociation des éléments constructifs en fonction de durées de vie plus ou moins longues. Cela permet de répondre de la meilleure façon aux contraintes spécifiques. Les écoles sont constituées de différentes zones, aussi bien dans leurs caractéristiques spatiales que fonctionnelles que dans les périodes de leur utilisation (salles de classe, salles de travaux manuel, couloirs, cours de récréation, gymnases, bibliothèque, administration, cafétéria). Les besoins climatiques, le renouvellement de l'air, l'éclairage, la protection solaire et la température des différents espaces varient en conséquence. Même si ce sont les classes qui donnent la mesure des mesures à prendre pour la réhabilitation énergétique toutes les contraintes et conditions des autres espaces sont à prendre en compte au plus juste.

- Pertes de transmission de chaleur

L'isolation sans faille de l'enveloppe a évidemment la priorité absolue. Dans la plupart des cas c'est aussi la mesure de réhabilitation la plus rentable. La définition de la limite thermique du volume chauffé permet de définir le positionnement nécessaire de l'isolant. Les surfaces difficiles à atteindre de l'extérieur comme les murs de cave ou les dalles en contact avec le terrain sont problématiques. Dans ces cas, l'isolation intérieure est en général la seule alternative. Les nouveaux matériaux comme les panneaux de silicate de calcium ou les panneaux isolants sous vide offrent d'autres possibilités. Les ponts thermiques au droit des parties construites qui traversent la limite thermique comme les poteaux, les retombées de poutre ou les dalles de béton en porte à faux conduisent souvent à des désordres dus aux pertes thermique trop élevées. Pour cette raison ils doivent être particulièrement bien analysés.

Un taux de vitrage élevé des façades est nécessaire pour assurer un éclairage suffisant. En conséquence l'épaisseur et la qualité des vitrages jouent un rôle essentiel dans le bilan énergétique. Les fenêtres conformes au standard «passivhaus» permettent, même sans positionner les radiateurs au-dessous, de réaliser une zone de fenêtre confortable, sans sensation de froid et sans courant d'air.

- Pertes de chaleur par la ventilation:

La qualité et l'hygiène de l'air des salles de classe est mesurée principalement par leur teneur en CO₂. Selon les normes en vigueur il ne faut pas dépasser une valeur de 1500 ppm. D'après Pettenkoffer, il faut compter dès un dépassement de 1000 ppm, sur une minoration du confort. Les conséquences seront exprimées par des maux de

tête, la fatigue, les troubles de la concentration et la baisse de rendement. Les mesures effectuées dans les écoles confirment toujours que la ventilation manuelle par l'ouverture des fenêtres est insuffisante. Le dépassement des valeurs limites est plus souvent la règle que l'exception. À cela s'ajoutent les augmentations des pertes de chaleur liées à la ventilation. La ventilation contrôlée avec récupération de chaleur est la solution appropriée pour assurer aussi bien la qualité de l'air conforme aux conditions d'hygiène et de confort que pour réduire au minimum les pertes de chaleur par la ventilation. Le grand nombre de personnes dans une pièce (env. 30 élèves pour 60 m² a pour conséquence la montée rapide du CO₂ et impose un renouvellement de l'air plus important. Les 30m³/h imposés autrefois par la norme DIN 1946 se sont cependant avérés trop élevés si l'on considère les mesures de contrôles du CO₂ effectuées dans de nombreux bâtiments neufs ou réhabilités.

D'après la norme EN 13779 un volume courant d'air d'environ 20 m³/h par personne est suffisant pour obtenir une qualité d'air acceptable et permet en conséquence de dimensionner des installations de ventilation plus petites.

Les conditions pour une ventilation au bon rendement énergétique sont une consommation réduite d'électricité par volume d'air, au moins 75% de récupération de chaleur et une enveloppe sans faille. Les jonctions entre les différentes parties et surtout le montage des fenêtres doivent être réalisés pour être étanches à l'air. Pour réduire les coûts de fonctionnement la ventilation doit être intermittente et contrôlée en fonction des besoins. La solution la plus simple consiste en la répartition temporelle des périodes de fonctionnement. Celle-ci ne peut tenir compte ni des modifications d'occupation des pièces ni des heures de cours annulées. Le réglage du volume d'air à renouveler devrait être assuré grâce à un détecteur de la présence de CO₂. Les surfaces techniques nécessaires à la ventilation présentent pour la plupart des projets de réhabilitation un problème difficile à résoudre. Pour les bâtiments à toit plat la surface de toiture sert à la pose des installations de ventilation. Les installations décentralisées facilitent la conception et l'installation, permettent une mise en œuvre et un entretien individuels des appareils mais entraînent en revanche un niveau d'entretien plus élevé. En opposition avec les idées reçues, l'ouverture des fenêtres en hiver, dans le cas d'une ventilation contrôlée, est tout à fait possible mais n'est pas nécessaire. Le courant d'air froid qui en découle force les utilisateurs à refermer très vite les fenêtres. Les fenêtres qui peuvent être entrebâillées vont dans le sens d'une ventilation manuelle consciente, même en été.

- Apports de chaleur interne, éclairage
L'occupation d'une école, comparée à celle

d'un immeuble de logement est 10 fois plus importante. Cela augmente en conséquence le besoin de renouvellement d'air ainsi que la production de chaleur interne. Environ 30 élèves et un enseignant produisent environ 2 kW par heure ce qui suffit au chauffage d'une pièce selon les standards «Passivhaus». L'apport de chaleur n'est cependant pas constant et subit des variations extrêmes au cours de l'année (vacances), de la semaine (jours fériés, week-end) et pendant la journée (heures de cours, récréation, heure libre). Pour exploiter efficacement la production de chaleur interne l'harmonisation exacte entre le chauffage et la ventilation et chaque salle est obligatoire.

L'éclairage artificiel apporte une chaleur supplémentaire mais doit être remplacé, dans le respect des économies d'énergie, par un éclairage naturel. Le contrôle, en fonction de l'éclairage naturel, de l'éclairage artificiel et les nouveaux systèmes d'éclairage nécessitent presque 40% de moins d'énergie électrique que les systèmes conventionnels. Les protections solaires méritent beaucoup d'attention pour éviter les éblouissements ou les surchauffes sans pour autant limiter l'éclairage naturel.

- Apport thermique solaire

Les rayonnements solaires et les apports thermiques internes conduisent souvent à des surchauffes dans les bâtiments optimisés énergétiquement. De plus, pendant les cours, l'ensoleillement n'est pas forcément souhaité. Du fait de l'occupation intermittente des classes il y a des périodes où la chaleur du soleil peut procurer un apport thermique. Une façade orientée au sud s'y prête assez bien. On obtient, avec une bonne protection solaire réglable, une bonne protection pendant les cours et l'on peut, en dehors de ces moments profiter des gains de chaleur. La compréhension du fonctionnement par l'utilisateur est importante pour éviter d'avoir recours à une automatisation complète. Les installations de protection fixes ne sont pas appropriées puisqu'elles réagissent mal aux changements. Les lamelles orientables avec possibilités de réglage différenciées en partie haute présentent une alternative économique et effective. L'utilisation de l'énergie solaire pour préparer l'eau chaude joue un rôle secondaire dans les écoles. À l'exception des gymnases, la consommation en eau chaude est normalement trop faible pour justifier l'installation d'une installation solaire thermique. Les surfaces de toiture se prêtent cependant à l'installation d'éléments photovoltaïques. L'énergie ainsi produite ne sert alors pas à couvrir la consommation de l'école mais est plutôt reversée dans le réseau. Les installations photovoltaïques peuvent être aussi financées avec des fonds distincts. Les communes établissent des contrats de concession à des investisseurs privés qui installent les installations solaires et les exploitent.

Chauffage et refroidissement

La différence dans le bilan énergétique entre les gains et les pertes de chaleur doit être rééquilibrée par le chauffage et ou le refroidissement. Grâce à la plupart des réhabilitations visant au rendement énergétique les besoins de chauffage ou de refroidissement sont réduits à une part infime. L'installation de chauffage existante se voit devenir absolument surdimensionnée et est en général remplacée par des systèmes de meilleur rendement et causant moins d'émissions. C'est là que l'on peut envisager l'apport d'énergies alternatives. De la même manière, la répartition de chaleur par les radiateurs reste surdimensionnée et est en général rénovée lors de la rénovation du système de chauffage. Comme pour la ventilation, une réaction rapide du chauffage est importante, aussi bien par rapport aux conditions climatiques extérieures que par rapport aux changements dans le fonctionnement. Les réglages individuels des pièces doivent permettre de mettre en place un programme temporaire et un réglage des températures.

Il faut aussi prévoir la ventilation naturelle en été. Lorsque la température dépasse 30 °C à l'ombre la ventilation manuelle par les fenêtres apporte peu de chose pour le refroidissement. Dans ce cas, la masse bâtie doit assurer un effet de tampon thermique face aux pointes de température. Des lanternes ou des trappes résistantes à l'effraction et aux intempéries doivent assurer, la nuit, le refroidissement de la masse d'accumulation thermique. Comme dans la plupart des réhabilitations, les façades, ou au moins les surfaces de façade, doivent être rénovées et la répartition et le positionnement précis des ouvrants est assez simple à prévoir. Un capteur géothermique en amont peut aussi servir l'été pour permettre de tempérer les espaces par la ventilation mécanique.

Comportements de l'utilisateur

Une réhabilitation énergétique implique toujours le changement des comportements des utilisateurs. Les habitudes de ventilation, la protection solaire, l'éclairage et le chauffage nécessitent de nouvelles habitudes et la bonne compréhension du système. Malgré la documentation exhaustive des mesures et les explications pratiques il est nécessaire de mettre au point une stratégie de communication d'accompagnement et d'adapter précisément l'optimisation de la technique sur les schémas comportementaux des utilisateurs. Les bâtiments avec une excellente isolation thermique et une consommation très basse ou même répondant à la norme «Passivhaus» réagissent de façon très flexible aux variations d'usage. La complexité des installations modernes dépasse souvent les compétences normales d'un gardien. Dans une première phase le personnel scolaire a aussi besoin d'un conseil spécialisé pour que les mesures

énergétiques prévues soient contrôlées pour le meilleur rendement. Il faut aussi prévoir un accompagnement et des adaptations de réglage pendant deux à trois ans après la réalisation pour atteindre les résultats voulus. De cette matière on est gagnant sur plusieurs tableaux: en plus des économies effectuées sur les coûts de fonctionnement, on obtient de meilleures conditions d'apprentissage pour les élèves et des meilleures conditions de travail pour les enseignants grâce au bon équilibre de l'atmosphère thermique ainsi que des modèles de comportement marqués par la conscience du caractère durable et environnemental des actes. En plus de son caractère écologique une réhabilitation énergétique permet de réduire les coûts de fonctionnement et assure plus de sécurité du point de vue de l'approvisionnement en énergie. Les charges d'entretien et de maintenance baissent et permettent de diminuer les budgets à long terme. L'aspect le plus important, même si c'est un avantage difficilement mesurable, d'une réhabilitation énergétique réside dans l'amélioration évidente des conditions d'enseignement et, au delà, dans la perspective d'un effet positif à long terme sur les élèves et les enseignants.

