

**DETAIL – Revue d'Architecture**

2010 □ 9 · Recherche et enseignement

**Résumé français**

Traduction:

Xavier Bélorgey, architecte

E-Mail: xbelorgey@aol.com

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

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/234/ErgebnisHeft>**Page 866****Typologie de bâtiments consacrés à la recherche et à l'enseignement**

Construire pour l'enseignement et la recherche sert deux besoins humains fondamentaux : la quête des connaissances de base qui dépasse, idéalement, les différentes disciplines ainsi que la création d'un foyer, dans le sens « d'être chez soi ». L'architecture conçue pour les sciences comprend une large palette de types de bâtiments différents. Cela est dû aux différences des domaines de la recherche en général, reliées avec le besoin d'une pratique qui dépasse les disciplines, assistées très souvent par des appareillages ou des instruments spécifiques. On compte parmi ces différents programmes les instituts de recherche scientifique ou naturelle avec leurs laboratoires, leurs bibliothèques, leurs amphithéâtres, leurs réfectoires mais aussi leurs stations d'observation astronomique, leurs serres ou leurs animaleries, les pièces conçues spécialement pour les grands instruments, microscopes à électrons ou tomographes. Ils proposent aux scientifiques le cadre nécessaire à l'expérimentation et aux débats, à l'observation et à la recherche.

*Universités et collèges*

Les modèles du futur permettent d'anticiper l'histoire du développement typologique. Les associations modernes comme la flexibilité, l'autonomie, l'adaptabilité se retrouvent déjà dans les bâtiments occidentaux précurseurs, les « universitas magistrorum et scholarum » de Bologne et Paris dès 1200. Ces associations libres d'enseignants et d'élèves n'étaient d'abord liées à aucun site précis, on louait des espaces en fonction des besoins, spatialement éparpillés comme par le hasard, dans les centres urbains et consacrés entièrement à la science. À la différence des Universités, les collèges ont dépendu, dès le début, des institutions. La typologie du collège apparaît dès le 14<sup>e</sup> siècle, c'est à partir de là qu'elle connaît sa validation internationale. L'exemple le plus important est celui du Collegio di Spagna à

Bologne de 1367. C'est la première fois qu'est réalisé, sous la collaboration d'un architecte et d'un maître d'ouvrage et en se basant sur un programme spatial situé en bordure de ville, un dispositif clair avec une forme reprenant l'expression d'une communauté monacale d'exception rappelant celle d'un couvent, une forteresse ceinte d'un mur, introvertie.

Les unités fonctionnelles, souvent desservies d'un seul côté et consacrées à l'enseignement, à la lecture, aux repas, à l'habitation, à la prière et à l'administration sont organisées autour d'une cour de communication centrale, elle-même prise dans une trame constructive uniforme, le long d'un axe est-ouest.

L'ensemble des bâtiments de l'Université de Nuremberg à Altdorf, datant de 1583, est exemplaire pour l'évolution typologique et constitue l'université de sciences naturelles la plus avancée de son temps, à côté de l'Université de Leiden. Un groupe de bâtiments, du type collégé, s'organise autour des quatre côtés d'une cour intérieure, du côté de l'enceinte urbaine sud. Différentes transformations et ajouts ont été réalisés jusqu'en 1711, avec des installations contemporaines sans jamais modifier le type de base : un cabinet d'astrophysique, une serre, un théâtre d'anatomie. Une première rupture a eu lieu avec le premier laboratoire chimique : il a fallu construire un bâtiment indépendant hors de l'enceinte de la ville pour répondre aux risques d'explosion.

*Du collège au palais*

Le caractère des universités change à partir de 1550, pour proposer une refonte des universités et des collèges, avec une forte tendance aux bâtiments compacts centralisés et représentatifs. Les palais scientifiques font preuve, aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles, de plus en plus de pouvoir, de progrès, et d'ampleur, les puissances de l'enseignement occidental et religieuses nécessitant des représentations baroques. L'université devient une sorte d'institution d'autorité indépendante. C'est l'esprit du Nouvel Humanisme représenté au 19<sup>e</sup> siècle par Wilhelm von

Humboldt qui influence l'évolution. Son objectif consistait à libérer l'enseignement de sa suffisance, de son exclusivité arrogante et de sa dépendance d'état.

L'idéal, favoriser la formation du caractère par la pratique des sciences s'imposait. Cela s'est exprimé dans la construction par le style classique – avec des liens au cosmos spirituel de l'enseignement gréco-antique combinés aux besoins de la représentation. Des bâtiments colossaux ont été construits à Vienne et Paris pour l'Université, ce sont la plupart du temps des complexes à plusieurs étages regroupés autour de cours intérieures. Finalement, le système est apparu inapproprié. Les bâtiments étaient trop vite trop petits. Le regroupement de toutes les matières et de toutes les fonctions sous un même toit n'était, typologiquement ou techniquement, pas porteur pour l'avenir. Il s'avéra opportun de dissocier et de séparer les bâtiments de laboratoires, consacrés aux expérimentations des sciences de la nature; la comparaison avec le laboratoire de chimie de Altorf s'impose. Du point de vue constructif cette voie a conduit, entre 1200 et 1900, de la mobilité à la sédentarisation. Nulle part un bâtiment ne s'est avéré durablement suffisamment grand ou tout simplement adapté à sa fonction spécifique.

*Développement de bâtiments de recherche, l'exemple de la Société Max Planck*

Au 20<sup>e</sup> siècle, le développement typologique est marqué fondamentalement par les modifications de la technique des appareils et par la technique des bâtiments eux-mêmes ainsi que par les flux d'information liés aux nécessités d'échanges interdisciplinaires, c'est le thème de la « communication ». On peut lire cela de façon exemplaire dans les bâtiments la Société Max Planck. C'est en 1911 qu'est fondée la Société Kaiser-Wilhelm (KWG), suivie en 1948 par la Société Max Planck (MPG). Les premiers bâtiments de la KWG étaient, du point de vue typologique, hétérogènes, les aspects liés aux techniques de ventilation influençaient en premier lieu l'organisation des bâtiments même si ce sont les formes historici-



santes qui étaient prioritaires et reprenaient dans une forme un peu épurée le style représentatif wilhelminien. C'est seulement avec la République de Weimar que le souhait majoritairement formulé de rigueur et de fonctionnalité trouve son expression adéquate avec les instituts construits, entre autres, par Carl Sattler, que l'on peut ordonner dans le mouvement du « Neuen Bauen » ou de la « Neuen Sachlichkeit ». Ces ouvrages systématisent la notion de zonage des fonctions et des dessertes techniques par différentes gaines ou tracés conçus selon un art et une méthodologie qui correspondent toujours aujourd'hui aux règles de base des bâtiments de recherche. C'est en conséquence que l'on obtient des bâtiments neutres du point de vue typologique, structurés de façon rationnelle selon des objectifs fonctionnels et techniques. Ils suivaient le principe des trames, des superpositions, de la désolidarisation de la technique et de la préfabrication, en se référant aux typologies conceptuelles des ouvrages standards d'enseignement supérieur de Horst Linde.

En fonction des matières, on construit des instituts sur deux ou trois travées fonctionnelles, avec trois étages en partie centrale, conçus le plus souvent en croix ou avec des additions autour d'un noyau central. Le projet de Sep Ruf pour le Max Planck Institut de physique à Freimann de 1958 peut être décrit comme visionnaire : en effet, toutes les fonctions, l'institut tripartite, les ateliers, le bâtiment de service, la halle expérimentale, les salles de cours constituent un bâtiment optimisé du point de vue typologique (voir ill. 2). Les deux instituts totalement différents typologiquement, l'institut d'astrophysique et d'optique quantique de Garching apparaissent toujours précurseurs aujourd'hui. Dans le cas du bâtiment d'astrophysique, c'est le thème communication qui a été optimisé (voir ill. 3,5). Des postes de travail individuels calmes sont organisés autour d'une pièce intérieure commune et centrale qui sert aussi de desserte grâce à une double circulation. Les élèves de Scharron, Hermann Fehling et Daniel Gogel représentent, si l'on voulait absolument les ranger dans un style, l'architecture organique. Le bâtiment de l'optique quantique optimise le principe de zonage. Les laboratoires aveugles, les laboratoires standards de physique et les bureaux sont organisés autour d'une « laserbay » sous forme de halle centrale, totalement dissociée du point de vue sismique, acoustique et technique. Ils sont conçus en conséquence sur un plan en H (voir ill. 4)

#### *Prévision des besoins et détermination de groupes de pièces*

Des prévisions des besoins fondées constituent la clef pour la réussite d'un projet. Les quantités et les qualités spatiales seront analysées dans un plan prévisionnel sur la base d'un concept scientifique tout autant que sur les ressources financières disponibles pour le personnel et pour les équipe-

ments techniques. Du point de vue fonctionnel, les différents secteurs fonctionnels se distinguent comme suit :

- secteur primaire – recherche, théorique autant qu'expérimentale
- secteur secondaire – informer, communiquer, interne et externe; administrer, approvisionnement en énergies, matériaux, services
- secteur tertiaire – locaux sociaux, logements, loisirs

Il est important pour la typologie du projet de dissocier en plan les besoins spatiaux, de définir des groupes de pièces qui seront, à leur tour, conditionnés de différentes façon :

- les pièces éclairées pour le travail théorique concentré (bureaux avec peu d'installation)
- pièces éclairées et pouvant être installées pour des travaux expérimentaux (laboratoires hautement équipés)
- pièces non éclairées et pouvant être installées pour accueillir des appareils techniques et des fonctions spécifiques (zones sombres hautement équipés).

En plus des surfaces utiles, les surfaces fonctionnelles et de circulation sont particulièrement importantes typologiquement et essentielles pour le projet. L'organisation des couloirs et des zones de circulation définit la qualité de la communication, les grands halls ne sont pas dans l'esprit du temps et il est préférable de concevoir des progressions entre différents types d'espaces pour faciliter des rencontres fortuites ou prévues. Le but est d'atteindre une bonne densité pour faciliter la communication entre chercheurs. Des surfaces fonctionnelles bien dimensionnées et facilement extensibles dans les sous-sol et dans les combles consacrées aux espaces centraux ou aux étages de laboratoire avec les différents compteurs ou gaines sont indispensables. Leurs dimensions sont souvent sous-estimées ou même pas prises en compte ce qui conduit, à l'usage à des désordres fonctionnels et économiques majeurs. La somme de toutes les contraintes spatiales influence – en plus des différentes contraintes d'urbanisme ou spécifiques au site – le projet et sa typologie du point de vue de sa distribution et de son nombre d'étages.

#### *Les laboratoires de chimie / biologie / physique : la pierre angulaire*

Le type de pièce le plus important dans un bâtiment de recherches est le laboratoire, la salle consacrée au travail scientifique et expérimental. Fondamentalement comparable à une cuisine intégrée d'équipement supérieur on connaît aujourd'hui le laboratoire normalement structuré depuis une centaine d'années d'une taille standard d'environ 40 m<sup>2</sup> de surface utile. On note depuis une dizaine d'années une tendance à des pièces plutôt plus grandes. Les contraintes sont liées aux processus de travail, aux spécificités d'aménagement, aux attributions d'appareils, aux spécificités techniques et

aux besoins éventuels de postes de travail supplémentaires.

