

# RÉNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE, CAS DE L'INSA DE STRASBOURG

**Christelle GRESS, Karine DUPRÉ, Bernard FLAMENT**

Laboratoire AMUP – INSA Strasbourg, 24 Bd de la Victoire, 67084 Strasbourg Cedex

## 1. INTRODUCTION

**A**fin de mettre en évidence le champ d'action que peut avoir une telle étude, on présente dans un premier temps un aperçu de la typologie des bâtiments d'enseignement et dans la mesure des renseignements disponibles, plus spécifiquement des bâtiments d'enseignements supérieurs publics. La description proposée inclut des paramètres divers (fonctionnels, matériels, techniques, etc.) et permet de proposer quelques pistes d'évolution, la prise en compte de ce facteur permettant une vision à plus long terme. En raison du nombre d'expérimentations réalisées dans la construction neuve, et de l'importance du parc bâti existant, nous nous intéressons plus particulièrement au parc existant dont les spécificités sont précisées. Une analyse de quelques rares expérimentations réalisées sur le parc bâti existant amorce la réflexion globale avec comme champ d'application le bâtiment de l'INSA de Strasbourg.

## 2. TYPOLOGIE DES BÂTIMENTS D'ENSEIGNEMENT

Notre champ d'investigation est volontairement limité aux bâtiments d'enseignement supérieur, pour différentes raisons que nous avons regroupées en trois domaines :

- les usages et les surfaces : la spécificité du fonctionnement ce type de bâtiments, l'importance de la surface bâtie dans le secteur tertiaire non marchand, la part de

leur consommation énergétique dans la consommation globale au niveau national ;

- les techniques de construction liées à l'usage et à l'ancienneté de ce parc ;
- les évolutions de ce secteur d'activités et des comportements des usagers.

### 2.1. Usages et surfaces

En France, on recense 4300 établissements d'enseignement supérieur en 2002-2003 (source ministère de l'Éducation Nationale), mais seuls 58 % de ces établissements ont un statut public. En l'absence de données pour ces bâtiments spécifiques, les données suivantes sont basées sur l'étude des ensembles immobiliers du second degré public : ces 7 348 bâtiments représentent une surface totale bâtie d'environ 76 millions de m<sup>2</sup>. Cette surface rapportée au nombre d'élève est de 17,7 m<sup>2</sup>, et le taux d'occupation moyen avoisine les 77 % [1]. A titre de comparaison, le taux d'occupation des bâtiments de l'INSA de Strasbourg est de l'ordre de 74 %, pour une surface totale de 19 723 m<sup>2</sup> et une surface par élève de 14 m<sup>2</sup>.

Une autre particularité des bâtiments d'enseignement par rapport au parc immobilier du secteur tertiaire est la proportion de la surface chauffée par rapport à la surface construite. En effet, si cette proportion est de 100 % dans les locaux dédiés à l'enseignement, elle n'est que de 85 % pour la culture [2].

De surcroît, non seulement le parc immobilier des bâtiments d'enseignement est vaste, il est également caractérisé par l'ancienneté des bâtiments. En effet, seuls 7,5%

des bâtiments sont construits après 2000, alors que la construction de plus de 41 % de ces bâtiments d'enseignement est antérieure à 1970. Les chiffres concernant le parc bâti destiné globalement à l'enseignement et la recherche confortent l'hypothèse de bâtiments anciens, dont le système constructif est décrit au paragraphe suivant.

Surface du parc tertiaire	1998	Dont parc	
	Million de m <sup>2</sup>	d'avant 1980	1981 & après
		%	%
Transport	22	62	38
Café-hôtel-restaurant	96	78	22
Commerce	175	69	31
Bureaux-administration	156	60	40
Sports-loisirs-culture	40	32	68
Enseignement-recherche	159	79	21
Santé-action sociale	88	80	20
Total du tertiaire	735	70	30

Source : estimation du parc par âge/étude SES-Enerdata.

**Tableau 1. Surfaces du parc tertiaire [1].**

Il est à noter que la distinction se fait ici à partir de 1980, essentiellement parce que cette étude porte plus généralement sur une estimation du parc immobilier tertiaire par génération, à l'échelle nationale et régionale et que les statistiques sont disponibles au niveau départemental depuis 1980.