Page 884 Réhabilitations scolaires dans la ville de Zurich

Le retard des rénovations nécessaires

«Chaque réhabilitation d'école est un cas particulier qui doit être abordé avec autant de respect que de soins. Chaque bâtiment présente un défi spécifique et nous force à prendre des décisions. Il est donc très important qu'un véritable état d'esprit unitaire anime à sa base une équipe de projet». Cela résume l'expérience de Sandra Zacher, responsable des projets de réhabilitation scolaires au sein de la ville de Zurich. À Zurich, les projets de réhabilitation sont développés par des équipes interdisciplinaires avec des représentants de l'école, du bien foncier, du bureau municipal de l'architecture, de l'architecte et des différents consultants spécialisés. Zurich, ville de 370 000 habitants compte 110 groupes scolaires primaires et secondaires à travers lesquels on peut lire 150 ans d'histoire de l'architecture et l'évolution de l'école: des palais imposants début de siècle, avec leurs classes surdimensionnées et leurs larges corridors aux bungalows plus intimes, noyés dans la verdure. Les écoles sont les témoins de leur époque, leur présence, leur expression fonctionnelle et leurs qualités architecturales rayonnent fortement sur leur environnement en leur conférant une identité. À peu près la moitié du patrimoine scolaire est inscrite à la liste des ouvrages à protéger. «Les écoles ne sont pas de l'architecture moyenne» explique Sandra Zacher. «Elles sont souvent

les seuls bâtiments publics dans les quartiers d'habitation et porteuses de l'identité du quartier. La plupart est issue de concours d'architecture et témoigne de la culture de certaines époques. Elles constituent un héritage que nous ne pouvons détruire qu'une fois». Le nombre croissant des écoliers mais aussi les modifications fonctionnelles sont à l'origine, à la fin des années 1990, de nombreux projets scolaires. 26 pavillons mobiles du type «Zuri-Modular» ont permis de pallier, sur certains sites choisis, aux besoins d'espace. En parallèle, de nombreux projets d'extension et quelques nouvelles écoles ont été conçues et réalisées jusqu'en 2009. Les bâtiments neufs sont conçus dans leur structure spatiale selon les données de la pédagogie moderne: les classes sont reliées en groupes ouverts et permettent des cours en atelier par groupes plus ou moins importants. Entre temps, la maîtrise d'ouvrage s'est davantage penché sur la remise en ordre des bâtiments existants. La cellule immobilière de la ville de Zurich, fondée en 2002 a montré que les besoins de réhabilitation atteignaient un niveau très alarmant. Une stratégie a été mise en place, fondée avant tout sur l'urgence des réhabilitations plutôt que sur les besoins d'espaces en augmentation. La politique a mis à disposition les moyens nécessaires pour permettre de réhabiliter 4 groupes scolaires par an.

Le développement du projet comme travail d'équipe

Le développement du quotidien scolaire avec le «team teaching», le travail en groupes, l'individualisation des cours et l'aug-

mentation généralisée des programmes périscolaires oblige à trouver des solutions spatiales, à créer des nouveaux groupes, des niches pour le travail personnel ou, au contraire, des zones de travail plus grandes. Il faut aussi trouver plus de place pour les activités de loisir et autour du repas de midi. Le besoin d'espace va souvent contre le respect de la substance architecturale existante. Cette contradiction force tous les intervenants à chercher aussi des solutions, même inhabituelles, aussi bien pour les mesures architecturales que pour adapter le programme fonctionnel.

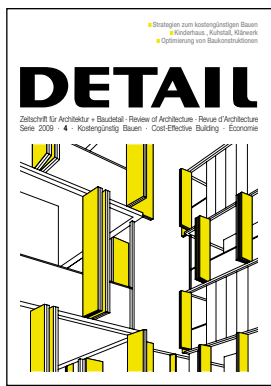
Le point de départ de tous les projets de réhabilitation est l'analyse de l'état existant et du parti fonctionnel de l'école. L'administrateur du bâtiment analyse, avec la direction de l'école et la collaboration des différents acteurs comme les pompiers et les monuments historiques, le potentiel du site ce qui permet d'évaluer différents scénarios de solutions, du nouveau bâtiment jusqu'à des solutions fonctionnelles ponctuelles. Après des études de faisabilité indépendantes effectuées par les services municipaux de la construction la définition du projet est définitive et permet de fixer contractuellement la maîtrise d'œuvre. La gestion des équipes interdisciplinaires n'est pas évidente. «Les pédagogues et les gens du bâtiment doivent trouver un langage commun» souligne Sandra Zacher. «Il faut toujours redéfinir les rôles de chacun: l'idéal c'est quand les gens de l'école sont capables d'exprimer leurs besoins en objectifs sans tout de suite imaginer pouvoir prendre le crayon et le carnet d'esquisse. De leur côté, les architectes doivent apprendre à écouter et à poser des questions. Les deux partis

doivent être prêts à faire des compromis ou à envisager des solutions alternatives. Pour le bienfait d'un monument ancien il faut aussi pouvoir, de temps à autre, se passer des meilleures solutions techniques et accepter, par exemple, que des fenêtres anciennes soient remises en état et non pas remplacées par des fenêtres métalliques. Dans les écoles d'après guerre, avec leurs classes relativement petites conçues pour 25 enfants et un maître, il manque de la place pour l'enseignement en groupes ou pour des postes de travail supplémentaires sur informatique. Ce type d'école a besoin d'être adapté aussi bien structurellement que dans son concept fonctionnel. Il existe différentes possibilités comme par exemple une nouvelle distribution des classes (quand la structure le permet) ou la construction de portes de communication qui permettent d'utiliser la classe voisine, quand elle est vide, en salle de groupe. Il est donc possible d'améliorer la valeur d'usage avec ce type de petites interventions. Souvent les contraintes réglementaires, exigées par les pompiers ou par la réglementation handicapés sont en conflit avec la structure existante du bâtiment et les besoins de l'utilisateur. Les «arguments de sécurité comptent beaucoup plus que l'aspect architectural ou relevant de la conservation historique» regrette Sandra Zacher. «La réglementation incendie, les normes pour les garde-corps ou les allèges et même la norme tremblement de terre ont été très fortement renforcées depuis les années 50 ce qui nous impose souvent des interventions douloureuses sur l'existant. C'est ainsi, par exemple, qu'il a fallu supprimer les portes et les plafonds des corridors en bois qui causaient réguliè-

DETAIL Revue d'architecture

Abonnement édition originale (en allemand et anglais)

DETAIL
Service



Nouveau : maintenant avec deux éditions spéciales DETAIL Green

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

Les avantages de votre abonnement :

- résumés en français des articles les plus importants pur télécharger sous 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 2009 : (Sous réserve de modification)

1/2 Toitures	7/8 Construire en verre
3 Konzept: Musique et théâtre	9 Konzept: Moderniser les écoles
4 Économie	10 Maçonnerie (+ enduits et couleur)
5 Matériau et surfaces + DETAIL Green	11 Réhabilitation + DETAIL Green
6 Viabilisation - distributions	12 Thème spécifique

rement des problèmes d'incendie, malgré leur caractère si chaleureux».

Rénovation «analogue»: groupe scolaire d'Holderbach

L'école d'Holderbach est intégrée dans un faubourg résidentiel de la même période et assez homogène au nord de Zurich. Bien qu'elle ne soit pas inscrite à l'inventaire des monuments historiques elle constitue un témoin de grande qualité. Les professeurs ont émis le souhait d'apporter quelques notes de couleur dans la tonalité grise de l'école. L'architecte Roger Boltshauser a tenu compte de ce souhait et apporté des accents colorés au moment de la réhabilitation. L'objectif de sa stratégie consiste à formuler une réinterprétation contemporaine de l'esprit des années 50, à rafraîchir l'école et harmoniser ses caractéristiques. Il décrit sa démarche sous l'appellation de «rénovation analogue». Au premier coup d'œil les pavillons semblent inchangés. C'est seulement en se rapprochant que l'on voit que les fenêtres sont neuves. Les anciennes modénatures ont été reprises mais les profils sont plus larges et plus solides. L'architecte est parvenu à casser cette surcharge en choisissant un rouge pour les ouvrants qui contraste avec le gris des dormants. Des lames étroites et coniques divisent les fenêtres, grâce à ces nouveaux éléments, la façade paraît aussi filigrane que lors de sa construction. À l'intérieur les nouvelles portes coupe-feu sont habillées de bois clair. Un nouveau meuble intégré recouvre, dans les classes éclairées des deux côtés, le mur latéral et regroupe une armoire, le tableau noir et des panneaux d'affichage. Ce meuble est caractérisé par sa forme moderne et robuste et répond aux nouvelles fenêtres. Il est aussi peint en bleu clair.

Une stratégie sur plusieurs sites: l'école d'Hirzenbach

Pour répondre aux nouvelles contraintes pédagogiques d'un côté, aux moyens limités et au respect d'ordre culturel pour les ouvrages anciens d'un autre côté, une intervention sur plusieurs parcelles s'est imposée. Au lieu de transformer en profondeur chaque bâtiment il s'est avéré préférable de concentrer quelques besoins en un seul lieu, un bâtiment en extension, et de rénover de façon plus légère les bâtiments existants. Le centre scolaire d'Hirzenbach, au nord de la ville dans le quartier de Schwamendingen est un exemple de ce type d'intervention. L'augmentation du nombre d'élèves dans le quartier, le besoin d'un centre de loisirs ainsi que l'évolution des besoins liés aux programmes pédagogiques ont conduit la communauté scolaire de Schwamendingen à envisager la création de nouveaux espaces pour les écoles. Au lieu de morceler ces nouveaux espaces dans les différents groupes scolaires, la ville de Zurich a mis au

point une stratégie globale pour trois groupes scolaires voisins: Mattenhof, Luchs-wiesen et Hirzenbach en créant une véritable synergie. L'école de Luchs-wiesen a été agrandie d'une nouvelle aile de classes et d'une bibliothèque. On a construit sur le site voisin de Hirzenbach un grand gymnase à la disposition des trois écoles ainsi qu'un jardin d'enfants et un centre de loisirs. Les deux bâtiments neufs viennent se relier à l'ancien bâtiment par le nord et le sud. Ils s'intègrent à la structure urbaine du quartier d'Hirzenbach et réinterprètent avec une écriture contemporaine l'école existante. La trame de grand format des façades en béton clair rayonne par son esprit classique. L'école a été conçue comme un élément de la planification urbaine des années 50 qui définit un quartier résidentiel organisé autour de barres et d'immeuble-plots avec des espaces extérieurs particulièrement fluides. Les écoles et d'autres équipements publics de quartier sont, quant à eux, regroupés dans des bâtiments bas. L'école construite en deux niveaux sur un plan carré encadre une cour intérieure tranquille qui rappelle la typologie d'un cloître. Comme les bâtiments neufs permettent de couvrir les besoins en surface, la réhabilitation des bâtiments existants aurait pu se limiter à une remise en état. Elle a pourtant été l'occasion de nouvelles interprétations délicates qui confèrent sa nouvelle fraîcheur à un classique des années 50: l'enduit des façades a été remplacé par un enduit calcaire nettement plus fin. Ses couleurs sombres et terriennes contrastent avec le blanc qui définit normalement les éléments structurels. Les architectes ont encore renforcé le contraste en choisissant un ton encore plus foncé pour les façades. Ici encore la lourdeur des nouvelles fenêtres est brisée par des fines lames de verre et par des stores. L'intérieur de l'école reste pratiquement inchangé. L'ancien et le neuf constituent une unité qui semble évidente.