On différencie les types de laboratoires suivants :

- laboratoires de chimie : préparations humides ou sèches, nombre élevé de 2 à 6 extracteurs pour 40 m<sup>2</sup>, besoin relativement important de matières dangereuses, en frigidaires ou congélateurs ; renouvellement de l'air important
- laboratoires de biologie: biochimie, biologie moléculaire, préparations humides ou sèches. 1 à 2 extracteurs pour 40 m<sup>2</sup>, placard de laboratoire, plan de travail (voir ill. 6)
- laboratoires de physique : « caractère d'atelier », peu ou petits extracteurs, ameublement restreint, plan de travail pour la mise en place des expériences et/ou appareils nécessaires.

#### *Zonage et superpositions*

À cause des équipements techniques spécifiques et coûteux qui constituent entre 40 et 60% du coût d'ensemble d'un bâtiment l'articulation des pièces selon leurs contraintes est particulièrement importante dans le cas des bâtiments de recherche. Le profil des contraintes diffère en fonction des besoins de surface, de l'ameublement, du type d'utilisation, de la capacité porteuse, des approvisionnements et des extractions techniques, etc. Les types de pièce les plus courants et donc les plus déterminants pour le projet sont les laboratoires et les bureaux. En plus il y a aussi les « core facilities » (par ex. les laboratoires spécifiques) et les espaces « sociaux » consacrés au bien être du personnel. Une organisation des pièces mélangées seulement selon des critères d'organisation serait particulièrement anti-économique. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de regrouper les pièces ayant des contraintes similaires – aussi bien du point de vue de la fonction que de celui de la densité des installations techniques – en unité fonctionnelles. Les notions de zonage et de superposition décrivent cela.

La notion de zonage signifie l'organisation, ensemble, des pièces de même type, le long d'un couloir par exemple. On obtient les dimensions à partir des prescriptions réglementaires (sécurité incendie, parcours d'évacuation : selon les législations, environ 25 m au maximum de distance entre le poste de travail et une cage d'escalier, des sections coupe-feu d'environ 1600 m<sup>2</sup>) tout autant qu'à partir du tracé économique des réseaux : les évacuations sanitaires et les diamètres des gaines de ventilation définissent les longueurs de couloir.

Il faut comprendre avec la notion de superposition l'organisation par étage de pièces de même fonction. Les réflexions urbaines jouent un rôle en particulier pour définir les partis techniques et les alimentations des réseaux de gaines.

Les bâtiments de 25 à 30 m de long et de 3 à 4 niveaux de laboratoires (cave et locaux

techniques centralisés en toiture en plus) se sont avérés présenter un ordre de grandeur économique.

Le bâtiment neuf de l'Institut de recherche de la fondation « Caesar » dans le Rheinauenpark de Bonn présente un cas typologique idéal avec un zonage conséquent dans trois bâtiments linéaires reliés par des passerelles regroupant trois grands types de pièces : le bâtiment d'entrée avec son intérieur polyvalent, amphithéâtre, cantine, administration et circulation ; un bâtiment de laboratoires cubique en deux parties et sur trois étages avec des laboratoires et une zone sombre ainsi que le bâtiment de bureau sur un niveau dont la forme ondulée s'inspire de la topographie des bords du Rhin (voir ill. 9).

#### *Distribution – gaines, dimensionnement, trame*

Actuellement, la plupart de bâtiments consacrés à la recherche sont réalisés avec des ossatures en béton armé de trois à quatre étages, avec des planchers lisses sans retombées de poutres. La dissociation de la structure et des cloisonnements permet d'avantage de modularité et de flexibilité ainsi que plus de transparence, en revanche les capacités d'accumulation sont réduites et l'ouvrage plus sensible aux vibrations.

Le choix et le dimensionnement du parti des réseaux fluides (pour ainsi dire les « artères principales » d'un bâtiment de recherche) influencent les tracés des installations, les hauteurs d'étage, la conception de la sécurité incendie et ont un impact sur la cubature des bâtiments. On distingue :

- les gaines centrales comprenant un nombre réduit de clapets incendie et les petites centrales techniques en toiture mais, en revanche, des longueurs de réseaux assez longues et des hauteurs d'étage importantes
- les gaines individuelles qui ont pour avantage de minimiser les hauteurs d'étage, de réduire les longueurs de réseaux et permettent des alimentations individuelles même si la surface utilisée est plus importante, que les clapets anti-feu, les réservations dans les dalles et les centrales en toiture sont plus importants

Lors de la construction du Max Planck Institut (MPI) de chimie physique des matériaux de construction de Dresde une constellation de contraintes consécutives au droit de la construction et à différents aspects interdisciplinaires a conduit à un parti en peigne permettant de dissocier une partie regroupant les bureaux côté rue ainsi qu'une partie laboratoire organisant des éléments en deux parties sur trois étages. L'alimentation technique se fait par des gaines individuelles des deux côtés du couloir. Les centrales techniques en toiture sont disposées elles aussi de façon linéaire dans tout le plan (voir ill. 8).

La combinaison de gaines centralisées et individuelles dissociant, l'arrivée d'air frais, l'extraction d'air usé et les autres médias s'est avérée judicieuse. Si l'on veut limiter les hauteurs d'étage, pour des raisons de

droit de la construction par exemple, les gaines individuelles sont à conseiller : les quantités d'air importantes comme celles dont on a besoin dans les laboratoires chimiques nécessitent plutôt des gaines centrales.

Le passage des réseaux horizontaux devait être assuré, sans suspente, sous les dalles en béton apparentes utilisées aussi comme des masses thermiques. C'est possible du point de vue juridique, sauf dans les zones de sécurité cela demande, en revanche, une conception bien coordonnée en amont pour le passage des réseaux et cela présente aussi des avantages de fonctionnement particulièrement pour les travaux de maintenance, l'entretien, l'hygiène et le nettoyage (pas d'espaces creux fermés).

La répartition des charges est assurée dans la largeur par les liens fonctionnels et dans la profondeur par l'ameublement des laboratoires. Une trame de 1,15 m a fait ses preuves comme largeur standard pour les aménagements (spectre 1,05–1,30 m, « Euro raster » : 1,20 m) alors que l'axe constructif est de 6,90 m. Les distances entre les paillasse de laboratoire sont ainsi optimisées. Une distance inférieure ne répondrait plus à la législation en vigueur pour les laboratoires, une distance supérieure signifierait des surfaces de plan de travail incontrôlables. La profondeur d'un laboratoire de normalement env. 6,00–7,20 m est confirmée par les modules d'aménagement de laboratoire de 0,60/1,20 m.

Pour les laboratoires, les hauteurs d'étage adaptées se situent entre 3,80 et 4,10 m, pour les immeubles de bureaux entre 2,90 et 3,40 m. Une hauteur d'étage d'environ 4,00 m est, à priori, juste et s'avère durablement adaptée fonctionnellement. Dans le cas des gaines individuelles et avec un nombre réduit d'extracteurs il est possible de réduire à 3,80 la hauteur sous plafond. Le parti-pris, déterminé en accord avec les scientifiques, quant à la distance entre les laboratoires et les bureaux avant d'entreprendre les projets est essentielle et déterminante pour la typologie des projets. En règle générale les liaisons les plus courtes sont nécessaires et souhaitées. Cela conduit à des bâtiments avec des hauteurs d'étages de bureaux relativement hautes dont les dimensions sont dictées par l'organisation du laboratoire. Des mesures acoustiques ou visuelles sont aussi éventuellement nécessaires dans les bureaux. Si des distances plus importantes sont possibles cela peut conduire à une dissociation des bâtiments de laboratoires et des bâtiments de bureaux, optimisés pour chacun dans leur organisation. Une différenciation des hauteurs de niveaux est aussi envisageable et peut donner par exemple une typologie à niveau décalés autour d'une zone de circulation commune (voir ill. 14, 15)

#### *Installations techniques, techniques de ventilation, médias, électronique*

Les bâtiments consacrés à la recherche et à l'enseignement sont souvent équipés de

hautes technologies et, en conséquence, coûteux dans leur mise en œuvre et leur maintenance. C'est pour cette raison qu'il est important de veiller à une véritable « bienveillance technique » dès les toutes premières ébauches conceptuelles. Cela ne veut pas dire que les aspects techniques dictent les choix du projet mais que seule une conception prenant en compte les aspects technologiques pourra conduire à des bâtiments convaincants et finançables.

Une technique conçue avec intelligence, sans risque de technologie sur évaluée, facile d'entretien et flexible ouvre la possibilité de construire économiquement tout en renforçant les jeux nécessaires pour améliorer les qualités intérieures et extérieures.

La caractéristique des concepts techniques est le tissage, c'est-à-dire les tracés horizontaux et verticaux libres de croisement et dissociés par étages des réseaux d'installation techniques. L'expression d'ensemble des bâtiments de recherche est influencée par les installations techniques, les équipements, les zones de livraison, les concepts d'alimentation et d'extraction qui mordent sur les espaces et qui sont partiellement comparables avec un bâtiment d'activités industriel.

- Technique de ventilation : l'organisation des centrales d'arrivée et d'extraction d'air, le concept de tracés des gaines ainsi que les ouvertures d'arrivées ou d'extraction d'air influencent l'organisation des ouvrages et leur expression extérieure. La différence entre les groupes de pièces à ventiler mécaniquement et naturellement joue un rôle important. La part des pièces à ventiler mécaniquement est déterminée par la production de surchauffe et/ou par la réglementation. Les laboratoires sont touchés tout comme les pièces situées en intérieur de bâtiment ou celles ayant une forte densité d'appareils ou occupées par de nombreuses personnes. Le taux de renouvellement d'air imposé (par ex. 8 fois ou 4 fois en laboratoire) devrait pouvoir être optimisé en accord avec les administrations responsables et les utilisateurs.

- Alimentation en froid : les appareils de refroidissement (en général en toiture) et les machines à froid (en général en sous-sol ou en toiture) sont visuellement, acoustiquement et par rapport aux techniques de vibration à prendre en compte. Il faut différencier l'alimentation en froid des installations de climatisation et la production de froid nécessaire à l'expérimentation. La tendance aux besoins en froid est clairement en hausse, c'est lié, entre autres, à la densité des appareils.

- Alimentation, évacuation des eaux : en règle générale l'évacuation des eaux courantes et l'évacuation des eaux des laboratoires sont installées comme deux systèmes distincts. Les réservoirs d'eau pour l'extinction des feux par les pompiers et les installations de décantation pour l'eau de pluie influencent la disposition des espaces extérieurs.

- Chauffage : lot assez peu critique du point de vue de la conception, les ouvrages consacrés à la recherche sont influencés principalement par la ventilation et par les installations de réfrigération
- Gaz et médias : influence typologique relativement secondaire de par les tracés de réseau et par l'encombrement. Une véritable clarté au sujet des alimentations de combustibles est importante le plus tôt possible au moment de la conception, le caractère volumineux des citernes et des systèmes de sécurité ayant une certaine influence sur les espaces extérieurs et sur les cours de service.
- Électronique : l'augmentation des quantités de données numériques, la densité des appareils dans les laboratoires et la numérisation des processus de travail nécessitent la conception préalable de tous les tracés électroniques. Les doubles planchers ne sont mis en œuvre que dans des cas particuliers, en général 1 ou 2 réseaux sont nécessaires pour les alimentations des pièces.