La distinction souvent faite dans les statistiques dans les années 70-80 (tableau 1) est intéressante, car elle nous renseigne sur le parc immobilier bâti avant toute réglementation thermique (la première étant de 1975, RT75).

Par contre, le poste dépenses énergétiques occupe la troisième place avec 15 % des dépenses derrière le sécurité/sûreté (19 %), le nettoyage/gardiennage (16 %), et devant les taxes foncières (11 %). Ce qui nous amène à penser que pour valoriser une démarche globale de réflexion sur la réhabilitation des bâtiments d'enseignement il sera nécessaire d'inclure une amélioration des aspects de sécurité et de maintenance.

## 2.2 Techniques de construction

L'étude des systèmes constructifs au fil du temps nous renseigne sur les pratiques et leur évolution. Ces évolutions sont mises en parallèle avec l'évolution des réglementations thermiques et nous permettent de situer le cas étudié (bâtiment de l'INSA datant de 1955, voir Figure 1) dans son contexte.

Les techniques de construction des bâtiments étudiés évoluent ainsi :

- Jusqu'aux années 20, les bâtiments sont en mur de pierre épais, sans isolation supplémentaire. La ventilation est opérée par les ouvertures, et la consommation est estimée à environ 300 kWh/m<sup>2</sup>/an.
- Dans les années 50, période de construction de l'exemple traité, les bâtiments sont plutôt en béton ou parpaings, avec des murs d'une épaisseur d'environ 20 cm. L'isolation quasi inexistante (doublage des murs en briques, avec une lame d'air) est peu efficace.
- Dans les années 60-70, les bâtiments construits en béton ou parpaings sans aucune isolation sont certainement ceux qui présentent les performances les plus



**Figure 1: Façade actuelle du bâtiment principal de l'INSA de Strasbourg.**

déplorables, avec des déperditions très importantes en hiver et des températures intérieures parfois supérieures à la température extérieure en été. Ce type de construction ne favorise pas non plus le confort acoustique intérieur, ni l'isolation par rapport aux bruits extérieurs. Le système de ventilation naturelle se développe.

- Dans les années 75-80, la première crise pétrolière génère une prise de conscience et l'apparition de la première réglementation thermique (RT75). La conséquence directe de la mise en œuvre d'une isolation même faible est une diminution de l'ordre de 50 % de la consommation d'énergie.

## 2.3. Évolutions

L'intérêt porté aux bâtiments d'enseignement est également justifié par les capacités d'évolution particulières de ce secteur. Outre le regain d'intérêt pour les économies d'énergie lié à la crise énergétique, il y a la nécessité des bâtiments d'enseignement supérieur de s'adapter à la réforme sur l'autonomie des universités. Les universités ont désormais la responsabilité de gestion de leurs affaires, notamment dans un domaine de ressources clé : leurs bâtiments. Elles détiennent désormais le pouvoir de décision sur la capacité de leurs infrastructures à répondre de façon optimale aux besoins, ou encore de les améliorer afin d'atteindre cet objectif.

Un décret en Conseil d'État du 19 mars 2007 (JO du 21 mars 2007) sur les performances énergétiques des bâtiments existants prévoit que le maître d'ouvrage doit améliorer la performance énergétique (chauffage, ECS, ventilation et éclairage) pour les réhabilitations de plus de 1000 m<sup>2</sup>, présentant un coût de réhabilitation dépassant 25 % du prix du bâtiment hors foncier. Ce même décret prévoit un arrêté d'application pour les autres bâtiments existants explicitant la réglementation selon les exigences qui sont définies élément par élément, un niveau minimum étant requis pour chaque remplacement ou ajout d'enveloppe ou d'équipement technique. Cet arrêté est paru le 3 mai 2007 (JO du 17 mai 2007). L'objectif est alors de savoir de quelle manière parvenir à ces performances.

Si des évolutions administratives et réglementaires sont en place, on peut également observer des évolutions d'ordre

sociologique de la population des usagers des bâtiments d'enseignement qu'il est nécessaire de prendre en compte. On ne peut concevoir de modification des projets sans reconsidérer les usages.