Ancien et neuf: l'école Fallletsche

L'école Fallletsche est située dans la banlieue sud sur un terrain en terrasse traité en parc. Elle a été construite en deux étapes, en 1953 et 1960. Le programme de la réhabilitation comprenait différents espaces supplémentaires. Un gymnase plus grand, des nouvelles classes, des salles pour les enseignements spécifiques (bricolage, cuisine, informatique) ainsi qu'une bibliothèque de quartier. Ces conditions ont conduit à la décision d'agrandir le complexe avec un bâtiment neuf. C'est l'architecte bernois Rolf Mühlethaler qui a été chargé des études de l'extension avec une proposition reprenant et complétant les qualités des espaces extérieurs en terrasse dans le nouveau bâtiment. Le grand volume du grand gymnase est en partie enterré et s'intègre, en l'achevant, en terrasse, au complexe de l'école. Le nouveau groupe des classes, de trois étages, destinées à l'enseignement courant est posé légèrement au-dessus. Les classes sont

caractérisées par leur double orientation. Grâce aux sorties directes vers l'extérieur, les grands couloirs peuvent être utilisés pour des activités pédagogiques sans restriction liées à la protection incendie. L'extension a permis de libérer le bâtiment ancien d'interventions structurelles dans sa substance. Les architectes se sont adaptés avec le plus grand soin aux contraintes techniques d'aujourd'hui sans réprimer le caractère caractéristique et témoin de son époque de l'existant. Les classes anciennes ont seulement été rafraîchies et adaptées aux nouvelles pédagogies, le menuisier a restauré les fenêtres anciennes. Le nouvel atelier de travaux manuels a été formé à partir de trois anciennes classes. Les sols jaunes et les luminaires spécialement conçus artisanalement pour le projet contrastent avec les placards et les fenêtres en bois d'origine. Pour ce qui est des portes des classes, seules les personnes averties peuvent se douter qu'il s'agit de nouvelles portes coupe-feu. La finesse du dormant finement profilé reprend la tradition artisanale du début des années 50. La trémie pour l'ascenseur adapté aux PMR a pu être positionnée dans une partie des sanitaires. Les sections coupe-feu nécessaires ont été réalisées sous forme de portes battantes dans les murs des corridors, elles se ferment automatiquement en cas d'incendie. La réhabilitation très soignée, avec une sensibilité artisanale, permet d'élever la qualité du bâtiment ancien à celui de l'extension neuve.

Réhabilitation: école Wollishofen

«C'est une différence essentielle» explique Sandra Zacher, «si l'on réhabilite une école en profondeur pour la première fois ou si des travaux ont déjà été effectués il y a une vingtaine ou une trentaine d'années. Autrefois on a souvent beaucoup démolé ce qui faisait le caractère d'une école. Plus tard la réhabilitation se concentre sur l'opportunité de redonner à l'école une écriture formelle cohérente qui corresponde à notre époque et au caractère de l'école». L'ancienne école de Wollishofen correspond à ce cas de figure. Elle a été construite en 1886 par la commune comme une école secondaire. Composé dans un esprit classique et rigoureux, le cube rigoureux regroupe six classes sous un toit en appentis plat, elles sont distribuées par deux montées d'escaliers et éclairées sur trois côtés. La surface des classes de plus de 100 m² est typique pour des classes du 19^e siècle qui pouvaient accueillir jusqu'à 80 élèves. Les classes d'écoles primaires d'aujourd'hui peuvent facilement pratiquer le team teaching, la pédagogie en petit groupe ou des ateliers de bricolage dans les grandes pièces. Il n'était donc pas nécessaire de modifier à Wollishofen la structure du bâtiment. Par contre il fallait vraiment réhabiliter l'école et son état était fortement détérioré par des interventions lourdes des années 1940 et 1970. Les façades avaient perdu leurs modénatures

classiques. À l'intérieur aussi les aménagements originels avaient été détruits et remplacés par des plafonds suspendus et des revêtements de mur en vinyle. Pour la réhabilitation les architectes Kaufmann Widrig ont suivi l'objectif de redonner au bâtiment, par une intervention contemporaine et retenue, ses qualités et ses proportions d'origine. Ils ont évité cependant de reconstruire les éléments perdus et préféré des solutions sur mesure et d'aujourd'hui. Des différences fines dans la structure et la couleur claire de la façade ravalée reprennent l'écriture d'une façade avec un soubassement et des bandeaux. Les hauteurs sous plafond d'origine des classes ont été restituées après la démolition des plafonds suspendus. On a retrouvé les parquets anciens sous des revêtements plus récents. Les lambris d'origine ont été remplacés par un traitement chromatique des murs qui leur redonne leur proportion d'origine. Différentes périodes se retrouvent dans les montées d'escalier. Les dalles en grès du sol sont telles quelles mêmes si elles ne sont pas d'origine. Les panneaux acoustiques en plafond et des éléments d'éclairage remplissent quant à eux les conditions techniques contemporaines. Ils sont, comme la nouvelle rampe en bois, conçus comme une réinterprétation contemporaine inspirée par un état d'origine possible.

Vers la «Société à 2000 Watts»

Les citoyens et les citoyennes de la ville de Zurich se sont engagé en Novembre 2008 pour le référendum «Société à 2000 Watts». Cela signifie qu'il veulent abaisser la consommation en énergie de la ville de deux

tiers jusqu'en 2150 et réduire la production de CO₂ de 8 Tonnes à 1 Tonne. Cela a des conséquences sur les réhabilitations d'école qui, jusqu'à présent, devaient faire plus d'effort pour la réduction d'énergie. Pour minimiser les conflits d'objectif, l'atelier municipal d'architecture a organisé une série de workshop de stratégie à laquelle différents intervenants spécialisés en énergie ou les représentants des monuments historiques ont participé. Au lieu de faire toutes les réhabilitations avec des mises en œuvre d'isolation uniforme, des priorités ont été imposées. Dans un cas de figure, dans le respect des fenêtres existantes avec un bon coefficient U, de l'enduit isolant et de l'isolation des planchers des combles et de la cave jugés suffisants, différentes mesures beaucoup plus utiles sont mises en œuvre aux endroits les plus justifiés. Il est possible de cette façon d'équilibrer les mesures nécessaires du point de vue énergétique avec celles qui permettent d'améliorer la valeur d'usage et les mises à jour techniques ainsi évidemment que les qualités spécifiques propres à chaque bâtiment. Les mesures de réhabilitation annuelles doivent se cumuler pour atteindre les objectifs d'économie fixés. «En tant que maîtrise d'ouvrage» dit Sandra Zacher «on voudrait tout obtenir d'un coup: la meilleure qualité pour peu d'argent et les deux le plus vite possible. La réalité est autre: les bonnes solutions nécessitent du temps et elles sont souvent – en tout cas analysées à court terme – les solutions les plus coûteuses. L'argent et le temps doivent aussi être investis pour la durabilité culturelle. Les surcoûts doivent être amortis sur plusieurs plans et promettre à la maîtrise d'ouvrage autant qu'aux utilisateurs de véri-

tables plus-values, du point de vue culturel ainsi que fonctionnel».

Page 894
École élémentaire Blumen et Collège Bernhard-Rose à Berlin

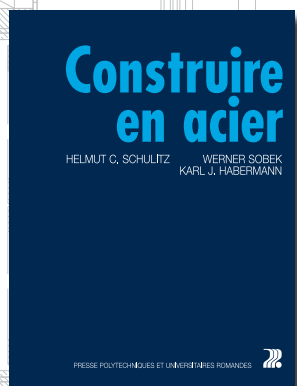
Solutions individualisées pour les constructions municipales

Les conditions du parc immobilier municipal berlinois se sont plutôt aggravées au cours des dernières années malgré les différentes aides, en particulier européennes. L'activité constructive s'est déplacée du secteur de la construction neuve à celui de la construction dans l'existant. Cela permet de se poser des questions touchant à des sujets jusque là peu traités qui peuvent finalement conduire à requalifier et à redéfinir culturellement les questions autour de l'héritage architectural. L'un des principaux thèmes parmi ceux qui permettent d'avoir encore un peu de liberté est celui de la réhabilitation énergétique du patrimoine bâti existant, d'autant plus que les financements sont nettement mieux aidés que tous les autres secteurs de la réhabilitation. Le programme européen pour la protection de l'environnement qui permet de financer, entre autres à Berlin, les réhabilitations énergétiques de plusieurs bâtiments publics, constitue pour nous, maîtrise d'ouvrage, un module essentiel du montage d'une opération. Le programme prévoit d'atteindre des économies encore en deçà des normes fixées par la réglementation et permet de réhabiliter entièrement les enveloppes des bâtiments en parallèle, éventuellement, de transformation des installations techniques.

Série des manuels de construction

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

DETAIL
Edition



«Construire en acier» est un ouvrage très complet sur le projet en acier et sa construction, il s'adresse aux architectes et ingénieurs. Différentes structures sont présentées à l'aide d'exemples, sélectionnés parmi les meilleures réalisations, de grandes halles ou d'ouvrages de qualité expliqués en détail. Les chapitres «Façonnage et assemblage de produits semi-finis en éléments structuraux» et «Le développement de structures porteuses par assemblage d'éléments structuraux» abordent la méthodologie de la construction en acier sous un jour entièrement nouveau.



- En la série des manuels:**
- Construire en acier
 - Construire des façades
 - Construire en béton
 - Construire en bois
 - Construire en verre

Construire en acier, Schultz, Sobek, Habermann, revu entièrement en 1999. 404 pages avec de nombreux dessins, certains spécialement exécutés pour la publication, et photographies. Format 23 x 29,7 cm, broché; ISBN 2-88074-530-6; € 90.- plus emballage et frais d'envoi.

Cette tendance prend une dimension particulière dans notre quartier de Friedrichshain-Kreuzberg. Les bâtiments produits par l'architecture standardisée à partir des années 70, qui sont aujourd'hui expressément concernés par la réhabilitation, se retrouvent pour la première fois traités par une intervention commune dans leur contexte urbain de centre ville des deux anciennes parties est et ouest de la ville. Le point de départ pour les interventions est comparable: des ouvrages en béton, plutôt simples, pauvres en détail, dont la pauvreté a résisté à des générations d'élèves peuvent être désormais abordés par un nouveau type d'analyse architecturale pour envisager de nouvelles conceptions. Ce sont désormais des ouvrages considérés plus comme des cas individuels que des productions en série qui sont au premier plan pour lequel on tente de trouver une nouvelle identité.

Dans le cas des sites des deux écoles, Blumen et Bernhard-Rose, nous-mêmes en tant que maîtrise d'ouvrage et les architectes Huber & Staudt avions pour objectif principal de formuler une réponse individualisée dans le contexte précis de la situation existante à laquelle nous étions confrontés.

Le souhait de traiter les façades jusqu' alors sans échelle et, d'un autre côté, les contraintes habituelles dans les bâtiments publics, la nécessité de travailler avec des moyens limités ainsi que la volonté de faire baisser à long terme les coûts d'exploitation nous a conduit au parti d'une enveloppe élémentaire suspendue qui constitue à la fois un filtre et un trait d'union entre les espaces intérieurs et extérieurs. Les premières solutions envisagées avec un textile amorphe ou un tressage de bois se sont développées au cours d'un riche dialogue entre les architectes et la maîtrise d'ouvrage pour donner la structure en profilés aluminium de taille et d'anodisation variables. Parfaitement sérieuse dans son exécution (préfabrication et montage en grands modules) tout en restant individuels formellement, les éléments de structure servent de protection contre les intempéries pour la façade en béton armé désormais parfaitement isolée thermiquement. Ils soulignent en même temps les séparations entre les classes et servent d'écrans visuels et de protection solaire devant les couloirs.