Le centre de recherches cardiaques et pulmonaires MPI de Bad Nauheim constitue un bon exemple de concept intégré des contraintes techniques les plus élaborées rendu d'autant plus complexe par l'exiguïté du terrain (voir ill. 10). Trois des sept niveaux du bâtiment linéaire sont occupés entièrement de locaux techniques. Les deux sous-sols sont consacrés à l'électronique, à la gestion des eaux/eaux usées, aux productions centralisées de vapeur, refroidissement et chauffage ainsi qu'aux serveurs. Trois niveaux de laboratoires suivent, des zones aveugles et des bureaux organisées autour de gaines centralisées et avec une structure de laboratoires ouverte. L'animalerie, conforme aux prescriptions de l'hygiène est située au-dessus. L'étage supérieur avec une hauteur sous plafond plus importante accueille les centrales d'apport d'air frais ou d'extraction d'air usé.

#### Organisation du plan

Un bâtiment consacré à la recherche nécessite, en plus des entrées publiques intégrant les fonctions de desserte des différents espaces communs comme les salles de séminaire, les bibliothèques et la zone consacrée à la cafétéria, les accès techniques avec toutes les fonctions d'alimentation et d'extraction. Pour cela il est important de prendre en compte, dès les études préliminaires, tous les aspects relevant des techniques de locomotion ou de l'organisation interne ainsi que les questions des transports de matériaux. Les liens entre les différents espaces intérieurs, les laboratoires aux installations les plus sophistiquées, les bureaux et leurs aménagements simples déterminent les grandes orientations du projet et sont incontournables au début de la conception. Les scientifiques privilégient les circulations les plus courtes voire même, dans l'idéal, le mé-

lange le plus proche possible des laboratoires et des bureaux. Les concepteurs font valoir les avantages techniques et économiques de la dissociation des fonctions, dans l'idéal dans des bâtiments distincts de laboratoires et de bureaux.

Les dispositifs à deux ou trois travées avec des zones de bureaux faisant face aux laboratoires et éventuellement une zone aveugle centrale s'avèrent assez souvent bien adaptés. Dans le cas des équipements consacrés majoritairement à la biologie les besoins en espaces de réfrigération, de congélation ou de locaux de services impliquent tendanciellement le choix de plans en trois travées. Les équipements plutôt consacrés à la recherche physique ou chimique nécessitent moins d'espaces aveugles et les plans sur deux travées sont plus fréquents. Ceci est bien visible sur le Campus Max Planck de Golm près de Potsdam (voir ill. 11).

Il s'agit dans ce cas de trois instituts de disciplines différentes avec pour chacun une organisation de plan adaptée. L'institut MPI de physiologie végétale moléculaire est conçu sur trois travées, conformément aux programmes de biologie expérimentale ; l'institut de recherche pour la recherche en surfaces limite ou colloïde est organisé sur deux travées, conformément aux complexes de chimie expérimentale. L'institut MPI de physique de la gravitation (recherche théorique) est conçu comme un immeuble de bureaux sur deux travées avec son propre bâtiment-bibliothèque.

En partant du programme des pièces, de la découpe du terrain, des contraintes urbaines, des différentes unités fonctionnelles (gros appareillage, amphithéâtre, ateliers, bibliothèque, animalerie, serres, etc.) de la dimension des ouvertures des zones de laboratoire, différentes typologies de plan sont possibles. On différencie différents types de base, la catégorie des systèmes linéaires, les systèmes en peigne ou les systèmes en noyau, ces derniers pouvant être les mieux comparés aux systèmes dits de « collègues »

#### Contexte, fonction, communication, forme

Le contexte, en tant que paramètre spécifique du projet, par les différents aspects conditionnés par la limite urbaine, par les liens forts à la topographie ou à une spécificité locale a une véritable influence sur le projet quand celui-ci fait partie d'un campus de recherche ou qu'il relie des bâtiments anciens et neufs. On peut citer ici, pour illustrer cela, l'exemple du site de Seewiesen. C'est là que l'on a construit un nouveau laboratoire permettant de recréer le centre commun de l'institut constitué de bâtiments anciens disparates aussi bien du point de vue typologique que fonctionnel (espaces extérieurs, caractère villageois, « oasis de nature »). Le bâtiment neuf permet de faire le lien entre des surfaces de laboratoires de haut niveau d'installation, il est en une seule travée, partiellement zoné en deux travées, desservi sur un seul côté avec des zones de repos orien-

tées sur le lac (voir ill. 12, 13).

Les bâtiments de recherche dérivent souvent, conceptuellement, des principes fonctionnels de l'organisation des espaces et du zonage des différents groupes de pièces spécifiques. Le nouvel Institut MPI de biophysique de Francfort (voir ill. 14, 15) institue nettement la dissociation d'un corps de bâtiment de trois étages abritant des laboratoires hautement équipés techniquement sur deux travées (les laboratoires vers l'extérieur, vers l'intérieur les espaces auxiliaires et un bâtiment de quatre étages, en une travée, aux installations techniques faibles intégrant des éléments centraux du programme (séminaire, bibliothèque et des bureaux). Les niveaux de laboratoire et de bureaux sont conçus comme des niveaux décalés. L'apparence extérieure du bâtiment exprime de façon conséquente ce principe de zonage fonctionnel. Les deux volumes limitent au nord et au sud une zone d'entrée favorisant la communication et linéaire. La distance relativement importante entre les laboratoires et les bureaux permet d'obtenir une organisation entre laboratoires et bureaux optimisée du point de vue technique mais conduit aussi en partie à l'organisation du travail entre les différents départements de recherche.

Dans le cas du MPI de biologie cellulaire moléculaire et génétique de Dresde (voir ill. 16, 17) les aspects spatiaux spécifiques sont les paramètres qui conditionnent la communication interne et interdisciplinaire du projet. Le concept de l'institut prévoit 24 groupes de recherches indépendants et autonomes nécessitant chacun un groupe de laboratoire ouvert (avec ses postes de travail et de laboratoire intégrés). Le terrain en longueur, situé très près de la clinique regroupée, à côté de l'institut, une suite d'espaces linéaires, une animalerie, un foyer accueillant les parents d'enfants malades et une maison d'hôtes. L'institut est constitué de deux bâtiments de laboratoires sur 4 étages entre lesquels se trouve un bâtiment comprenant une entrée avec des zones de circulation et de repos. Les contraintes spatiales et liées à l'organisation devraient pouvoir favoriser des communications assez fréquentes. C'est là que les manifestations hebdomadaires spécifiques à l'institut dans sa globalité se tiennent une fois par mois. Les systèmes de circulation ne sont volontairement pas rectilignes et doivent permettre de favoriser les contacts impromptus les plus fréquents possibles. Dans le cas du nouvel Institut MPI consacré à la biologie infectieuse sur le terrain de la Charité de Berlin, à portée de vue du Reichstag et de la Chancellerie, on a construit sur une parcelle plus que restreinte un bâtiment de laboratoire et de microscopie hautement équipé en forme de U, avec un mode de construction compacte et venant achever un bâtiment d'entrée assez ambitieux du point de vue spatial. Une partie de la façade est conçue formellement de façon assez emblématique et définit fortement l'identité visuelle de la façade avant de l'Institut.

*Ouverture des structures de laboratoire*

On note, depuis une dizaine d'années, une tendance à des surfaces de laboratoire plus grandes et plus ouvertes surtout pour les laboratoires de recherche en biologie moléculaire et en biochimie. Ceci s'explique par l'interdisciplinarité de la formation des biologistes, des chimistes et des physiciens, par les thèmes de recherche qui empiètent sur différents domaines, par les méthodes de travail et les techniques de mesure qui se ressemblent ainsi que par l'évolution des modes de communication entre les futures générations de scientifiques. Il faut tenir compte des aspects suivants dans le cas des grandes structures de laboratoire, que l'on peu comparer à des structures de grands bureaux paysagés : la sécurité, l'acoustique, les potentiels de risque, la synergie, la communication, l'expression spatiale, l'ameublement et l'acceptance des utilisateurs. Du point de vue typologique cela conduit à un potentiel de plus grande profondeur des pièces, à l'intégration de postes de travail sous forme de bureau en même temps qu'à une minimisation des besoins de surfaces de circulation ou de bureau. Dans le cas du nouvel institut de biomédecine de Münster tout comme du nouveau laboratoire pour le MPI de développement en biologie de Tübingen (voir ill. 18) les deux projets de concours ont été conçus à partir d'une typologie tripartite linéaire avec des modules de laboratoire de 40 m<sup>2</sup>. On a transformé au cours de la phase de conception, en accord avec les scientifiques et sans modifier l'organisation et la cubature d'ensemble des complexes, les zones de laboratoire et de circulation en une structure de laboratoire ouverte.

*Interdisciplinarité et accélération des processus d'information*

Les espaces de recherche ne peuvent pas se contenter d'être techniquement convainquants, ils doivent aussi motiver et favoriser la communication. En commençant par les écoles de l'antiquité, en passant par les collèges du Moyen Âge jusqu'aux universités des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles, la communication a toujours été un aspect essentiel sur la voie de l'acquisition des connaissances. La rapidité du flux d'information et les besoins d'échanges interdisciplinaires ont beaucoup augmentés au cours des deux dernières décennies. La spécialisation au sein des disciplines scientifiques et la complexité de la recherche demandent des coopérations en équipes interdisciplinaires de plus en plus importantes. Les bâtiments, comme leurs parties, jusqu'au laboratoire et aux bureaux des équipes de scientifiques, qui encouragent le dialogue et les rencontres deviennent donc toujours plus importants. En tant qu'éléments du monde en réseau les instituts interfèrent donc dans les échanges de communication avec un environnement toujours plus virtuel. Quels seront les points d'ancrage spatiaux dont ils auront besoin dans le futur et comment ces points d'ancrage s'exprimeront-ils architectoniquement demeure une question ouverte. Du point de vue typologique, on décrit le mieux avec les notions de « hiérarchie spatiale de densité de communication » entre « halls d'entrée surdimensionnés » extrêmes et « circulations seulement optimisées du point de vue fonctionnel » les besoins d'échanges prémédités ou dus au hasard. L'architecture des instituts doit aussi servir la promotion globale des nouvelles généra-

tions de scientifiques. Deux instituts récents réalisés pour des systèmes de logiciels accordent beaucoup d'importance à l'ouverture et aux aspects de la communication : à Kaiserlautern un bâtiment haut dont le cœur évoque typologiquement le « collège » constitue une pièce d'angle essentielle dans le campus. Les salles de travail sont regroupées en une travée et en carré autour d'un hall interne (voir ill. 20, 21). À Sarrebruck une montée d'escalier dessert les différents étages, les différents espaces de communication sont regroupés dans des étages courants en trois travées.