Du point de vue des usagers, la capacité d'apprentissage des étudiants évolue également. Les méthodes pédagogiques, les groupes mêmes d'enseignement évoluent (nombre, répartition par filière, etc.), pour des raisons sociologiques, matérielles ou logistiques. A l'heure où les méthodes d'enseignement virtuel se développent, la sensibilité et la perception des étudiants par rapport à leur espace d'apprentissage se développent également, voire prend de l'importance par rapport à des fonctionnements traditionnels. L'apprentissage des étudiants se fait aujourd'hui de différentes manières, ils « absorbent » des connaissances dans des espaces plus diversifiés, notamment les circulations, les cours, les buvettes ou encore les espaces extérieurs. Cette observation, soulevée notamment par Andrew Harrison (directeur de la recherche au cabinet d'architecture britannique DEWG), pose alors le problème de bâtiments évolutifs, d'espaces repensés pour des usagers qui se renouvellent perpétuellement.

Rappelons que le parc immobilier universitaire représente environ 18 millions de m<sup>2</sup>. De nombreuses constructions ont été engagées depuis les années 1990 pour accueillir un nombre croissant d'étudiants. La démographie étudiante étant en phase descendante, il est essentiel de privilégier désormais la réhabilitation des locaux, et leur optimisation. Il semble qu'il existe en effet des marges dans ce domaine. Des outils de gestion adaptés ainsi qu'une bonne organisation des formations tout au long de l'année permettraient une meilleure utilisation et valorisation des locaux. Le développement des offres de formation continue par les établissements va dans ce sens.

D'autre part, cette typologie de bâtiment comprend une organisation fortement dépendante du fonctionnement (flux). Les flux sont distingués à l'échelle journalière, hebdomadaire, semestrielle ou annuelle, sur un cycle d'année scolaire. Cet aspect est relevé dans des expériences antérieures d'évaluation de la qualité environnementale de bâtiments d'enseignement. Par exemple, Mme Mandallena [3] du laboratoire TREFLE (Université de Bordeaux I) démontre dans un rapport scientifique édité suite à la campagne de mesure et l'étude menée à l'école maternelle de Bellegrave la nécessité des relevés et mesures sur une durée relativement longue (2 ans). Cette durée semble nécessaire afin de pouvoir tirer des conclusions en tenant compte des variations de météo à l'échelle d'une année, ainsi que les variations liées au fonctionnement du bâtiment (cycle jour/nuit), activité/vacances scolaires, etc.

Ainsi, sauf raison de sécurité, on constate une tendance à un fonctionnement sur des horaires de fréquentation élargi, ce qui entraîne une durée de chauffage plus longue. Cette tendance s'explique également par le fait de ressources nouvelles ou de pluridisciplinarité des bâtiments : les programmes des bâtiments d'enseignement neufs comportent nécessairement des salles informatiques, avec des accès libres en dehors des heures d'enseignement, des laboratoires de recherche ou encore des cafétérias ou autres lieux de convivialité ou associatifs (associations sportives ou cultu-

relles). À l'échelle semestrielle ou annuelle, les périodes de congés sont de périodes de chauffage minimum. Ces rythmes d'utilisation sont totalement différents de ceux de bâtiments du secteur marchand par exemple. Les techniques permettant de limiter les dépenses énergétiques du bâtiment devront par conséquent tenir compte de ces facteurs. Par exemple, pour le poste ECS, les technologies basées sur l'énergie solaire semblent à première vue peu adaptée, puisque l'occupation des bâtiments durant les périodes les plus ensoleillées en région Alsace est très faible, voire nulle. Les différentes évolutions présentées appuient la nécessité d'une démarche concourante indispensable à un projet de réhabilitation de cette typologie de bâtiments.