L'horizontalité de la façade rideau souligne le volume du bâtiment et évoque dans son dialogue avec les arbres existants la poésie de la période moderne primitive. L'aluminium, matériau pourtant assez froid, prouve ici, avec les orientations différentes et l'alternance entre ombre et lumière, son caractère vivant tout en ne perdant rien de sa sévérité et de son exactitude conceptuelle. Le résultat de l'école primaire n'a rien de «coloré» (au sens banal du terme) mais propose vraiment une architecture urbaine de qualité. Tout le monde n'attendait pas ce résultat mais il a permis de proposer aux utilisateurs et aux habitants une véritable alternative de qualité.

Dans le cas de l'école élémentaire Blumen, on est confronté à un prototype d'une école réalisée par la suite des centaines de fois en Allemagne de l'Est. Au moment de sa réalisation le Sculpteur Schubert de Berlin a exécuté un «Icare», une sculpture de façade représentant Youri Gagarine avec des ailes et constituant un bas relief sur le pignon. Dans l'élan de la réhabilitation énergétique les architectes ont retrouvé l'artiste et il a pu intervenir, lors de la réhabilitation, avec une nouvelle intervention. La continuité et la transformation constituaient ici aussi un sujet essentiel.

Page 897 Réhabilitation énergétique de la façade de l'école

Joachim Staudt

Concevoir une façade sans tenir compte des espaces intérieurs était pour nous un exercice nouveau. Par contre, l'analyse de l'enveloppe extérieure selon les seuls points de vue de l'urbanisme et des questions énergétiques peut aussi avoir de l'intérêt. La structure en plan, très claire, des bâtiments de l'Allemagne de l'Est du type «SK-Berlin», fondée sur la répétition des mêmes pièces le long d'un couloir conduit vite à s'inspirer des espaces extérieurs pour trouver une idée pouvant nourrir le traitement des façades.

Les deux écoles implantées en angle forment une cour. L'école Blumen, Andreassstraße est en retrait de la rue et permet de ménager un bel espace de jeu planté entre le trottoir et l'école. L'angle de l'îlot est marqué par un immeuble de logements de quatre étages qui vient d'être réhabilité. Il a été refait dans une couleur particulièrement lumineuse. La clôture de la cour devait être obtenue par une rive la plus homogène et abstraite possible. C'est une des raisons pour laquelle les deux écoles ont été habillées du même type de façade en profilés d'aluminium. Le même traitement de l'école Bernhard-Rose, réservée à l'intégration des élèves en difficulté et de l'école Blumen a une raison programmatique.

Pour ce qui est des couleurs nous avons évité les tons trop agressifs. Il était beaucoup plus question d'instaurer un dialogue entre la densité des arbres existants et la proximité des façades. Les façades sur cour avec leur long couloirs devaient paraître plutôt opaques. C'est pour cette raison que les profilés métalliques ont été mis en œuvre sur toute la hauteur des façades. Cela a aussi permis de se passer de protections solaires supplémentaires du côté ouest de l'école Blumen. La façade côté rue suit désormais les suites des classes avec des percements horizontaux aux significations plus équivoques. Le projet a été financé grâce aux moyens du programme pour la Protection de l'Environnement (UEP), un programme d'aide de l'Union européenne financé avec

des contraintes assez rigoureuses. L'économie effectuée pour l'école Bernhard Rose est assez exemplaire et promet une réduction de l'énergie primaire de 16,2 KW/h/m³ par an après la réhabilitation. (27,6 avant les travaux, 11,4 après). On assure aussi, dans le cas des projets labellisés UEP, un rapport harmonieux entre les coûts d'investissement et les véritables économies réalisées. Pour atteindre une économie de 1MW/h les coûts d'investissement se situent à 4540 Euros. Le coefficient U de la façade est à 0,20 W/m²/k, soit 42% sous le coefficient U imposé par le programme en vigueur ENEC 2007 de 0,35 W/m²/k.

En février 2006, à l'époque où nous avons été missionnés par le maître d'ouvrage, le service municipal d'architecture du quartier de Friedrichshain-Kreuzberg, notre agence travaillait déjà sur trois autres écoles de Berlin, soit pour des transformations soit pour des bâtiments neufs. La première phase de notre projet le plus important à l'époque, l'extension de l'hôpital Hedwigshöhe, venait juste d'être réceptionnée et d'entrer en fonction. Les façades sur les cours intérieures de cet ensemble complexe sont constituées de profils en bois horizontaux assemblés parfois de façon serrée, comme un bardage, ou bien en ménageant des vides plus importants entre les profils de bois. C'est ainsi que la peau extérieure s'ouvre et semble multiple et transparente. Nous étions particulièrement fascinés par les possibilités de créer des transparences avec des barres horizontales tout en créant des atmosphères domestiques. La chaleur et le caractère sympathique du mélèze plaisait beaucoup à nos commanditaires de Friedrichshain. Par contre, maintenant pour les écoles en raison des coûts ultérieurs, il ne fallait en aucun cas construire en bois. Mais comment construit-on une façade en bois sans bois? Pour les maîtres d'ouvrage et les architectes il a été très vite évident que certains aspects précis des écoles existantes devaient être corrigés et transformés alors que de nombreux autres points ainsi que de nombreux détails paraissaient vraiment dignes d'être conservés.

Il s'agit dans le cas de l'école Bernhard-Rose du prototype de la série «SK-Berlin» à partir duquel 160 écoles ont été construites, seulement à Berlin. En général, la nouvelle façade devait être clairement identifiable comme une intervention ultérieure avec la lisibilité d'une nouvelle peau. Le traitement de la façade avec des profils horizontaux, éventuellement en produits dérivés du bois ou en métal nous paraissait être une bonne solution pour rendre lisible les couches temporelles, en suivant un principe de superposition.

Les fenêtres en acier filigrane et tout particulièrement la sculpture du cosmonaute Youri Gagarine sur le pignon sud de l'école élémentaire Blumen ont permis de créer des passerelles vers une façade externe en aluminium, le matériau classique des façades

suspendues légères. Un mélange contrasté de différents tons de bronze (et non pas or) associé à des hauteurs de profils variables nous est apparu plus adapté pour recréer une impression de façade en bois que les tons bronze foncés et élégants des bâtiments de Mies van der Rohe: les échantillons de couleur à l'échelle 1:1 et sur le site ont tout de suite montré que les troncs à l'aspect brillant et métallique des peupliers s'harmonisaient bien avec l'aluminium sur les façades en longueur de l'école. La façade conserve, en plus, son brillant métallique même à contre-jour. Il est très agréable pour nous de vérifier comment le jeu des couleurs, renforcé par les effets de tissage des profils métalliques clair est perçu par les écoliers.

Coupe
Échelle 1:500
Coupe horizontale • Coupe verticale
Échelle 1:10

- 1 enduit minéral, support feutré 10 mm
panneau de mousse dure PS 120 mm
épaisseur de colle 10 mm max.
panneau modulaire en béton armé (existant)
150 mm
panneau léger en laine de cellulose enduit
(existant) 80 mm
- 2 tôle de finition noire 1 mm
- 3 profil aluminium anodisé noir U 90/40/3 mm
- 4 profil aluminium noir L 100/100/4 mm
- 5 éléments de façade en profils d'aluminium,
anodisation de couleurs diverses,
□ 20/20, 40/20, 60/20, 80/20, 100/20 mm,
vide ventilé 120 mm
film ouvert à la diffusion, noir
isolant thermique WLG 035 fibre minérale
120 mm
module en béton armé (existant) 150 mm
panneau léger en laine de cellulose enduit
(existant) 80 mm
- 6 profil aluminium L 100/50/4 mm
- 7 tôle d'ébrasement et tableau de fenêtre
tôle aluminium laquée, gris foncé 2 mm
- 8 fenêtre en bois, vitrage isolant
- 9 habillage de l'ébrasement panneau de
plâtre cartonné 12,5 mm
- 10 tôle zinc de titane 0,8 mm
- 11 tuyau d'évacuation de l'eau de
condensation de l'interface ventilée

La réhabilitation énergétique des façades fait désormais partie des programmes standards de nombreux projets dans le cadre du «Konjunkturpaket II». Nous travaillons nous-même au développement de notre expérience sur une école à Fennpfuhl, dans le quartier de Berlin Lichtenberg. Jusqu'à présent les attentes très élevées quant à la durabilité des réhabilitations des façades de Friedrichshain ont été comblées. Les couleurs contrastées des peaux externes permettent d'éviter les graffitis. Les quelques essais ont été facilement nettoyés sur les profils. Le degré d'appropriation des écoles s'est nettement et positivement amélioré de l'extérieur et l'on vérifie aussi que, de l'intérieur, les redivisions ont été bien acceptées et développées. Cela a permis de réaliser un autre projet de mise en couleur des couloirs intérieurs. Les enfants de l'école élémentaire Blumen ont réalisé une

mosaïque haute en couleur dans l'entrée de l'école. Les blocs fenêtre, devenus nécessaires à la suite de l'isolation par l'intérieur des montées d'escalier, sont utilisés comme des vitrines pour les cours d'art plastique. Les seuls problèmes connus actuellement sont liés au contrôle des éléments de protection solaire mais sont dus seulement à une mauvaise utilisation. Certains élèves sont en train de tenter de faire pousser sur certaines parties de façade des plantes grimpantes en se servant des profils d'aluminium comme espaliers.

Page 902
École élémentaire Rolandstraße à Düsseldorf

La réhabilitation d'un monument historique
Après l'arrêt des mesures de réhabilitation pendant 40 ans il s'est avéré plus que nécessaire de conforter pour les 25 prochaines années la «valeur de fonctionnalité» de l'école de la Rolandstraße. Le programme consistant, en plus de l'adaptation du bâtiment d'origine avec ses 16 classes à un nouveau programme fonctionnel d'école primaire ouverte toute la journée, à restaurer tous les désordres constructifs. Cela comprend le maintien de la substance architecturale existante selon les différents aspects de l'humidité, de l'isolation thermique, de la protection incendie et de l'isolation acoustique ainsi que l'amélioration de la qualité de l'air dans les espaces intérieurs tout en traitant le désamiantage et la suppression de PCB avec la baisse des coûts d'entretien. Le défi formel est lié à la volonté du maintien en l'état de ce monument architectural avec le respect et la conservation de son apparence extérieure. Schneider-Esleben a conçu le bâtiment et harmonisé son programme spatial et fonctionnel avec la rigueur de l'ossature en béton armé. L'écriture du projet est donc marquée par l'économie et la rigueur de la fin des années 50 caractérisées en particulier par la préfabrication de certains éléments ainsi que par la réduction des typologies de façade.