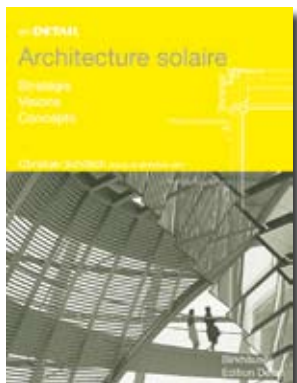
*Laboratoires de précision*

Les bâtiments de recherche dans des disciplines physiques et techniques dont les méthodes de travail et les générations d'appareils de mesure dans les secteurs nano s'imposent de plus en plus nécessitent de nouvelles conditions extrêmes encore jamais atteintes dans le domaine de la constance des températures et des isolations contre toute forme de vibration. Cela a des conséquences typologiques fondamentales. Dans le cas des bâtiments neufs les principes du zonage et de la superposition passent au deuxième rang. Idéalement, les laboratoires sont organisés sur un seul niveau, reliés directement au terrain, organisés pour que les cheminements vers les centrales techniques soient les plus courts, sans besoin de ventilation naturelle qui ne serait que problématique dans son influence sur les variations de température. Les zones de bureau peuvent être interrompues. Cela conduit, sur des sites existant à délocaliser des bâtiments spéciaux conçus selon différentes contraintes techniques et spécificités des utilisateurs.

# Série en **DETAIL**

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

**DETAIL**  
Edition



**Architecture solaire – Concevoir avec le climat au 21<sup>e</sup> siècle**

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



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

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

**Durabilité, rendement énergétique**

Ces deux notions sont à l'origine d'un débat très actuel. En dehors du fait qu'une programmation professionnelle des besoins, tirant partie de toutes les synergies, propose le plus important potentiel de durabilité, les nouveaux bâtiments sont tendanciellement de plus en plus compacts et plutôt plus massifs en ce qui concerne les choix de leurs matériaux. Les volumes variables et différenciés avec un taux important de façades de verre pourraient bientôt faire partie de l'histoire. Le bon fonctionnement typologique devrait être associé avec une organisation des parties qui permette de réduire les apports de chaleur par un taux de vitrage inférieur à 50% et par les masses d'accumulation thermiques des parties porteuses et non porteuses au profit du climat des espaces intérieurs et de la consommation en énergie. Les initiatives actuelles en faveur de la construction durable, pour l'application et la systématisation des différents critères typologique, pour l'élaboration d'un catalogue de « benchmarking » et pour une coordination européenne de la normalisation devraient accélérer cette tendance et renforcer le niveau européen de cette « culture du bâtiment consacré à la recherche ». Ces influences sont sensibles dans trois projets actuellement en phase de réalisation. Les projets sont conçus pour être techniquement simples, la composition du bâtiment, le tracé des réseaux, l'organisation des fonctions sont adaptés du point de vue typologique aux besoins spécifiques. Il a été accordé beaucoup de valeur à réaliser des bâtiments compacts et à réduire leur taux de vitrage. Les espaces intérieurs sont déterminés par une suite d'espaces de communication concis mais parfaitement différenciés et efficaces. La situation urbaine conduit à chaque fois à une expression d'ensemble individuelle.

À Mainz une tour de bureaux souligne la passerelle de liaison entre les deux différentes parties du campus. Le bâtiment de laboratoire est décomposé en deux travées sur trois niveaux avec les laboratoires de chimie et les bureaux en vis-à-vis (voir ill. 1). À Francfort, la taille du terrain a permis la construction d'une animalerie indépendante de taille parfaitement optimisée ; le bâtiment de laboratoire linéaire (biologie moléculaire) et organisé en trois zones distinctes sur trois niveaux ; la zone de laboratoire est adaptée à chaque niveau aux besoins spécifiques des utilisateurs. À Cologne, l'exigüité de la parcelle a nécessité, pour un programme comparable de réunir en un seul bâtiment l'institut avec l'animalerie (ill. 19). Le caractère extérieur fermé, cubique contraste avec la structure interne communicative et transparente. Différentes zones de laboratoires et d'espaces auxiliaires combinés sont organisés autour de l'espace intérieur triangulaire ; les espaces de bureaux au niveau d'installation technique assez faible sont organisés le long des

façades. Le type rappelle les collèges du 14<sup>e</sup> siècle, dont les caractéristiques adaptées aux besoins d'aujourd'hui peuvent être résumées ainsi : un lieu fixe avec une valeur de souvenir élevée et une identité individuelle forte qui répond par un espace de dialogue à l'augmentation de l'accélération du monde globalisé et numérisé en faveur du contenu et de la concentration du travail scientifique, seul ou en équipe, expérimental ou théorique.

**Page 876****Laboratoire spécial de l'Université de Leipzig**

Le nouveau bâtiment de la faculté de biologie, pharmacie et psychologie, un cube d'environ 19 mètres de côté remplit un angle vide jusque là dans le complexe ancien de différents instituts. Relié seulement par une passerelle au premier étage, le nouveau bâtiment est pourvu de salles hautement équipées qui ne pouvaient pas être installées dans l'existant. Les façades en modules de béton préfabriqués évoquent, comme dans une version réduite, les rythmes des percements des façades voisines. Des blocs fenêtres modernes, intégrant des protections solaires, permettent de répondre aux contraintes de sécurité et aux nécessités thermiques. Leur taille, environ 3 x 3 mètres assure les bons liens avec l'extérieur des laboratoires. Le plan tripartite comprend seulement des laboratoires. Les hauteurs sous-plafond de 4,00 mètres et les grands locaux techniques en rez-de-chaussée et toiture permettent d'intégrer toutes les installations techniques. Les traitements retenus des espaces intérieurs avec les plafonds, murs et meubles clairs, et les sols plus foncés sont conçus pour favoriser les travaux de recherche concentrés et sans sources de distraction. Pour créer un contraste, les architectes ont traité les surfaces de circulation comme des zones de communication hautes en couleur, avec des sols jaunes et des surfaces métalliques réfléchissantes.

Plan masse Échelle 1:5000

Plans • Coupes échelle 1:500

- 1 institut de biochimie
- 2 institut de géophysique et géologie
- 3 ancienne centrale thermique
- 4 institut de biosciences, pharmacie et psychologie
- 5 laboratoires
- 6 clinique universitaire
- 7 bureaux de biologie moléculaire
- 8 buanderie-office
- 9 laboratoire d'analyse de séquence
- 10 salle de rédaction
- 11 laboratoire de techniques génétiques
- 12 sas
- 13 laboratoire spectroscopie de masse
- 14 local technique
- 15 salle d'attente patients
- 16 laboratoire acoustique
- 17 salle de résonance
- 18 laboratoire isotope
- 19 jonction avec l'existant

Surface au sol brute: 1800 m<sup>2</sup>  
Surface utile: 830 m<sup>2</sup>  
SHOB: 6800 m<sup>3</sup>  
Hauteur sous plafond étage courant: 3,70 m  
Coût des travaux: 6,5 millions €  
Utilisateur: Université de Leipzig

**Page 878****E-Science-Lab de l'ETH Zurich**

Le vigoureux bâtiment cubique posé dans le campus de l'ETH de Zurich devra permettre d'accueillir tous les espaces voués à la recherche en informatique. Les balcons filants et leurs écrans en pierre de taille, disposés régulièrement, apportent au volume son caractère changeant, entre fermeture et transparence. Seul le portail d'entrée et deux salles de séminaire en double hauteur interrompent la régularité de la texture. Les bureaux consacrés à la recherche s'organisent autour d'un hall central avec différentes hauteurs de vide, une circulation périphérique et une fine bande de pièces sur les côtés longs qui fait écran devant les escaliers, les locaux techniques et les sanitaires. Des cloisons mobiles permettent l'organisation flexible des bureaux, de la cellule individuelle au grand plateau paysagé. Les « box » suspendues dans le noyau du bâtiment contiennent en tout six salles de séminaire. Une cloison amovible permet de créer au rez-de-chaussée un amphithéâtre multimédia distinct de l'atrium. Le plafond en LED de couleurs modulables conçu par l'artiste Adrian Schiess thématise, comme aussi les surfaces de couleurs réfléchissantes de l'atrium, la notion de la relativité de la perception. Les gaines de ventilation et le réseau d'éclairage sont intégrés dans les dalles en béton ce qui permet d'éviter les faux-plafonds. Trois prises de branchement au réseau informatique par mètre carré assurent la performance optimale des échanges de données électroniques.

Plan masse  
Échelle 1:10000  
Plans • Coupes  
Échelle 1:125

- 1 entrée
- 2 atrium
- 3 amphithéâtre multimédia
- 4 bibliothèque
- 5 bureau
- 6 poste de travail étudiant
- 7 local technique
- 8 cafétéria/cantine
- 9 laboratoire
- 10 salle de séminaire

Surface au sol brute: 17 793 m<sup>2</sup>  
Surface utile: 11 655 m<sup>2</sup>  
SHOB: 67 430 m<sup>3</sup>  
Hauteur sous plafond (étage courant): 2,90 m  
Coût des travaux: 45,2 Mio. €  
Quantité + surface des laboratoires: 26/1600 m<sup>2</sup>  
Quantité + surface des bureaux: 10/8650 m<sup>2</sup>  
Quantité + surface salles de séminaire: 13/1260 m<sup>2</sup>  
Surface amphithéâtre: 190 m<sup>2</sup>  
Utilisateur: ETH Zurich

**Page 880**  
**Cooper Union à New York**

Le nouvel immeuble de la Cooper Union, qui est devenu en 150 ans l'un des centres intellectuels et culturels de New York, rassemble en un seul bâtiment les trois écoles qui étaient, jusque-là, décentralisées dans des bâtiments différents. L'immeuble assez emblématique doit refléter à l'extérieur l'ambition du collège: être un institut d'enseignement innovant qui renforce et favorise les dialogues interdisciplinaires entre les arts, l'architecture et les sciences de l'ingénierie. L'enveloppe sculpturale orientée sur le Cooper square joue avec la lumière, les ombres et les transparences. Une peau extérieure en tôle d'acier inoxydable perforée enveloppe la grande façade vitrée, protège les espaces situés en arrière des surchauffes estivales et met en scène, pour l'extérieur, les activités qui se déroulent à l'intérieur. Une faille vitrée dans la façade assure le lien visuel entre la rue et l'atrium central qui se développe, avec l'escalier, sur toute la hauteur de l'immeuble. Un escalier de six mètres de large démarre dans le lobby d'entrée vitré et sur deux niveaux et conduit au foyer des étudiants, quatre niveaux plus haut avec une vue sur toute la ville. On retrouve du 5<sup>e</sup> au 9<sup>e</sup> étage autant de « sky-lobbies », des salles pour recevoir des groupes et des séminaires organisées autour de l'atrium central et transpercées par des passerelles. Les espaces public, comme les salles d'exposition ou un auditorium pour 200 personnes sont regroupées au sous-sol et desservis par un large escalier. Les ascenseurs principaux sont accessibles seulement au pre-

mier, cinquième et huitième étage pour favoriser les circulations à pied et les rencontres imprévues dans le bâtiment. Pour obtenir une certification « or » à la norme LEED on a mis au point un système de chauffage et de refroidissement assuré par des panneaux en plafond ainsi qu'une centrale de chauffage avec couplage chaleur-force.

- a bureaux
- b salles étudiants
- c salles publiques
- d ateliers d'art plastique
- e laboratoires
- f salles de classe

Surface du terrain: 16 258 m<sup>2</sup>  
Surface de laboratoires: 3623 m<sup>2</sup>  
Surface de bureaux: 929 m<sup>2</sup>  
Surface des salles étudiants: 472 m<sup>2</sup>  
Surface des salles de séminaire: 1430 m<sup>2</sup>  
Surfaces publiques: 818 m<sup>2</sup>  
Utilisateur: Cooper Union for the Advancement of Science and Art

Plan masse Échelle 1:5000  
Coupes • plans échelle 1:1000

- 1 hall d'entrée
- 2 boutique
- 3 vide
- 4 salle de séminaire
- 5 salle de classe
- 6 bureaux
- 7 réserve
- 8 salle de réunion
- 9 doyen
- 10 local technique
- 11 laboratoire
- 12 foyer étudiant
- 13 salle d'informatique
- 14 toit-terrasse
- 15 ateliers étudiants
- 16 salle d'art plastique

**Page 882**  
**Faculté d'architecture de Nantes**

La nouvelle école d'architecture de Nantes se présente comme une structure ouverte et flexible, capable de se transformer sans arrêt. Trois grandes dalles de béton massives, à neuf, seize et vingt-deux mètres de haut au-dessus du terrain sont reliées et desservies par une rampe légèrement inclinée. Une structure métallique légère redivise les espaces intermédiaires en plusieurs étages. Comme les surfaces demandées dans le programme sont contenues généreusement dans les pièces à double niveau avec des façades transparentes et des fonctions indéterminées, l'école d'architecture peut être agrandie à volonté ou adaptée à n'importe quelle évolution du programme. Les architectes ont conçu le projet comme un outil pédagogique qui remet aussi bien en question le programme donné et les méthodes de travail de l'école d'architecture que toutes les normes et technologies auxquelles il faut tenir compte pour les projets de bâtiments d'enseignement supérieur. Les étudiants, les enseignants et les visiteurs doivent perpétuellement s'adapter aux modes d'utilisation des espaces polyvalents. C'est ainsi que l'on obtient une suite de situations spatiales intéressantes reliées entre elles par des liens visuels exceptionnels.

Plans • Coupes  
Échelle 1:1250  
Plan masse  
Échelle 1:5000  
1 accueil  
2 accès  
3 amphithéâtre

# Série des manuels de construction

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

**DETAIL**  
Edition



**Les bases constructives pour un matériau de construction du futur : Matériaux et structures du passé, du présent et de l'avenir.** Cet ouvrage, réalisé en collaboration avec les éditions Beton-Verlag (sous titre: Conception des bâtiments en béton armé) est la source d'inspiration pour la conception et la réalisation d'ouvrages utilisant le béton armé dans le respect des règles de l'art. Les exemples qui ont été choisis déclinent les chances que nous offre le béton pour former notre environnement d'une façon aussi diversifiée qu'étonnante, à la bonne échelle et donc plus humainement.



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

**Construire en béton**, Friedbert Kind-Barkauskas, Bruno Kauhnsen, Stefan Polónyi et Jörg Brandt, 2006, 1<sup>re</sup> édition, 296 pages avec de nombreux dessins et photos, Format 23 x 29,7 cm, broché; ISBN 2-88074-647-7; € 80.- plus emballage et frais d'envoi. Pour l'envoi dans les pays de l'UE sans No. VAT : 7% TVA en sus.

- 4 cafétéria/cantine
- 5 ateliers
- 6 ateliers de dessin
- 7 salle d'expositions
- 8 parking
- 9 vide
- 10 studios
- 11 laboratoire de recherches
- 12 bibliothèque
- 13 salles de séminaire
- 14 terrasse

- 28 laboratoire plastiques
- 29 laboratoire de mécanique de précision
- 30 coupole d'observation

Surface du terrain brute: 10 300 m<sup>2</sup>  
 Surface de laboratoires: 5600 m<sup>2</sup>  
 Utilisateur: TU Delft + TNO Delft

- 5 entrée/salle de rassemblement
- 6 amphithéâtre/audimax
- 7 reprographie
- 8 administration

Surface du terrain: 36 000 m<sup>2</sup>  
 Surface utile: 24 000 m<sup>2</sup>  
 SHOB: 99 000 m<sup>3</sup>  
 Surface de la parcelle: 13 600 m<sup>2</sup>  
 Coût des travaux: 45 Mio. €  
 Nombre maximum d'étudiants: 3000  
 Enseignants: 220  
 Matières: 19  
 Utilisateur : Fachhochschule Wien für medizinisch-technische Berufe

## Page 886 École supérieure spécialisée à Vienne

L'école supérieure des métiers de santé est construite au point de rencontre entre un tissu de structure d'îlot urbain et l'urbanisme plus dissolu de la périphérie. Le bâtiment en longueur et plié plusieurs fois s'insère dans le paysage, entre deux axes routiers fortement empruntés, sur un terrain en pente douce orienté au sud. Du côté est et ouest il enveloppe deux espaces extérieurs. Un soubassement sur deux niveaux comprend les différentes parties du programme qui complètent le programme de laboratoire : la centrale d'information, l'aula, la bibliothèque, des amphithéâtres et la cantine. L'entrée centrale dans la partie nord du bâtiment est conçue comme un espace fluide avec des hauteurs variables. Différentes vues de qualité sont créées par le jeu des galeries, des passerelles, des vides, des gradins et jouent avec les décalages des différents niveaux. La circulation suit la façade du côté sud et contourne les différents amphithéâtres et salles de cours. Les circulations extérieures et les escaliers à l'air libre assurent l'enchevêtrement du bâtiment dans le paysage: les espaces intérieurs s'ouvrent sans démarcation sur l'extérieur. Dans le même registre, une grande terrasse en gradins prolonge la cantine à l'extérieur.

Les volumes bipartites du bâtiment, plusieurs fois pliés et posés sur le socle contenant les laboratoires, l'administration et les salles de cours s'articulent et permettent de créer des sections facilitant l'orientation. Les prolongements des couloirs prévus pour servir d'espaces de communication côté façade accentuent aussi la clarté de l'organisation et améliorent l'éclairage naturel. Un jeu sensible de dégradés de couleur et de brillance des surfaces anime les murs et les plafonds monochromes blancs ; pendant la journée les effets d'ombre et lumière viennent s'y ajouter. Des fenêtres en longueur placées dans l'épaisseur du mur et le rythme des différentes hauteurs caractérisent les façades de l'extérieur. Les façades opaques sont constituées de panneaux sandwich en aluminium plié peint en blanc. Leur relief confère au bâtiment sa plasticité et assure l'équilibre entre l'effet apaisant de l'horizontalité et le caractère animé des façades.

Plan masse Échelle 1:10 000  
 Plans Échelle 1:1250  
 1 laboratoire  
 2 salle de cours  
 3 cafétéria  
 4 bibliothèque

## Page 884 Laboratoires de recherches en nanotechnologie à Delft

L'organisation intérieure des bâtiments de recherche dans des domaines complexes est souvent dictée par les processus qui s'y déroulent. Par contre, dans le cas des laboratoires Van Leeuwenhoek, utilisés conjointement par l'Université technique de Delft et par l'organisation hollandaise indépendante pour la recherche appliquée, TNO, c'est le rôle des utilisateurs qui est particulièrement souligné. Les architectes ont donc veillé tout particulièrement aux zones de communication pour les utilisateurs et à la qualité des liens visuels entre l'intérieur et l'extérieur. L'atrium central joue dans cette optique un rôle clef, il fédère les espaces exclusivement consacrés aux laboratoires. Il se prête à des rassemblements et se doit de stimuler les échanges scientifiques. Les couloirs principaux du rez de chaussée suivent les façades vitrées et permettent de suivre du campus les déplacements des scientifiques. D'autres petits percements répartis dans la façade laissent transparaître l'intérieur ponctuellement et permettent au personnel de s'orienter dans les différentes pièces, pour la plupart éclairées artificiellement. Comme on travaille dans le bâtiment jour et nuit, ces mêmes percements fonctionnent aussi la nuit comme des signaux lumineux.

Plan masse  
 Échelle 1:3000  
 Plans • Coupes  
 Échelle 1:1000  
 1 atrium  
 2 accueil/expositions  
 3 administration  
 4 réunions  
 5 fabrication d'outils  
 6 sas  
 7 couloir extérieur  
 8 pièce propre consacrée au projet  
 9 nettoyage de précision  
 10 pièce propre optique  
 11 laboratoire semi conducteur  
 12 lithographie  
 13 laboratoire de biomédecine  
 14 recherche de processus  
 15 laboratoire de métrologie  
 16 vêtement de protection  
 17 salle de développement  
 18 atelier de polissage  
 19 livraison/envois  
 20 place des machines  
 21 local technique  
 22 salle de contrôle  
 23 café  
 24 laboratoire lithographie  
 25 vide  
 26 bureau de recherche  
 27 technique de surfaçage

## Page 892 Institut de recherche à Ilmenau

Il semble que les maîtres d'ouvrage sont de plus en plus conscients du rôle essentiel joué par l'architecture pour l'image de marque des instituts de recherche et qu'ils en parlent beaucoup entre eux. L'objectif ne consiste pas seulement à mettre à la disposition des scientifiques des espaces de travail optimisés pour réaliser, dans les meilleures conditions fonctionnelles, leurs travaux de recherche mais aussi à trouver la représentation adaptée et individualisée de l'institution. Il est question à partir de là de mettre à disposition des chercheurs un cadre de travail adapté d'autant plus que ce type de facteur « mineur » joue, dans la compétition menée pour obtenir les meilleurs collaborateurs scientifiques, un véritable rôle. Dans le cas de l'Institut Fraunhofer pour les technologies numériques, construit dans la ville d'Ilmenau en Thuringe il a été possible, avec un projet proportionnellement modeste, de réaliser un bâtiment parfaitement fonctionnel, avec un caractère représentatif volontaire et assumé. Le volume compact sur deux niveaux est caractérisé par son élégante retenue. Situé sur le campus de l'Université Technique il s'inscrit parfaitement dans l'échelle de l'existant et sa peau, translucide et variable, en fonction des variations de lumière lui confère un esprit assez élégant. Tous les espaces intérieurs sont traités dans la même tonalité claire. Le plan organisé autour de quatre cours intérieures permet d'éclairer de façon homogène tous les espaces et de créer une atmosphère de travail particulièrement confortable.

## Page 894 Le défi des bâtiments consacrés à la recherche, une conversation entre Volker Staab et Alfred Nieuwenhuizen

*Detail : vous venez de réaliser une série de bâtiments consacrés à la recherche : comment en êtes-vous arrivé à cette thématique si spécifique ?*

Staab : aujourd'hui, en tant qu'architecte on se retrouve plus ou moins « spécialisé par nécessité ». Quand on a gagné un concours ou réalisé un édifice sur un sujet particulier on est toujours réinvité à répondre sur les

mêmes sujets. Dans notre cas il s'agit de façon assez étonnante de deux types de bâtiments très différents : les musées et les bâtiments de recherche parce que ces types de bâtiment furent nos premiers concours remportés. Dans ces conditions ce n'est pas vraiment un choix mais cela s'est imposé. Nieuwenhuizen : dans le cas des instituts de Berlin-Adlershof et Rostock (ill.1-3) nous avons pu collecter nos premières expériences dans le domaine de la recherche. Puis nous avons été considérés comme des spécialistes et nous avons ainsi obtenu d'autres projets de cette nature par voie de concours.