Les barres de classes

La trame de poteaux et de poutres est visible sur les longues façades des deux barres de classes. C'est dans cette trame constructive qu'ont été insérés des éléments de remplissage carrés et préfabriqués en profils d'aluminium non dissociés thermique-ment et mis en place au nu des façades. À l'époque seuls un isolant de 20 mm d'épaisseur intérieur et enduit posé sur les flancs des poteaux et des simples vitrages suffisaient à répondre aux conditions thermiques voulues. Pour répondre aux contraintes imposées par les monuments historiques et conserver à la façade son caractère originel, tout en respectant les conditions actuelles liées au rendement énergétique et technique, le parti

de réhabilitation prévoit le remplacement complet des enveloppes extérieures. Une façade ventilée froide constituée de panneaux de béton de fibre de verre de 2,5 cm d'épaisseur est suspendue au même nu que les nouveaux éléments de fenêtre, devant la structure existante en béton apparent. Cette solution a permis de résoudre des détails de jonction complexes. En même temps le choix de ce parti a autorisé un important taux de préfabrication des nouveaux éléments de fenêtre et donc de nombreux avantages économiques conjugués à des économies de temps. La nouvelle épaisseur d'isolant thermique est optimale du point de vue de la physique constructive, les tolérances constructives ayant pu être facilement prises en compte. Cette solution a aussi permis quelques licences formelles: les traitements des surfaces, des joints et les différentes épaisseurs des structures porteuses ou des menuiseries ont pu être maintenues. Les panneaux en béton de fibres de verre teintés ou structurés pouvant atteindre jusqu'à 3,20 m sont fixés sur le gros-œuvre grâce à une construction avec des agrafes en aluminium et à la technologie d'ancrage à l'arrière des panneaux. Les largeurs et les épaisseurs des poteaux et des dalles on pu être restituées à l'identique. Le procédé spécifique de préfabrication des éléments individuels en fibre de verre a permis de réaliser des éléments spécifiques pour l'attique et les angles. Les éléments en béton lavé mis en œuvre au rez de chaussée en habillage des espaces de service, des toilettes, de la cafétéria et du logement du gardien ont été réinterprétés en panneaux de béton de fibres de verre ventilés et structurés. En suivant le principe selon lequel il faut concevoir quelque chose de nouveau pour conserver l'ancien, nous avons mis au point un relief de lettres insérées les unes dans les autres qui produit le même effet, de loin, que celui du béton lavé. C'est seulement en se rapprochant que l'observateur peut lire les lettres. C'est aussi les épaisseurs originelles des profils de façade qui ont servis de référence pour les éléments de remplissage des fenêtres. Des profils d'acier plats rajoutés aux profils en aluminium courants permettent d'atteindre des nouveaux formats de menuiserie de 3,20 x 3,00 m et de subvenir aux contraintes statiques. Pour réduire à 35 mm les épaisseur de cadre et répondre aux conditions de l'original une tôle noire recouvre la menuiserie encastrée de moitié dans le gros œuvre. C'est ce qui permet d'obtenir, optiquement, une apparence continue des éléments de fenêtre. Des panneaux isolés sous vide remplacent les anciens panneaux en tôle acier qui formaient les anciennes allèges opaques des classes. Les lamelles d'aluminium originelles en imposte qui servaient à la ventilation transversale n'ont plus de fonction et sont conservées seulement pour respecter le traitement de façade. Les éléments d'allège opaques des cours inté-

rieures ont été remplacés par des modules transparents, c'est la seule modification formelle notoire qui a été envisagée et acceptée en accord avec les services des monuments historiques. Cela permet aux écoliers qui pratiquent les couloirs des étages d'être en contact visuellement avec la cour. Les façades, dans leurs relations avec les montées d'escalier apparaissent désormais de manière très homogène. Les classes ont été conçues à l'origine sans protections solaires extérieures mais seulement avec des rideaux intérieurs. Des coffrets de volet roulant rapportés ont pour conséquence la perte de la planéité des façades, pour la retrouver on a décidé de mettre en œuvre des stores à lamelle électriques dans le vide intermédiaire du double vitrage. Ont rajouté dans les pignons en brique hollandaise bleue, un isolant hydrophobe.

Les montées d'escalier

Les deux montées d'escalier constituent les issues de secours nécessaires pour l'école. Les escaliers à volées croisées avec leurs galeries latérales peuvent être utilisés soit dans une direction soit dans les deux sens et relient les couloirs. Deux voiles en béton, peints en orange fluorescent, insérés dans les jours des escaliers portent le toit, les galeries et les paliers et assurent un accent coloré supplémentaire. Les façades transparentes assurent la continuité des vues entre la Rolandstraße et la cour intérieure. Les montants de façade verticaux originaux en béton ne répondaient plus aux conditions statiques et ont dû être changés. Nous nous sommes décidés pour une réinterprétation du mur rideau de verre transparent et nous avons conçu une façade en «structural-glazing» sans couvre-joints horizontaux. La structure porteuse verticale de la façade est réalisée avec des profilés plats doubles en acier, extérieurs. Les longueurs de flambement sont réduites par les points de fixation aux galeries. Les supports qui sont fixés et dissimulés au droit des joints des vitrages portent les modules de vitrage horizontaux. Leur fixation mécanique est assurée par un profil en encastrement au droit de l'interface du vitrage isolant. Le système de fixation invisible a nécessité une autorisation spécifique. Le désenfumage des montés d'escalier est assuré par des clapets en plafond. L'air frais est rapporté par les portes d'entrée du foyer. Les modules de verre colorés proposés dans la maquette n'ont pas été autorisés. De la même manière, mais pour des raisons financières, il n'a pas été possible de réaliser la protection solaire fixe en cellules photovoltaïques.

Les toits

L'évacuation des eaux pluviales des 4 barres de classes était assurée à l'origine par 4 rejingots situés sur les deux toitures des montées d'escalier. À partir de là, l'eau était conduite vers le bas par 4 gouttières visibles

et situées dans 4 niches d'angle. Le système était sous dimensionné par rapport aux quantités d'eau à gérer. Les descentes d'eau insuffisantes ont finalement causé des retenues en grandes flaques et différents désordres dans la peau de toiture. Pour cette raison il a fallu la déposer entièrement. La démolition de la forme de pente en béton s'est avéré particulièrement éprouvante. Elle était pourtant absolument nécessaire pour maintenir les hauteurs d'égout originelles en reconstruisant un complexe de toiture chaude avec des pentes suffisantes. Désormais, les eaux pluviales au droit des ailes des classes et des montées d'escalier, sont évacuées indépendamment. Les cinq descentes d'eau intérieures, par aile de classes, sont réparties dans des placards côté couloir et sont accessibles à chaque étage par des ouvertures de révision. Les descentes d'eau sont déviées dans les faux plafonds au droit des passages sous porche.

Aménagements intérieurs

Les couloirs, côté cour, qui relient les montées d'escalier permettent avec leurs grands vitrages de distribuer tous les étages en soulignant les différentes orientations. La structure en béton apparente avec ses retombées de poutre et ses poteaux rythme aussi la cloison du couloir de l'intérieur. Des vestiaires sont intégrés dans des niches au même nu que les poteaux. Les radiateurs dérangeants en façade ont été placés sous forme de convecteurs très plats et presque invisibles sous les placards-vestiaire. La double ventilation originelle des salles de classe s'effectuait par des lamelles de ventilation au dessus des plafonds suspendus dans les couloirs et des impostes des façades des classes. Pour ce faire, à l'origine, la cloison avec le couloir était réalisée en brique perforée au droit des plafonds suspendus pour assurer une ventilation transversale de la cour vers le couloir en passant par les classes. À cause de la contrainte de sécurité incendie résistant à 30 minutes il a fallu abandonner ce principe de ventilation d'autant plus que du point de vue énergétique la ventilation permanente n'est plus défendable aujourd'hui.

Conclusion

Grâce à la nouvelle interprétation de la construction à ossature avec une structure de panneaux suspendus, différentes voies sont ouvertes et montrent comment il est possible de réhabiliter des ouvrages des années 1950 ou 1960, sans perdre ou amoindrir leurs qualités architecturales ou formelles. Dans le même temps les nouveaux éléments en béton de fibres de verre donnent la possibilité de réaliser des façades ventilées assez simplement, économiques et durables. Malheureusement la rénovation de l'œuvre d'art réalisée par le groupe Zéro n'a pas fait partie du projet global de réhabilitation. Aujourd'hui des garde-corps de protection protègent le fonctionnement

de l'œuvre d'art en mouvement. Il serait vraiment important et tout à fait dans le sens de l'intention originelle de Schneider-Esleben de redonner vie à l'œuvre pour permettre à nouveau aux enfants d'accéder à l'art de manière simplement ludique.

- a Photo de la maquette 1961
- b Foyer sud avec l'intervention chromatique de Heinz Mack
- c Entrée nord avec l'œuvre de Günther Uecker
- d Vue de la cour de récréation 1962
- e Vue de la cour de récréation après la réhabilitation de 2006

Plans · Coupes
Échelle 1:750

- 1 entrée
- 2 foyer
- 3 salle de classe
- 4 surveillance/cuisine
- 5 logement de gardien
- 6 cour intérieure
- 7 cour de récréation
- 8 salle de permanence
- 9 administration
- 10 travaux manuels
- 11 «aula»
- 12 salle de musique

Façade d'un barre de classes
Coupe horizontale
Coupe verticale
Échelle 1:20
Échelle 1:5

- A Coupe horizontale jonction façade-poteau (gris: Detail 1962)
- B Coupe verticale nez de plancher (gris: Detail 1962)
- C Fixations par agrafes en rive de toiture

- 1 maçonnerie en briques de parement hollandaises bleues, émaillées, calepinage courant 115 mm (existant)
âme isolante granulats en laine de cellulose soufflés hydrophobes 125 mm
mur béton armé 240 mm (existant)
panneau léger en laine de cellulose 20 mm, enduit 15 mm
- 2 enduit isolant thermique 20 mm
- 3 pièce préfabriquée en béton de fibres de verre teinté 25 mm
fixation par agrafes aluminium/isolant thermique laine minérale marouflée sur feutre noir 80 mm
étanchéité monocouche EPDM 2,5 mm
console système de fenêtre tôle acier 3 mm
béton armé (existant)
- 4 système de fenêtre aluminium anodisé vitrage isolant 6 mm + 32 mm + 6 mm
UW= 1,1 W/m²K, stores dans le vide du vitrage
- 5 étanchéité lé de toiture double EPDM, isolant thermique marouflé sur mousse dure polystyrène 40 mm + mousse dure polystyrène en pente 200 mm, pare vapeur lé de bitume élastomère
dalle nervurée en béton armé 245 mm (existant)
panneau léger en laine de cellulose 20 mm, enduit 15 mm
- 6 plafond acoustique suspendu en plâtre cartonné 12,5 mm
- 7 cache-radiateur panneau contreplaqué
- 8 panneau sous-vide 40 mm tôle aluminium double face, peinte en blanc par pulvérisation
- 9 panneau sous-vide 28 mm avec lamelles, aluminium anodisé vissé par derrière
- 10 pièce préfabriquée en béton de fibre de verre 25 mm avec impressions typographiques, fixation par agrafes en aluminium, isolant thermique
laine minérale marouflée sur feutre noir 80 mm

enduit 40 mm, maçonnerie de briques 30 mm, enduit (existant)

Coupe verticale
Échelle 1:20

Traitement de l'attique entre la barre des classes et la toiture de la montée d'escalier avec un rejingot (en gris détail 1962 avec rejingot), Rive du toit et façade de la montée d'escalier (en gris détail 1962 rive du toit de la montée d'escalier)

Coupes horizontales
Coupes verticales
Échelle 1:5

- A Poteaux de béton avec couvre-joints en Eternit 1962 (gris)
- B Poteau d'acier et fixation du verre par un profil orientable 2006
- C Jonction poteau-dalle
- D Jonction poteau-dalle avec raccord du vitrage et console d'appui
- E Détail courant de raccord du vitrage
- F Axonométrie des consoles d'appui en T