Staab : même si cela peut paraître étonnant nos premiers bâtiments ne sont pas devenus moins bien que les derniers. Mais par contre il est d'usage aujourd'hui avec les procédures de concours maîtrise d'ouvrage maîtrise d'œuvre de déterminer des critères spécifiques. Et dans ces procédures, l'expérience joue naturellement son rôle.

*Detail : quelles sont les particularités ou les difficultés que l'on rencontre dans un bâtiment de laboratoires par rapport aux autres types de programmes ?*

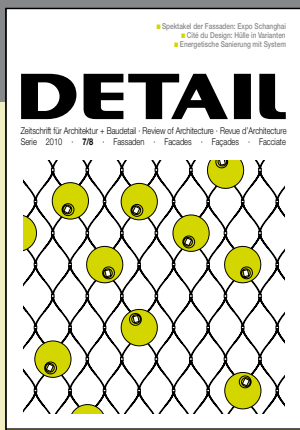
Nieuwenhuizen : les laboratoires sont en général des projets avec un niveau important d'installations techniques et donc beaucoup de travail de coordination entre les différentes installations techniques. Au-delà de ça, les aspects énergétiques jouent un rôle important. Il est très important de savoir gérer dans un laboratoire les questions liées aux surchauffes. En général c'est résolu par le refroidissement mais il faut absolument s'assurer que des charges de surchauffe ne s'ajoutent pas à toutes celles provoquées à l'intérieur du bâtiment. C'est pour cette raison que la conception des protections solaires extérieures constitue une mission centrale.

*Detail : Dans quelle mesure l'importance des installations techniques dans le projet s'impose-t-elle au moment de la conception ?*

Nieuwenhuizen : en principe nous travaillons dès le concours avec les spécialistes des installations techniques autant qu'avec les consultants spécialistes des équipements de laboratoire. C'est un sujet essentiel. Comment le laboratoire sera-t-il meublé ? Comment ces meubles seront-ils raccordés aux réseaux divers ? Toutes ces questions sont posées dès le concours. Au-delà de cela il est toujours question des différentes possibilités de la distribution et des extractions techniques : conçoit-on des gaines centralisées ou décentralisées ? Conçoit-on des laboratoires normaux ou des grands laboratoires, ces derniers étant différents du point de vue des alimentations techniques. L'expertise de toutes ces différentes possibilités prend beaucoup de temps et conduit aux charges complexes dites de coordination. Dans d'autres bâtiments c'est différent. Quand vous construisez une crèche vous n'êtes pas confronté à cela, évidemment.

# DETAIL Revue d'architecture

Abonnement édition originale (en allemand et anglais, résumés en français à télécharger)



## Nouveau : maintenant avec deux éditions spéciales DETAIL Green

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

## Les avantages de votre abonnement :

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

## Titres pour l'année 2010 :

(Sous réserve de modification)

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

## DETAIL abonnement :

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

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

Conditions tarifaires 2010.

Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG · Postfach 201054 · 80010 München · Allemagne

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

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

*Detail : les installations techniques ont-elles une influence directe sur le parti spatial ?*

Nieuwenhuizen : les laboratoires ont besoin de plus de hauteur sous plafond que les bureaux, en général 3 mètres, au minimum 2,80 de hauteur libre sous plafond sous les installations. Dans le cas d'un parti mixte cela n'est pas facile à mettre en œuvre de façon économique. Les demi-niveaux pourraient être une solution mais celle-ci n'a jamais vraiment aboutie parce que les gestions des réseaux de distribution sont beaucoup trop complexes. En général on prend en compte le fait que les immeubles de bureaux sont un peu moins économiques du point de vue du volume au profit d'une distribution plus claire.

*Detail : avez-vous un projet favori parmi tous vos bâtiments de recherche ?*

Nieuwenhuizen : oui, on peut le dire ... Le mien est notre projet de Berlin-Buch (ill. 4–6) Staab (rit) : le mien aussi. Ce bâtiment est très intéressant du point de vue de sa conception, il permet de travailler le contraste entre les espaces hautement techniques et les espaces plus informels : on trouve au centre un bloc rationnel de haute technologie et les espaces dits de réflexion sont organisés à l'extérieur, sur la façade ondulée où l'on peut s'asseoir de façon informelle et travailler juste avec un ordinateur portable. C'est surtout la communication entre les différents groupes de recherche qui constitue le thème le plus important. L'expérience a montré que ce sont dans les tisaneries que les meilleures idées apparaissent. Nous sommes revenus à cette pensée lors de notre projet pour le « Bioquant » à Heidelberg (ill. 8 et 10). C'est là que des mathématiciens et des biologistes travaillent ensemble et, pour qu'ils puissent avoir des échanges entre eux, nous avons créé des zones à proximité des escaliers principaux dans lesquelles ils peuvent s'asseoir et prendre un café.

*Detail : qu'est-ce qui différencie l'Institut d'Ilmenau des autres bâtiments de recherche ?*

Nieuwenhuizen : Ilmenau est le projet pour lequel nous avons à notre disposition le budget le plus réduit. Pour pouvoir faire une architecture de qualité nous avons dû faire des recherches très longues, particulièrement en ce qui concerne les matériaux et la façade. Dès le départ nous avons pensé à une peau légère et transparente et nous nous sommes posé la question de la mise en œuvre de cette idée. Une possibilité aurait été le verre, une pierre de type albâtre aurait aussi pu être envisagée mais ces deux matériaux étaient simplement trop coûteux. Au cours de nos recherches nous sommes finalement arrivés à des matériaux très économiques, comme les plastiques renforcés de fibre de verre. Bien que nous n'ayons aucune expérience avec ces matériaux nous avons trouvé en Suisse une entreprise très compétente pour la mise en œuvre de ce matériau. Le plastique renforcé

de fibre de verre est un matériau combustible se qui rend la conception plus complexe principalement dans le cas des distances de protection contre l'incendie. Finalement cela est revenu à environ 80 Euros au mètre carré et donc pas beaucoup plus cher qu'une peau d'isolant thermique.

*Detail : y-a-t-il d'autres différences ?*

Nieuwenhuizen : en tant que maître d'ouvrage l'Institut Fraunhofer a accordé une grande valeur aux énergies alternatives. Pour la première fois, nous avons réalisé dans ce projet des sondes, combinées avec une activation du noyau de béton. Au-delà de cela le bâtiment est essentiellement chauffé avec la chaleur résiduelle de la salle des serveurs. C'est quelque chose d'assez particulier que l'on ne retrouve pas dans nos autres projets qui ont plutôt des installations techniques courantes.

*Detail : et dans les espaces intérieurs ?*

Nieuwenhuizen : en général les programmes de ce type de bâtiment public ne prévoient pas de surface pour les foyers ou équivalent et se contentent des surfaces de circulation. C'est pour cette raison que des idées originales sont demandées pour concevoir des espaces adéquats dans les zones d'entrée et de séjour sans rendre trop mauvais le bilan des surfaces. Je crois que c'est assez réussi dans le cas de ce projet.

*Detail : vous avez aussi dit que la question de la protection solaire était un thème central ...*

Nieuwenhuizen : à Ilmenau nous avons résolu la question en construisant une double façade au lieu des fenêtres. Comme les protections solaires sont fragiles au vent – et il y a souvent du vent à Ilmenau – nous avons étudié l'idée de rajouter des éléments de plastique renforcés de fibre de verre au droit des fenêtres ouvrantes. Normalement les lames de protection solaire résistent au maximum à des vents de force 3 mais comme elles sont protégées elles fonctionnent aussi par vent plus fort. Au début, le maître d'ouvrage était un peu sceptique sur la suffisance, pour la ventilation, des ouvertures en partie haute et basse des vitrages. Mais après avoir fait réaliser un prototype de fenêtre et simulé par ordinateur le taux de changement d'air nous avons pu le convaincre.

*Detail : quelles furent les particularités de la période de conception et du chantier ?*

Nieuwenhuizen : le planning était extrêmement serré. Nous avons effectué la conception et le chantier en deux ans. Ce planning serré était la conséquence du versement des subventions de l'Union Européenne. Cela fut un véritable défi.

*Detail : avez-vous rencontré des difficultés plus importantes au cours du projet ?*

Nieuwenhuizen : non, heureusement. Nous n'avons eu qu'un petit problème : malgré l'expertise positive des sols nous avons dé-

couvert que le sol était contaminé et il a fallu entreprendre un assainissement des sols relativement coûteux. Heureusement les surcoûts ont été considérés comme des coûts spéciaux par l'Institut Fraunhofer et n'ont, ainsi, pas grevé le budget initial. Sinon il aurait été encore plus difficile de respecter l'enveloppe budgétaire.

*Detail : que changeriez-vous si vous deviez concevoir à nouveau le bâtiment ?*

Nieuwenhuizen : pour ce bâtiment, vraiment rien. Dans ce contexte où le facteur coûts et temps représente un véritable défi c'est vraiment un bâtiment exceptionnel. Il est certain que si l'on avait eu le double du budget et deux fois plus de temps on aurait pu concevoir certains points de façon encore plus alternative mais, dans les conditions données, je trouve que le bâtiment est vraiment réussi.

## Page 898

### Intérieur complexe, enveloppe abstraite – Sur le projet

L'objectif du projet consistait à trouver une expression formelle pour le nouvel institut et pour sa thématique interne permettant de présenter à l'extérieur le caractère innovateur de la recherche entreprise dans ces lieux. Comme pour les appareils de communication d'aujourd'hui, pour lesquels la complexité interne est habillée d'une enveloppe abstraite, l'organisation fonctionnelle interne du bâtiment est revêtue d'une paroi abstraite en panneaux de plastique renforcés de fibre de verre. Les éléments de façade translucides laissent le volume massif du bâtiment scintiller en fonction de l'éclairage en conférant à la façade à la fois une expression de profondeur et en même temps de légèreté.

Au-delà de cela il fallait mettre au point un organisme bâti compatible avec l'esprit de créativité et de confort souhaité pour l'atmosphère de travail. Quatre cours sont découpées dans le volume sur deux niveaux, traitées comme un solitaire, elles permettent d'éclairer les pièces situées plus à l'intérieur. Deux de ces cours sont accessibles par un passage public ouvert au rez-de-chaussée elles accueillent aussi les entrées dans le bâtiment. L'entrée principale s'oriente sur la rue au sud, la deuxième entrée, vers le nord, sur les parkings. Les deux entrées débouchent dans un foyer commun public sur le quel donnent aussi la cafétéria et des salles de séminaire. Le reste du bâtiment n'est pas accessible au public et donc fermé, en conséquence, par des portes. La circulation suit essentiellement les 4 cours intérieures en formant une croix à l'intersection de laquelle les couloirs des deux étages s'élargissent pour créer un espace de repos et de communication. C'est aussi là que se trouvent les salles spécifiques du point de vue acoustique, elles constituent le cœur du bâtiment aussi bien par leur importance

fonctionnelle que par leur position centrale. Tous les autres espaces utiles, comme les bureaux ou les laboratoires sont organisés autour des cours. Les couloirs principaux et les noyaux fonctionnels, comprenant chacun un escalier à double volée, une salle de reprographie, des toilettes et une tisanerie, se retrouvent aux extrémités de la croix. Les couloirs sont éclairés par les ouvertures donnant sur les cours intérieures qui permettent aussi de créer des liens visuels entre les différents services du bâtiment. Les espaces intérieurs sont tous peints dans un ton beige homogène. Pour des raisons de coût, le bâtiment est seulement partiellement construit sur des caves dans lesquelles les locaux techniques sont regroupés.

- Plan masse  
Échelle 1:5000  
Coupes • Plans  
Échelle 1:750
- 1 bureau
  - 2 atelier
  - 3 laboratoire / salle de travail
  - 4 tisanerie
  - 5 réserve
  - 6 salle spéciale acoustique
  - 7 cour
  - 8 salle de réunion
  - 9 zone de repos
  - 10 entrée principale
  - 11 foyer
  - 12 pièce insonorisée
  - 13 salle de séminaire
  - 14 entrée secondaire
  - 15 cafétéria
  - 16 vide
  - 17 bibliothèque

**Page 903**  
**La façade translucide en plastique renforcé à la fibre de verre**

Les modules de façade translucides aux différentes variations de tonalités colorées confèrent à l'institut son caractère spécifique. Ils sont en plastique renforcé de fibre de verre, un matériau composite utilisé originellement surtout dans l'aéronautique et aujourd'hui, de plus en plus, en architecture. Les avantages du matériau sont surtout sa durabilité et sa bonne résistance, pour un poids limité.

*Matériau et caractéristiques*

Le plastique renforcé de fibre de verre ou simplement la fibre de verre est constituée de fibres de verre et d'une matrice de résine dans laquelle les fibres sont noyées. La résine sert de liant, elle maintient les fibres en place et transfère les forces de fibre en fibre. Selon la production et les besoins du produit, différents types de plastiques et de fibres peuvent être mis en œuvre (des fibres d'aramide, de basalte ou de carbone par exemple au lieu des fibres de verre). Les caractéristiques du matériau sont influencées essentiellement par les composants individuels. Alors que les fibres sont responsables principalement des caractéristiques mécaniques ainsi que de la dureté et de la

rigidité les aspects de la résistance chimique, les caractéristiques thermiques et la sécurité incendie dépendent surtout de la résine. Les proportions entre la résine et les fibres définissent complètement les caractéristiques du produit final et encore plus ses caractéristiques mécaniques : plus il y a de fibres meilleure les caractéristiques mécaniques sont. La fibre de verre avec un taux de fibres important (env. 60–70 %) est aussi utilisée pour des éléments porteurs comme des profils de pont par exemple.

*Utilisation en façade*

Lors de l'utilisation de fibre de verre en façade, comme c'est le cas de l'institut d'Ilmenau, les caractéristiques mécaniques sont moins importantes, c'est surtout les aspects optiques qui sont importants, dans ce cas surtout la translucidité. Pour réaliser un élément construit transparent l'index de diffraction lumineuse des deux matériaux doit être, autant que possible, égal. Si cela n'est pas le cas, la lumière est fractionnée à chaque fois à l'intersection des deux matériaux, ce qui les fait paraître proportionnellement plus opaques. De la même façon, le taux de fibres a une influence sur la lumière; dans le cas d'un taux de 60% de fibres de verre la translucidité est assez réduite. On a choisi pour l'institut d'Ilmenau des panneaux standards de la société Swissfiber avec un taux de fibres de 30%. Ils permettent d'atteindre la translucidité voulue et la rigidité des façades est nettement supérieure à celle des panneaux de façade conventionnels. Pour des raisons optiques le matériau est, en plus, teinté dans un ton brun clair. La couleur de l'arrière plan passe au premier plan ce qui confère optiquement à la façade plus de profondeur.

La fibre de verre est un matériau combustible de la classe B, c'est-à-dire « normalement inflammable ». Comme les résines utilisées sont duroplastiques, qu'elles peuvent donc devenir fluides en cas de surchauffe des gouttes, voire des chutes de particules enflammées peuvent se produire en cas d'incendie. Cela explique la mise en place de panneaux vitrés devant les panneaux de fibre de verre, dans les montées d'escalier, pour répondre aux conditions de la sécurité d'incendie.

*Dimension des panneaux et fixations*

Les architectes ont d'abord pensé à des panneaux de grand format pour les façades. Après avoir étudié les questions statiques et de rigidité et s'être aperçus qu'elles seraient difficiles à résoudre ils ont abordé la question dans l'autre sens et ont préféré mettre au point une sorte de texture avec des éléments de petit format, entre 20 x 75 cm et 220 x 75 cm. La fixation standard avec des rivets apparents était impossible pour les architectes pour des raisons formelles. Ils ont préféré mettre au point une solution dans laquelle les panneaux en fibre de verre sont empilés dans des cadres en aluminium ce

qui souligne les divisions de la façade en éléments individuels en lui conférant son élégance spécifique. Cette solution de fixation a été vérifiée à l'échelle 1:1 et validée exceptionnellement par une mesure exceptionnelle.

Coupe verticale  
Échelle 1:20  
Coupe horizontale  
Échelle 1:5

- 1 toiture plantée extensive / gravier en rive feutre séparateur ouvert à la diffusion étanchéité thermique XPS 200 mm étanchéité bitume, apprêt bitumineux béton léger en pente 40–200 mm dalle béton armé 220 mm avec activation de noyau de béton, enduit 5 mm
- 2 protection solaire avec lamelles orientables 80 mm
- 3 verre trempé 5 mm
- 4 châssis périphérique profil aluminium extrudé
- 5 menuiserie aluminium anodisé, vitrage isolant coefficient U<sub>g</sub> = 1,1 W/m²K, verre flotté 6 mm + vide intermédiaire 16 mm + verre flotté 6 mm
- 6 revêtement panneau fibre de verre 5 mm vide ventilé 40 mm, enduit sur entoilage isolant thermique laine minérale 120 mm béton armé 200 mm, 250 mm au droit des montés d'escalier enduit intérieur 15 mm
- 7 porte de secours aluminium avec percement vitré
- 8 enduit lié au ciment 5 mm enduit ciment 65 mm film PE, isolant contre les bruits d'impact 30 mm isolant de répartition EPS 35 mm pare vapeur dalle béton armé 250 mm
- 9 infrastructure cornières acier avec raidisseur
- 10 structure de suspentes aluminium anodisé
- 11 châssis porteur aluminium anodisé
- 12 cornière aluminium anodisé

Coupes horizontales  
Échelle 1:5  
Coupe verticale  
Échelle 1:20

- 1 menuiserie aluminium anodisé, vitrage isolant coefficient U<sub>g</sub> = 1,1 W/m²K, verre flotté 6 mm + vide 16 mm + verre flotté 6 mm
- 2 cornière acier 40/100 mm
- 3 capotage aluminium anodisé 2 mm
- 4 verre trempé 5 mm
- 5 châssis périphérique profil aluminium extrudé
- 6 enduit structuré 15 mm isolant thermique 120 mm béton armé 200 mm enduit intérieur 15 mm
- 7 protection solaire avec lamelles orientables 80 mm
- 8 moquette 10 mm, enduit ciment 60 mm film PE double épaisseur dalle béton armé 250 mm avec activation du noyau de béton enduit 5 mm
- 9 cornière acier 120/120 mm
- 10 tôle aluminium anodisée 3 mm
- 11 porte fenêtre aluminium anodisé
- 12 enduit lié au ciment 5 mm enduit de ciment 65 mm, film PE isolant contre les bruits d'impact 30 mm enduit de répartition EPS 35 mm pare vapeur dalle béton armé 250 mm
- 13 joint creux avec insertion d'un joint comprimé

**Page 908****Extension de l'Université Bocconi à Milan**

L'« Università Commerciale Luigi Bocconi », une école de commerce privée renommée occupe, depuis 1941, un campus au sud du centre historique de Milan. C'est en partant du bâtiment principal de Giuseppe Pagano que de nombreux bâtiments ont su perpétuer l'esprit de l'avant-garde architecturale italienne. L'université a lancé en 2001 un concours invité pour une extension, la plus importante depuis sa création il y a 100 ans. Des « bureaux pour 1000 professeurs » disséminés jusque-là sur plusieurs sites doivent être regroupés dans un seul lieu, sur une parcelle d'angle sur un site particulièrement bien exposé. Le programme comporte aussi une « Aula Magna » divisible en deux unités comprenant 1000 places avec quelques amphithéâtres secondaires et des salles de conférence.

Le projet de Grafton Architects se confronte de différentes manières à différentes traditions architecturales. En s'appuyant sur la typologie des marchés médiévaux l'espace public s'infiltré à travers le bâtiment, sol de pierre typiquement milanais compris ; l'écriture architecturale rappelle par contre celle de l'architecture moderne italienne. La structure monumentale plutôt fermée vers l'extérieur et sculpturale s'ouvre, en une position particulièrement proéminente, par un foyer entièrement vitré sous le porte-à-faux de l'Aula Maxima pour former une nouvelle place entièrement reformée. Entre un monde inférieur constitué d'amphithéâtres, de foyers et d'auditorium et un monde supérieur de barres de bureaux suspendues un axe principal se tend, entre le campus et le centre, une sorte de campus entre l'université et la ville. Des liens très divers entre l'intérieur et l'extérieur, le bas et le haut relie ces deux mondes.

**Page 912****Un morceau de ville, le parti architectural**

L'idée consistait à créer deux mondes, l'un flottant au-dessus de l'autre en laissant l'espace public urbain se prolonger entre les deux.

L'espace public s'immisce dans le bâtiment, matérialisé au sol par le sol en pierre typiquement milanais. C'est ainsi que l'université s'ouvre à la vie urbaine. Le bâtiment se présente comme une ville miniature.

*Une fenêtre sur Milan*

Nous avons positionné à l'angle le plus « public » une sorte de « fenêtre » sur la ville. C'est le grand auditorium qui occupe cet angle en soulignant de sa présence symbolique la renommée de l'université. Le trottoir s'élargit à cet endroit pour former une nouvelle place urbaine tournée vers la ville et attirant en même temps les visiteurs au plus profond du bâtiment.

*Un lieu d'échanges*

L'université est conçue comme un « lieu de l'échange » qui se réfère directement au « Il Broletto Nuovo », le marché médiéval du centre de Milan. Pour réaliser un espace exceptionnel et impressionnant nous avons conçus les bureaux des professeurs comme autant de balcons sur la ville. Suspendus à une structure de voiles porteurs ils forment un baldaquin en porte à faux qui filtre en même temps la lumière naturelle qui s'infiltré dans les étages du dessous. Les bureaux constituent apportent de la vie en toiture alors que le monde situé en dessous apparaît plutôt comme une caverne massive et dense. Grâce à ce paysage de toiture « flottant » l'espace de la ville et le monde de l'université se superposent, l'espace public s'immisce dans l'université et autour d'elle.