- 1 couverture tôle de zinc de titane prépatinée 0,8 mm
attique en pin maritime imprégné en autoclave 160 x 40 mm
isolant thermique mousse rigide PS 45 mm
pare-vapeur, béton armé
- 2 pièce préfabriquée béton de fibres de verre teinté 25 mm
fixation par agrafes aluminium avec perforations oblongues/
isolant thermique laine minérale marouflée de feutre noir 80 mm
section de profil acier L 60/60 mm
béton armé (existant)
- 3 retombée de plafond qui n'est désormais plus utilisée pour l'évacuation des eaux,
coffrage panneau de protection incendie 20 mm
- 4 étanchéité lé de toiture EPDM double épaisseur isolant thermique mousse dure polystyrène marouflée 40 mm + mousse dure polystyrène en pente 200 mm
pare vapeur lé de bitume élastomère
dalle béton armé 220 mm (existant)
- 5 enduit isolant thermique 30 mm
- 6 clapet de désenfumage
- 7 profil de finition plat acier finition peinture micacée □ 150/15 mm
- 8 poteau de façade 2 x plat acier □ 150/15 mm
- 9 vitrage isolant verre trempé 10 mm + vide 16 mm + verre trempé 8 mm, UW= 1,1 W/m²K
- 10 joint du plafond plat acier soudé
- 11 joint du verre étanchéité silicone
- 12 profil de finition plat acier □ 180/15 mm
- 13 fixation de la lame de verre (profil pivot orientable)
- 14 console d'appui du vitrage acier en T soudé
- 15 pièce de raccord plat acier □ 30/20 mm + 15/20 mm

Page 912
Assainissement des matériaux à risque et aménagements des espaces intérieurs

La réhabilitation des bâtiments de la période moderne d'après-guerre ne se réduit pas seulement aux réhabilitations des installations techniques de toute évidence dépassées après 40 à 50 années de service. On est, la plupart du temps, aussi confronté à des dangers de santé liés à la mise en œuvre de matériaux de construction à l'usage défendu aujourd'hui. Parmi ceux-ci on compte en premier l'amiante, une fibre minérale qui a été utilisée en armature dans

différents produits à base de fibres et ciment mais qui, dans ce cas, en tant que matériau non friable n'émet que des quantités très limitées de matière nocive. L'utilisation de l'amiante en matériau de protection incendie ou d'isolation dans les espaces intérieurs est plus problématique, dans ce cas les fibres qui peuvent causer le cancer ne sont pas complètement compactées voire friables et peuvent passer dans l'air respiré. Pour cette raison l'amiante est remplacée par d'autres fibres depuis les années 80 et sa production interdite depuis 1993. Les fibres minérales synthétiques sont aussi considérées comme pouvant être à l'origine du cancer et sont fréquemment utilisées en matériaux isolant thermique ou acoustique dans des faux plafonds légers. Le troisième groupe de matière cancérogènes, les PolyChloroBiphényles (PCB), est utilisé en dissolvant dans les peintures, les traitements de surface et les joints. Leur production est elle aussi interdite depuis 2001 à cause de la capacité d'empoisonnement à long terme par des gaz émis, même de quantité très faible.

La présence des trois groupes de matériaux à risque a été détectée en de nombreux points de l'école et a fait l'objet d'un rapport d'expertise détaillé. Il a fallu déposer, au cours des travaux de réhabilitation, tous les habillages intérieurs, jusqu'au gros œuvre, avant le démontage des façades. Différents matériaux porteurs d'amiante ont aussi été recyclés sur demande de la ville même s'il n'étaient pas absolument obligatoire de les supprimer en urgence d'après les textes de la réglementation sur l'amiante. Le coût total d'assainissement des matériaux à risque atteint environ 200 000 Euros. Heureusement les portes en teck des vestiaires, dont le rythme caractérise l'identité des couloirs, n'étaient concernées par aucune matière à risque. Les propositions des architectes de traiter en couleur cette «deuxième façade» n'ont pas été acceptées, dans le respect des aménagements d'origine de Schneider-Esleben; il a donc seulement été nécessaire de réparer les placards et leurs portes. En revanche les impressions en bandes horizontales sur les vitrages des portes du couloir imposent un nouvel accent; ils reprennent le motif typographique des éléments des rez-de-chaussée des façades et confèrent à la réhabilitation de l'école un caractère moderne plutôt que parfaitement à l'identique.

Page 914
Réhabilitation et transformation de l'école de Splügen

Splügen, village du canton des Grisons est situé à 1500 mètres d'altitude sur la route de San Bernardino. Depuis la fin des années 1960 le bourg accueille les écoles des communes de la vallée du Rheinwalds. Le bâtiment ne se contente pas d'être une école

c'est aussi un centre sportif, culturel et politique pour toute la vallée. Après des dizaines d'années sans changement il était grand temps d'intervenir sur l'architecture. Autant l'état des installations techniques que l'état général du bâti ne se prêtait à une programmation scolaire fonctionnelle et contemporaine. Le projet lauréat du concours ne traitait pas seulement la réhabilitation complète de l'enveloppe extérieure, protections solaires et fenêtres incluses, mais tentait aussi, en plus des travaux de réhabilitation généraux, d'apporter des réponses pour retrouver des ordonnancements structurants et agrandir les différents espaces fonctionnels individuels sans modifier pour autant les volumes.

L'enveloppe isolée thermiquement est désormais caractérisée par ses surfaces traitées en différents tons de gris. Le jeu des surfaces de couleur permet d'intégrer différents formats de fenêtres. Des poteaux d'acier au tiers des ouvrants définissent aussi la nouvelle répartition des fenêtres. Les vitrages fixes et les ouvrants de ventilation en panneaux de bois alternent selon un rythme tranquille. Ceux-ci sont désormais au nu extérieur, devant les profils d'acier, conformément aux contraintes énergétiques. Le traitement des tôles au droit des égouts et des chenaux souligne la volonté de traitement en continuité entre le mur et la toiture. L'écriture cubique qui en découle représente une césure claire par rapport à l'écriture architecturale en vigueur dans le bourg. À l'intérieur, les zones fonctionnelles individuelles ont pu être agrandies et traitées, du point de vue technique, selon les derniers progrès de la technique. C'est tout particulièrement le fonctionnement scolaire qui profite des nouvelles mesures au niveau des salles de cours et des sanitaires, d'autant plus qu'il représente l'utilisateur principal de tous les secteurs. La nouvelle salle du matériel pour le gymnase constitue l'intervention la plus importante avec sa galerie en partie haute parfaitement intégrée dans la halle d'entrée. Des couleurs vives servent aussi de signalétique pour simplifier la cohérence des circulations et soulignent les trois différentes fonctions majeures: l'école, le sport et la culture.

Page 915
Définition du projet :
La situation d'entrée
L'enveloppe
Les réaménagements intérieurs

Point de départ
Le bâtiment conçu très rigoureusement est organisé en trois secteurs qui s'organisent en hélice autour de la halle d'entrée centrale: au sud l'aile qui accueille le primaire, le secondaire et l'école professionnelle; à l'ouest le gymnase et la halle polyvalente et au nord une salle pour les associations et les espaces secondaires de l'infrastructure d'ensemble.

La construction massive en béton et briques date de 1968. La toiture, avec ses ailes de différentes hauteurs, est composée d'une charpente en bois recouverte d'un bardage en Eternit. Un habillage en bois marron foncé, très caractéristique de son époque, permettait de réunir à une seule altitude la rive de toit et l'égout. La répartition rigoureuse des fenêtres formait un autre élément caractéristique de l'architecture scolaire des années 1960. À l'intérieur les matériaux étaient retenus et mis en œuvre de manière fonctionnelle. Le sol de pierre synthétique foncées avec son calepinage de croisillons plus clairs et les mains courantes en chêne foncé caractérisent l'atmosphère. Toutes les installations techniques intérieures et extérieures avaient fortement besoin de révision. L'isolation thermique de l'enveloppe manquait et les espaces intérieurs ne répondaient que de manière très insatisfaisante aux contraintes et aux conditions minimum imposées par un programme scolaire contemporain et par un équipement recevant du public.

Plans
Coupes
Échelle 1:750

- 1 salle de travaux manuels
- 2 vestiaires
- 3 douche
- 4 WC
- 5 couloir
- 6 WC-handicapés
- 7 classe
- 8 hall d'entrée
- 9 gymnase
- 10 rangement
- 11 réserve de mobilier
- 12 salle des associations
- 13 cuisine scolaire
- 14 galerie
- 15 salle des professeurs
- 16 scène

Réhabilitation de l'enveloppe

Le parti architectonique de la réhabilitation de façade prévoit de renforcer le volume bien proportionné et les jeux de ses volumes décalés en supprimant ses lourds habillages en bois.

Le traitement du passage entre la façade et la toiture est traité avec un chéneau caisson. La rive de toiture marquée fortement et l'égout en tôle blanche souligne le traitement en séquence de la toiture qui se détache devant la silhouette montagnaise. Les interventions statiques en toiture et façade n'étaient pas indispensables. La charpente en bois et son voligeage ont été conservés, l'isolation et la couverture d'ardoises sont neuves. Les murs de façade sont désormais traités avec un système d'isolation thermique composite. Sans modifier les positions et les dimensions des percements on est parvenu à obtenir une redéfinition du volume seulement grâce à son nouvel enduit isolant. La nouvelle hiérarchie instaurée par la différence de tonalité claires entre les ouvertures, les allèges, les surfaces de mur et de toiture permet d'homogénéiser optiquement

les différentes fenêtres en longueur. Les variations de gris des différentes parties enduites, soit finement lasurées soit au grain plus fin, sont équivalentes à la structure tissée d'un textile. Les marquises verticales achèvent le «tissage» de l'enveloppe extérieure. Les surfaces de toiture en ardoise continuent à parachever le jeu des variations de tonalités grises.

Des fenêtres blanches sont rapportées aux nus extérieurs des façades, sur les poteaux. Désormais les fenêtres en longueur sont seulement calepinées selon le rythme tranquille du vitrage et des surépaisseurs de menuiserie et non plus par les anciens petits bois verticaux et horizontaux. Un ouvrant de ventilation est intégré dans chaque fenêtre. La nouvelle position des fenêtres dans la façade crée des ébrasements plus profonds. Une tablette intégrée dans l'épaisseur de l'ébrasement, sur toute la largeur des pièces, peut servir de desserte ou de table de travail et intègre un chemin de câble.

Transformations intérieures

Le premier objectif du projet est d'agrandir les différents espaces fonctionnels spécifiques. Cela n'a été possible qu'en réduisant les surfaces de circulation, les abris et les salles de troupes qui occupaient, comme c'est l'habitude en Suisse, les sous-sols. En principe les pièces ont été équipées, en plus de leurs nouveaux revêtements de sol et de leurs peintures blanches, de nouveaux éclairages, d'une protection solaire et surtout d'installations contemporaines pour l'Internet et les multimédias. La protection incendie et la sécurité ont été remises à niveau.

L'école sud dispose désormais d'une nouvelle classe, après le déplacement de la cuisine. On a pu regrouper au sous sol les salles de travaux manuels supplémentaires ainsi que des sanitaires devenus indispensables et qui peuvent être aussi utilisés pour d'autres manifestations.

Il a fallu trouver davantage d'espace pour les appareils du gymnase-salle polyvalente. Les extensions sont intégrées dans le hall d'entrée. La partie supérieure de l'extension est accessible par un escalier et sert de galerie pour des expositions, en pendant à la galerie d'en face, dans la barre de l'école. La salle des associations a conservé ses dimensions toute intervention dans la structure porteuse étant démesurée. La cuisine scolaire est désormais dans un bâtiment voisin et peut ainsi être utilisée, en dehors des emplois du temps scolaires, pour différentes manifestations publiques. La mise en œuvre d'un ascenseur a été abandonnée pour des raisons budgétaires.