*À la recherche de la massivité*

Nous nous sommes inspiré de l'essence de la ville de Milan qui cache son cœur agréable sous une enveloppe plutôt dure et nous avons choisit de construire une enveloppe dans un matériau robuste : le ceppo, la pierre milanaise si caractéristique. Dans la prochaine étape il a été question de conférer profondeur, épaisseur et masse à l'enveloppe, autant de caractères qui définissent beaucoup d'architectures de Milan. Les grand voiles de murs porteurs, en paires, construits en béton sur une trame de 25 mètres portent des grandes poutres précontraintes à partir desquelles les bureaux, les cours et les jardins sont suspendus. La structure est plutôt austère mais s'insère malgré tout dans l'échelle du site.

*Durabilité*

Pour des motifs architectoniques autant qu'environnementaux les volumes de l'auditorium et les pièces de séminaire situées le long des rues sont massifs, soit ancrés dans le sol et en porte à faux comme l'auditorium soit en porte à faux au dessus de la rue comme les salles consacrées aux séminaires. L'enveloppe massive protège des apports solaires en surchauffe de l'ouest et assure en même temps l'isolation acoustique du côté nord.

Le labyrinthe des cours intérieures assure la ventilation et l'éclairage naturels de tous les bureaux ainsi que de quelques espaces publics situés au dessous.

Une étude détaillée des conditions lumineuses ainsi que les systèmes de fenêtres et les taux de vitrages conçus en conséquence assurent les limites des réflexions et les réductions des apports thermiques tout en assurant un éclairage maximal des bureaux en lumière naturelle. Les fenêtres peuvent être ouvertes manuellement dans tous les bureaux. L'éclairage artificiel peut être réglé en fonction de l'éclairage naturel. À partir de là une pompe des eaux souterraines libre de toute émission permet de fournir toute l'énergie nécessaire au système de chauffage.

- 1 structure du bâtiment, rendu concours
- 2 croquis pour l'élaboration de la coupe
- 3 maquette-coupe Aula Magna/
- 4 structure, rendu de concours
- 5 maquette, élévation Via Röntgen
- 6-8 évolution de la structure, maquettes (éléments avec enveloppe massive en bois; barres de bureaux avec façades en plastique translucide)

**Page 916****Conception de la structure porteuse**

La structure porteuse de l'extension de l'Université Bocconi joue un rôle décisif dans le projet pris comme un tout. Elle est caractérisée en particulier par les trois aspects constructifs suivants :

- les planchers horizontaux des étages de bureaux : du fait de la portée négligeable de 24 mètres on a mis en œuvre des dalles de béton armé précontraintes et coulées in-situ, suspendues par des tirants, à des poutres porteuses en béton armé qui constituent elles-mêmes l'achèvement supérieur de la toiture.
- des voiles porteurs verticaux, organisés en paire et écartés de 3,4 mètres sur une trame de 24 mètres : ceux-ci constituent aussi bien du point de vue structurel que du point de vue formel l'épine dorsale de tout le bâtiment.
- les surfaces en béton à l'intérieur du bâtiment sont pour la plus grande part apparentes.

Le nouveau bâtiment est formé de trois parties de cinq à six étages sur quatre sous-sols communs : l'« Aula Magna » sur la Viale Bligny, les barrettes de bureaux à l'intérieur du complexe de bureaux et le bâtiment plus fin le long de la Via Roentgen occupé sur-tout par des salles de conférences ou de séminaire.

L'ensemble du bâti repose sur une dalle de fondation en béton armé, avec des armatures très dense, sur une épaisseur de 2–3 mètres. Les éléments en béton armé verticaux émergent en saillie à partir de cette dalle.

À l'exception d'une galerie technique réalisée en ossature acier, les dalles en béton armé des sous-sols sont précontraintes et coulées en place. Elles peuvent atteindre 60 cm d'épaisseur, du fait des portées importantes, jusqu'à 24 mètres. Différents partis porteurs ont été mis au point pour les divers volumes bâtis en superstructure. Les dalles et les poutres de l'« Aula Magna » sont en béton non précontraint et posées sur deux paires de murs verticaux porteurs espacées de 24 mètres dont le porte-à-faux peut atteindre 20 mètres pour une longueur totale de 50 mètres et 40 mètres de hauteur (en suivant les gradins).

Quant à lui, le bâtiment sur la via Roentgen est constitué d'éléments caissons aux actions collaborantes. Ce mode de construction permet de réduire les charges en torsion créées par les porte-à-faux et per-

met, en plus, d'obtenir une structure globalement plus légère pour que les dalles ne dépassent pas 40 cm d'épaisseur et que les poutres, franchissant les portées de 24 mètres, ne dépassent pas 60 cm.

La structure des immeubles de bureaux est constituée elle aussi de paires de voiles porteurs espacées de 24 mètres, reliées à chaque étage par des planchers continus. Ces derniers font 40 cm d'épaisseur, jusqu'à 4 mètres de haut, plus de 45 mètres de long et reposent dans les étages bas sur des murs en béton armé, sur une trame de 10 mètres au maximum.

Ce sont d'abord les paires de mur qui sont érigées au cours de la première phase du chantier, leurs arêtes supérieures sont ensuite reliées par une structure en acier (portée d'environ 24 m) dans laquelle des armatures et des fers en tension sont intégrés. Ces éléments de jonction de toiture sont ensuite coulés en béton. Les suspentes des poutres sont ancrées dans ces poutres en béton et espacées de 3,4 m ; c'est à partir de ces suspentes que les dalles en béton armé précontraintes sont suspendues (elles font, en fonction de leur portée, 25 à 35 cm d'épaisseur). Le serrage en phase des suspentes dans les dalles et dans les poutres porteuses assure le contrôle des déformations élastiques.

Les voiles porteurs organisés en paires, les poutres porteuses des barres de bureaux ainsi que le toit de l'« Aula Magna » sont réalisés en béton autoplaçant de haute densité.

Les raisons suivantes ont été décisives pour ce choix :

- des treillis d'armature particulièrement

denses rendent difficile l'utilisation de vibreurs ainsi que l'intégration d'agrégats de béton de diamètres importants

- les importantes forces en tension dans la structure
- les éléments de béton coulés compacts assurent aussi bien la durabilité des structures que la perfection des surfaces en béton laissées apparentes

La qualité du béton autoplaçant garantit les bons résultats de la recette de béton développée spécialement pour le projet ainsi que les contrôles de qualité permanents aussi bien lors de la fabrication que lors du coulage du béton.

Comme la dalle de fondation est à 6-7 m au-dessous du niveau de la nappe phréatique la construction des niveaux souterrains est réalisée comme un caisson étanche.

- 1 vue sous la poutre longitudinale en béton armé sur les voiles porteurs perpendiculaires
- 2 hiérarchie des éléments porteurs (schématique):
  - a voiles porteurs en paires
  - b + dalles rajoutées entre
  - c + partie supérieure de la barre des bureaux, représentée comme une poutre en béton armé monumentale
  - d + dalles de plancher (suspendue dans les barres de bureaux à des suspentes suspendue à la poutre en béton armé)
- 3 la structure des voiles porteurs géminés en chantier
- 4 voiles porteurs géminés (représentation détaillée)
- 5 voiles porteurs géminés avec les poutres en béton armé (représentation détaillée)
- 6 les niveaux en escalier des étages inférieurs, au-dessus la grande dalle en béton armé
- 7,8 les surfaces apparentes en béton armé constituent la base du système de signalétique

### Page 920

Façade des bureaux

Coupes

Échelle 1 :20

- 1 voile porteur, béton armé à haute résistance autoplaçant 400mm
- 2 ouvrant battant : vitrage isolant (low e) dans menuiserie en aluminium dissociée thermiquement module d'allège verre de sécurité feuilleté transparent
- 3 panneau d'ombrage verre de sécurité feuilleté translucide
- 4 translucidité augmentant vers le bas (40% au 6e étage 90% au 1er)
- 5 poteau acier soumis à la traction (les étages de bureaux y sont suspendus)
- 6 attique en béton armé à haute résistance autoplaçant et précontraint (poutres porteuses, à partir desquelles les planchers des bureaux sont suspendus)
- 7 panneau isolé en recouvrement du nez de dalle, acier inoxydable (isolation acoustique/ incendie)
- 8 fixation ponctuelle acier inoxydable
- 9 dalle béton armé précontrainte 350 mm

### Page 922

Façade sur le parvis / du foyer et de l'Aula

Échelle 1 :10

- 1 habillage pierre, 30 mm collée sur le béton armé (colle à double composant PU)
- 2 cornière acier galvanisé 70/260 mm
- 3 élément de revêtement suspendu 40 mm : pierre sur panneau porteur (structure alvéolaire) isolant acoustique laine de roche
- 4 fixation tôle acier 10 mm, fixation par perforations oblongues pour ajuster les lame de verre
- 5 élément de revêtement en tôle aluminium
- 6 élément de revêtement en pierre, démontable pour la maintenance
- 7 élément de façade verre de sécurité feuilleté 24 mm
- 8 raidisseur : lame de verre de sécurité feuilleté 42 mm
- 9 tôle aluminium laquée
- 10 revêtement de sol du parvis, pierre « ceppo »

## DETAIL Development

Documentation sur les différents processus de la collaboration entre l'industrie et les architectes lors du développement de solutions innovantes.

DETAIL  
Edition



### Synergies entre concepteurs et entreprises pour le projet architectural

Comment l'architecture innovante voit-elle le jour ? Comment capitaliser les synergies entre les concepteurs et les fabricants ? Et comment une entreprise telle que seele, hautement qualifiée dans le secteur de l'acier et du verre, peut répondre aux idées de conception des planificateurs ? Ce sont certaines des questions auxquelles « Construire l'innovation », la nouvelle publication de la série DETAIL development, apporte une réponse. Prenant pour exemples de prestigieux projets, le livre explique la philosophie et l'approche de travail de l'entreprise seele, qui se distingue plus que tout autre entreprise par sa politique d'innovation et de construction, mais aussi par ses solutions taillées sur mesure, dans l'utilisation de matériaux tels que le verre, l'acier, l'aluminium et les membranes. Cet ouvrage met plus particulièrement en exergue les processus de développement et de mise en œuvre entrant dans le cadre d'un projet de construction. Un dialogue entre les différents acteurs participant à la conception qui se prolonge tout au long du livre, sous la forme de discussions et d'interviews orchestrées par DETAIL, mais qui tente également de confronter des articles écrits par différents auteurs sur le même sujet.

**Construire l'innovation**, avec la participation entre autres de Stefan Behling, Christian Brensing, Andreas Fuchs, Christoph Ingenhoven. 112 pages avec de nombreux dessins et photos, 2010, format 23 x 29,7 cm, ISBN 978-3-920034-38-6, € 39,90 plus emballage et frais d'envoi. Pour l'envoi dans les pays de l'UE sans No. VAT : 7% TVA en sus.

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

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