Le concept chromatique

Différentes combinaisons de couleurs définissent les zones fonctionnelles: jaune et bleu pour l'école, bleu et orange pour le sport et rouge, orange et jaune pour les associations et la cuisine. Le bleu et le vert in-

diquent la direction vers l'entrée centrale. L'horizon peint en bleu mural permet de relier optiquement les différents niveaux décalés et rend l'espace plus homogène.

Coupe verticale • Coupe horizontale
Échelle 1:20

- 1 couverture ardoises 400/400 mm lattes 24/48 mm contre-lattes 40/100 mm lé d'étanchéité isolant thermique 180 mm pare vapeur, volige 22 mm chevron 80/140 mm
- 2 moustiquaire
- 3 chéneau et revêtement acier inoxydable 0,5 mm
- 4 panneau contreplaqué 27 mm
- 5 plat acier 8/50 mm soudé sur profil acier L 160 mm
- 6 chauffage du chéneau
- 7 cornière de montage du linteau préfabriqué acier zingué
- 8 caisson enduit, préfabriqué
- 9 panneaux de plâtre 15 mm enduit
- 10 fenêtre en pin avec ouvrant de ventilation: lambris pin 19 mm, isolant thermique PU 45 mm, pare-vapeur, lambris pin 19 mm coefficient U: 1,3 W/m²K
- 11 tablette de fenêtre panneau dérivé du bois 30 mm
- 12 enduit minéral 7 mm, isolant thermique EPS 150 mm enduit 20 mm, isolant thermique 50 mm, béton armé 150 mm, isolant thermique, liège 30 mm, enduit 20 mm
- 13 revêtement linoléum 2,5 mm chape existante
- 14 panneau léger en laine de bois 30 mm
- 15 revêtement de sol en dalles d'asphalte 25 mm chape ciment 80 mm, film PE, isolant thermique mousse de verre 60 mm, chape composite 30 mm existante
- 16 fenêtre en pin avec vitrage fixe isolant coefficient U: 1,0 W/m²K
- 17 tube acier ø 150/100 mm existant
- 18 store de protection solaire
- 19 chemin de câbles
- 20 isolant thermique XPS, épaisseur variable

Page 920

Stewart Middle School à Washington DC

La rénovation et l'agrandissement de la Stewart Middle School sur le Campus de la Sidwell Friends School n'a pas seulement dotés les élèves et les enseignants de nouvelles salles modernes mais, bien plus, d'un bâtiment conçu dans le respect du développement durable qui sera justement utilisé pour donner l'exemple et apprendre les bases d'un comportement conscient de son environnement. L'école existante, de 1950, a été conçue à l'origine pour 230 élèves, ce chiffre est passé à 340 au cours des années. Le bâtiment a été surélevé d'un étage en 1971 puis n'a plus été modifié. L'extension regroupe désormais de nouvelles salles pour l'art et la musique, les sciences naturelles et l'informatique ainsi que différentes pièces pour l'orientation scolaire et une bibliothèque. Les espaces extérieurs arrière ont été requalifiés. Il a été envisagé en parallèle d'installer un centre d'épuration biologique pour traiter les eaux usées de l'école. Est

alors apparue l'idée de regrouper les deux objectifs sous la forme d'un biotope humide, bien positionné dans le site et qui pourrait servir en même temps d'objet pédagogique pour les élèves. Désormais totalement intégré dans le programme pédagogique le fonctionnement du biotope est explicité directement sur le terrain: des graphiques analytiques appliqués directement sur le revêtement du filtre de décantation expliquent le processus du traitement de l'eau. Une forme plus imagée de l'explication, traitée en bas relief, s'adresse aux spectateurs dont les connaissances techniques sont moins assurées. Une façade préfabriquée en bois relie les parties de bâtiment neuves et anciennes. Les éléments utilisés dans le bâtiment neuf en bois de cèdre recyclé viennent aussi recouvrir les étages supérieurs réhabilités du bâtiment existant. Des éléments avec des lamelles horizontales en porte à faux portent de l'ombre dans les couloirs de la façade sud du bâtiment neuf. Les éléments de déviation de la lumière se prolongent à l'intérieur et assurent ainsi l'éclairage suffisant des classes qui se trouvent derrière. Au nord, des fenêtres non ombragées et implantées en hauteur laissent pénétrer une lumière diffuse. Des lamelles verticales sont appliquées sur les façades est et ouest de l'existant rénové pour minimiser les apports solaires et les éblouissements, le matin et surtout l'après midi. Les «cheminées solaires» qui aspirent l'air par la façade nord ventilent passivement le nouveau bâtiment et permettent de ne devoir refroidir mécaniquement seulement très peu de jours. L'intelligence du système assure entre autre que les installations de chauffage et de refroidissement soient automatiquement arrêtées lorsque les fenêtres sont ouvertes. Une centrale thermique indépendante, pour le Campus, assure l'approvisionnement en énergie de la Middle School. Des éléments photovoltaïques sur le toit produisent une petite part de l'approvisionnement en énergie et servent surtout d'objet pédagogique pour les élèves. Il est possible de lire en temps réel dans le couloir de l'école le rendement énergétique. Il est aussi possible de suivre et de prendre connaissance sur Internet de toutes les données sur la préparation de l'eau et sur les consommations. Des panneaux pédagogiques installés dans les couloirs récapitulent toutes les matières premières mise en œuvre – autant que possible régionales et recyclées comme par exemple un deck en bois en provenance de Baltimore ou des revêtements en bambous qui repousseront très vite. La durée de vie des mesures engagées est estimée à 40, 50 ans jusqu'au prochain grand projet de réhabilitation. Les grandes portées permettent aussi d'obtenir une structure utilisable de manière assez flexible dans le futur, les cloisons légères ainsi que les modules de façade préfabriqués en atelier peuvent être facilement reconfigurés ou remplacés. De la même manière les équipements techniques sont laissés ap-

parents et peuvent être remplacés ou entretenus facilement et sans avoir recours à des interventions constructives trop lourdes.

Plan masse
Échelle 1:1500

- 1 existant réhabilité
(vue de la toiture: panneaux photovoltaïques)
- 2 bâtiment neuf
(vue de la toiture: cheminées solaires/jardins scolaires)
- 3 biotope assurant la préparation de l'eau

Page 922

Un objet pédagogique pour les générations futures – Le point de vue des architectes sur le projet

Le plan directeur de la Sidwell Friends School constitue le cadre de la restructuration du campus hétérogène sur la Wisconsin Avenue. Les espaces extérieurs centraux servent de lien entre l'existant et les extensions modernes aux implantations stratégiques et participent à former une image générale intelligemment structurée. Ces projets sont animés par l'envie d'agir à long terme en harmonie avec l'environnement tout en reprenant les principes fondamentaux du campus exprimé par la Tour Quaker: modération, responsabilité et simplicité. La réhabilitation et l'extension de la Stewart Middle School ont permis de transformer une école trop petite et mal implantée des années 50 en paysage pédagogique moderne et pacifié pour les générations futures avec des espaces extérieurs et des bâtiments en réseau pour créer un système diversifié. Avant les travaux, des tuyaux réparés en urgence servaient à évacuer la totalité des eaux pluviales dans les canalisations. Désormais l'eau pluviale est d'abord recueillie et stockée par la toiture verte, elle s'écoule ensuite vers le bas par des réseaux partiellement ouverts puis en passant par un bassin de rétention elle vient alimenter un paysage de marais et enfin une citerne. Un biotope humide a été mis en place entre les bâtiments qui permet de traiter pour l'utilisation en eau grise les eaux usées de la middle school. Ce dispositif permet aussi d'explicitier la complexité du traitement naturel des eaux domestiques.

Il suffit de regarder les différentes protections solaires devant les façades pour reconnaître, comme sur un compas, les différentes orientations. Au nord, les protections solaires sont inutiles, les fenêtres hautes laissent entrer beaucoup de lumière diffuse à l'intérieur. Au sud, les protections solaires ont le meilleur rendement possible et sont horizontales. À l'est et à l'Ouest les lamelles verticales évitent les éblouissements causés par les rayons de soleil bas. Les protections solaires font partie intégrante d'une peau extérieure à épaisseur multiple en cèdre rouge recyclé à partir d'anciens fûts. Un banc dont le dossier est réalisé à partir du fond de l'un

de ces fûts permet d'identifier l'origine du bois. Le revêtement de l'extension se prolonge sous forme de lamelles dans l'existant alors que le rez-de-chaussée en brique de celui-ci est repris dans le soubassement du nouveau bâtiment. C'est ainsi que l'ancien est rénové et que le neuf est intégré dans le contexte. Pour accélérer le processus de construction –les façades de l'existant devaient être montées pendant les vacances– des éléments en bois à hauteur d'étage intégrant les fenêtres, leurs triples vitrages isolants et les protections solaires extérieures ont été préfabriqués en atelier. Les bâtiments doivent permettre aux utilisateurs d'apprendre quelque chose sur les matériaux et les systèmes, sur l'origine des sols en liège ou des revêtements en bambous jusqu'aux conséquences du fait d'allumer ou d'éteindre une lumière. Une centrale thermique alimente tout le campus et permet de rentabiliser le rendement de la consommation en énergie tout en démontrant pour les élèves des modèles de comportement responsables avec l'énergie. En plus de cela une installation photovoltaïque couvre 5 % des besoins en électricité. Des cheminées de ventilation assurent la ventilation passive, sans supplément de consommation d'énergie. Les rayonnements solaires réchauffent l'air dans des cheminées vitrées, la thermique ainsi créée tire par des ouvertures situées près du sol de l'air frais dans le bâtiment. Les élèves peuvent suivre le fonctionnement du dispositif par des fenêtres ménagées dans les cheminées. Les mouvements de l'air sont, en plus, rendus audibles par des dispositifs musicaux actionnés par les courants d'air. Des bacs à plantes installés entre les cheminées solaires et les toitures plantées et utilisés pour les cours parachèvent le traitement des salles de classe en plein air.

Coupes
Échelle 1:400 • Échelle 1:20

- A Liaison bâtiment neuf/existant
B Existant surélevé

- 1 fenêtre bois/aluminium avec vitrage triplis
- 2 constitution du mur de l'étage supérieur:
revêtement cèdre rouge recyclé 19 mm
lattes/contre-lattes
pare vapeur résistant aux UV
plâtre cartonné 16 mm
panneau contreplaqué 19 mm
isolant mousse rigide 254 mm
pare vapeur
plâtre cartonné 16 mm
- 3 protection solaire, lamelles verticales en cèdre rouge (orientées à 51° du nord à l'ouest ou à l'est)
- 4 panneau cintré acier inoxydable 5 mm
- 5 revêtement aluminium
- 6 constitution du mur du soubassement:
maçonnerie 102 mm
vide ventilé 51 mm
maçonnerie 152 mm
isolant en mousse dure 203 mm
pare vapeur
plâtre cartonné 16 mm
panneau de fibres plaqué bambou 19 mm
- 7 descente d'eau aluminium, sur tasseur d'écartement en néoprène

- 8 protection solaire intérieure
- 9 placard intégré, façade avant plquée bambou
- 10 revêtement de sol linoléum
- 11 écarteur: tube acier inoxydable 51/51/6,35 mm
- 12 fenêtre existante (réhabilitée en 2001)
- 13 constitution du mur existant

Coupes

Bâtiment neuf
Échelle 1:400
Échelle 1:20

- a Cheminée solaire/jardins scolaires avec classe
- b Réflecteurs lumineux dans les couloirs
- c Concept de ventilation naturelle/cheminée solaire
- d Concept d'éclairage naturel

- 1 lanterneau ouvrable mécaniquement
- 2 lamelles orientables mécaniquement
- 3 bac à plante (jardin scolaire)
- 4 plafond suspendu d'une classe, reflétant la lumière
- 5 lamelles, sortie d'air d'une cheminée solaire
- 6 revêtement de la cheminée solaire, côté nord: panneau de fibre liées au ciment 8 mm, panneau contreplaqué 16 mm, panneau de fibre liées au ciment 12,7 mm (face intérieure peinte en noir)
- 7 vitrage de la cheminée solaire, côté sud: verre de sécurité feuilleté 6,35 mm
- 8 substrat, feutre, lé de protection isolant en mousse dure 152 mm couche séparatrice, étanchéité PVC, couche séparatrice plancher béton armé 305 mm
- 9 tube d'éclairage intégré
- 10 réflecteur aluminium laqué
- 11 lamelles de protection solaire aluminium laqué
- 12 fenêtre bois/aluminium avec vitrage triplis
- 13 bardage cèdre rouge recyclé 19 mm lattes/contre-lattes coupe vent résistant aux UV plâtre cartoné 16 mm panneau contreplaqué 19 mm isolant thermique en mousse rigide 254 mm pare vapeur plâtre cartoné 16 mm panneau de fibre plaqué bambou 19 mm
- 14 revêtement de sol linoléum
- 15 revêtement aluminium laqué
- 16 maçonnerie 102 mm vide ventilé 51 mm maçonnerie 152 mm isolant en mousse rigide 203 mm pare-vapeur plâtre cartoné 16 mm panneau de fibre plaqué bambou 19 mm

Page 930**Transformations de l'école primaire Herzog-Ulrich à Lauffen am Neckar**

L'école Herzog-Ulrich a été construite en 1907. La devise gravée dans la pierre «Unserer Jugend» est au-dessus du portail d'entrée et indique la vocation du bâtiment. En cent ans l'éducation et le système scolaire ont changés. Les problèmes sont évidents dès l'entrée dans l'école: des classes et des salles de professeurs peu structurées, trop peu de rangement et des installations sanitaires vétustes. Désormais les transformations fonctionnelle et esthétiques des pièces et des sanitaires ainsi que des montées d'escalier doivent répondre aux besoins du quotidien scolaire ainsi qu'aux contraintes imposées par le monument historique. Les grands «meubles» rapportés volontairement dans l'existant et des «implants architectoniques» définissent des

pièces, des zones tout en se distançant de l'existant classé monument historique. Les violences, les agressions et le vandalisme sont des maux contre lesquels il faut combattre dans beaucoup d'écoles, en plus de toutes les faiblesses spatiales ou formelles. À ce sujet l'identité et l'identification sont des facteurs importants du projet. Plus les écoliers s'identifient avec leur école, plus il y a de chances que les nouveaux éléments ne soient pas abîmés.

Le parti chromatique

Le parti chromatique prévoit des couleurs chargées d'émotions positives pour les enfants. Les nouvelles couleurs constituent l'identité des pièces et font du séjour dans celles-ci une aventure. Les enfants associent avec les couleurs employées des expériences et des souvenirs positifs. Le rose fait penser au sucré comme par exemple à des bonbons, à des chewing-gum ou à des fraises. Avec le violet-pourpre et le lila on pense à la marque de chocolat et à sa vache et à l'odeur de la lavande. Les couleurs ne fonctionnent pas seulement comme stimulant optique, elles évoquent aussi des odeurs ou des goûts. Le couloir sérieux qui mène au bureau du directeur peut se transformer, pour certains enfants, en champs de lavande au goût de chocolat. Surréaliste pour les adultes mais parfaitement possible pour les enfants. L'intensité des couleurs dépend de l'utilisation et donc de la durée moyenne du séjour dans l'espace. C'est ainsi que les lieux dans lesquels on se tient moins longtemps, comme la montée d'escalier ou les lavabos sont traités avec des couleurs plus vives. Par contre, les classes ou les salles des professeurs sont traitées avec des tons calmes. Les couleurs vives ne servent que d'accent et ne doivent pas distraire de l'essentiel. Un espace blanc suit toujours un espace où les couleurs sont vives.

Les implants architectoniques

Le «meuble» de l'administration assure différentes fonctions comme l'accueil avec un passage vers la salle des professeurs, une petite kitchenette et des éléments de placard intégrés. Il définit une zone de travail pour les enseignants, le secrétariat, le bureau du recteur et une salle de réunion. Détaché du plafond cela se lit comme un meuble et s'utilise comme un implant architectonique. Les vitrages assurent ouverture et transparence et font du corps enseignant l'interlocuteur de tous les instants des élèves. Le meuble sympathique violet-pourpre avec ses portes lattes crée une atmosphère confortable et positive. Au rez de chaussée une «cellule colorée» accessible forme un espace de lavabo commun qui dessert les toilettes des filles, des garçons et celles des professeurs. Le traitement homogène vert crée un espace particulier, se laver les mains devient une expérience particulière. Le lavabo traité comme une sculpture occupe le centre de l'espace.

Les personnes et leurs expressions reflètent en se déformant dans les lavabos chromés. Un monde irréel au cœur de la cellule éduque les sensations et les sens. Le même vert traité en résine époxy recouvre les murs, le sol et le plafond, les angles arrondis donnent une impression fluide de l'espace. La lumière naturelle de l'extérieur pénètre par des perforations des murs teintées en orange. Un séchoir à main est intégré dans un trou du mur. Les classes sont traitées en blanc, neutre. Les panneaux d'affichage en feutre rouge sont le seul accent coloré. Un meuble tableau avec des éléments placard propose suffisamment de rangement et la flexibilité nécessaire. On commence et on achève chaque journée d'école en entrant dans la nouvelle montée d'escalier à la jonction entre le bâtiment le plus ancien et l'extension, plus récente, d'après guerre. Des vestiges, des fragments d'architecture classés y sont rassemblés comme des collages. Le rose intensif réveille les élèves encore endormis et apaise, pour les élèves les plus angoissés, le parcours jusqu'à la classe.

- 1 isométrie de principe sanitaires et montée d'escalier
- 2 isométrie de principe meuble du secrétariat (avec la représentation des meubles du couloir, prévus mais non réalisés)
- 3 classe avec le meuble-tableau noir
- 4 entrée de l'école classée monument historique de 1907

Coupe • Plans
Échelle 1:500

- 1 entrée
- 2 classe
- 3 sanitaires
- 4 sanitaires garçons
- 5 sanitaires filles
- 6 produits d'entretien
- 7 sanitaires maîtres
- 8 sanitaires maîtresses
- 9 sanitaires handicapés
- 10 montée d'escalier
- 11 ascenseur
- 12 matériel pédagogique
- 13 secrétariat/accueil
- 14 salle des professeurs
- 15 kitchenette
- 16 proviseur
- 17 proviseur adjoint
- 18 salle de réunion

Coupe verticale • Coupe horizontale
Meuble tableau noir
Échelle 1:50

- 1 tableau à hauteur variable: 2000/1000/16 mm
- 2 portes latérales rabattantes, 1000/1000/16 mm chaque
- 2 pylône aluminium avec arrêt en caoutchouc en partie haute: profil du commerce assemblé, env. 100/140/2400 mm
- 3 structure de fixation du pylône: profil bois 110/120 mm, revêtement panneau MDF peint en blanc 19 mm corps 1200/600/1200 mm divisé en son centre, panneau MDF peint en blanc 19 mm
- 5 porte de placard MDF panneau MDF peint en blanc 19 mm, 4 portes pour chaque corps, assemblées en paire, arêtes biseautées pour servir de poignée

- 6 étagère 520/550 mm
panneau MDF peint en blanc 19 mm
- 7 parquet industriel chêne naturel 15 mm
chape flottante 60 mm

Coupe horizontale • Coupes verticales
sur le secrétariat
Échelle 1:20

- A vestiaires
- B banque
- C passage
- D kitchenette

- 1 panneau latté peint en violet-pourpre 38 mm
- 2 panneau latté peint en violet-pourpre 19 mm
- 3 porte de placard, panneau MDF peinte en lila 19 mm
- 4 porte coulissante en verre trempé
- 5 fond du meuble panneau MDF peint en blanc 5 mm
- 6 isolant acoustique laine minérale 50 mm
- 7 ébrasement panneau MDF peint en violet-pourpre 38 mm
- 8 chape 60 mm, enduit de résine époxy
- 9 niche de l'éclairage indirect
- 10 fourreau de câbles plastique
- 11 panneau latté violet-pourpre recouvert de stratifié 38 mm
- 12 couvre joint du vitrage profil aluminium 20/40/2 mm
- 13 plafond suspendu plâtre cartonné 12,5 mm, feutre de fibre de verre peint en blanc
- 14 vitrage fixe de sécurité trempé
- 15 fond du meuble fixé avec des bandes magnétiques, (pour permettre la révision de la porte coulissante)
- 16 dispositif pour faire coulisser le verre
- 17 bandeau fonctionnel: éclairage et prises
- 18 lavabo acier inoxydable Ø 400 mm

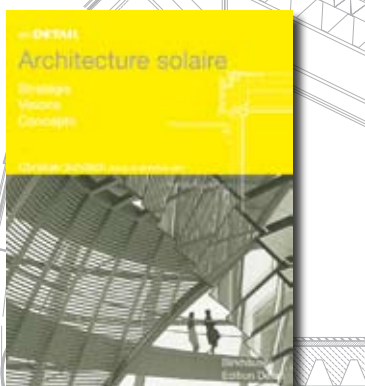
Coupes de détail sur les sanitaires
Sèche-mains, ouverture circulaire au plafond,
table de toilette avec ouvertures de révision
Échelle 1:5

- 1 verre acrylique blanc opaque et orange 2x 3 mm
- 2 tube en verre acrylique orange Ø 100-457/3 mm
- 3 plâtre cartonné vert recouvert de résine époxy 2x 12,5 mm
- 4 panneau latté peint en vert 12 mm
- 5 sèche-mains
- 6 tube en plastique Ø 100/3 mm
- 7 structure pour le passage des tuyaux panneau MDF 12 mm
- 8 tube en verre acrylique peint en vert poncé Ø 400/5 mm
- 9 profil creux 100 mm de rayon vert recouvert de résine époxy
- 10 chape 60 mm, vert recouvert de résine époxy
- 11 élément préfabriqué en contreplaqué 40 mm avec rayon de 100 mm vert recouvert de résine époxy
- 12 protection des arêtes bandeau acier inoxydable continu 40/2 mm
- 13 anneau acier inoxydable 30/2 mm soudé
- 14 ouverture de révision panneau multiplex peint en vert 18 mm
- 15 profil creux 50 mm de rayon, vert recouvert de résine époxy

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



Avec la multiplication de styles de vie différents, la recherche de plans flexibles et faciles à adapter est l'un des défis essentiels de l'architecture du logement. Avec l'augmentation de la demande d'espaces habitables dans les grandes agglomérations, l'architecture du logement collectif s'avère aujourd'hui, plus que jamais, être un exercice aussi exigeant que diversifié pour les architectes et les urbanistes.



- 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.