### 3. PARTICULARITÉS DU BÂTI EXISTANT

La prise en compte du développement durable dans les projets d'architecture se fait à plusieurs niveaux. Si l'on reprend certains points cités par exemple par Hélène Jourda [4] ; elle spécifie ceux à prendre en compte au niveau des bâtiments, dès lors que projets d'architecture et développement durable sont considérés :

- ***L'implantation du bâtiment*** : critère qui a peu d'impact sur les projets en rénovation (si ce n'est de relever l'orientation des façades, afin d'adapter les usages et les traitements). L'apparition d'extensions ou ajouts peut notamment jouer un rôle déterminant, puisqu'ils modifient l'impact des éléments naturels extérieurs (soleil, vent, ...) ;
- ***L'énergie*** : l'objectif est de minimiser la consommation d'énergie, a fortiori d'énergies non-renouvelables et d'introduire l'utilisation d'énergies renouvelables, par exemple l'énergie solaire par des moyens passifs ou actifs. Il est cependant beaucoup plus aisé d'intégrer ces technologies dans la conception d'un projet neuf que dans le cadre d'une réhabilitation. Des exemples d'installation de panneaux solaires comme source d'énergie renouvelable pour la production d'eau chaude sanitaire ont été relevés dans la communauté urbaine de Strasbourg, en particulier sur des bâtiments de type logement social. Si l'impact des panneaux solaires installés en toiture est minime, au vu de la hauteur des bâtiments et du recul des installations, les conduites sont apparues comme des éléments modifiant notablement l'aspect des cages d'escaliers ;
- ***les matériaux*** : l'analyse des matériaux utilisés lors de la construction permet d'établir un bilan sur la réutilisation ou le remplacement de ceux-ci ; l'utilisation de nouveaux matériaux doit prendre en compte les notions d'énergie grise ;
- ***le système constructif*** : la typologie de la structure même du bâtiment qui sera analysé est un des facteurs limitant la palette de solutions envisagées. Par exemple, pour le cas d'étude présenté, les solutions de modification de la façade doivent prendre en compte les possibilités de fixation ou d'appui sur la façade ou les planchers existants, ce qui limite les possibilités par rapport à la conception de bâti neuf ;
- ***prise en compte de l'habitant usager*** : une première approche fait apparaître dans le cas étudié des pro-

blèmes de confort thermique, acoustique, dans l'ancien bâtiment, toutes les façades étant traitées de la même manière, quelle que soit leur exposition. D'autre part, la qualité des menuiseries est à déplorer, tant du point de vue thermique (non étanchéité à l'air, ponts thermiques, protection solaire nulle), qu'acoustique (en particulier au niveau des façades sur rue, ce qui constitue environ 50 % de la surface totale de façade).

Bien que ces aspects soient indispensables à une construction durable, leur prise en compte dans un projet de rénovation est difficile. L'étude de projets « neufs » de bâtiments d'enseignement, si tant est qu'ils constituent une réussite par rapport aux objectifs de développement durable visés, ne peut donc nous apporter que des éléments de réponse très succincts.

Par exemple, les maisons passives sont très simples à comprendre, mais très difficiles à concevoir. D'une manière très succincte, il s'agit de stocker le maximum de calories produites par le soleil en hiver, mais pas en été. Le nombre de fenêtres doit être réduit au Nord. Une technologie permettant une récupération calorifique interne doit également être proposée. Cet exemple nous permet de comprendre que la construction durable est encore une fois une accumulation d'évidences, de principes antiques redécouverts [5], mais ces dispositions sont en contradiction avec des espaces constitués de volumes importants, lumineux et ouverts adaptés à la typologie des bâtiments d'enseignement.

Les démarches de rénovation, restructuration, amélioration du bâti existant sont des démarches où le point de départ est fixe, connu, ce qui limite le champ des possibilités techniques, comme nous l'avons évoqué pour les façades innovantes et performantes liées à la structure du bâtiment existant.

D'autre part, si les données existent concernant le parc immobilier dit neuf, il est difficile de rassembler des données sur la parc immobilier de l'enseignement supérieur existant. Dans cette branche d'activités, on trouve en effet plus que dans les secteurs tertiaires marchands par exemple des locaux ayant changé de destination, voire d'affectation, ou des locaux laissés vacants pour des raisons diverses. Pourtant ces données sont indispensables à une évaluation du parc bâti existant, à l'échelle nationale et régionale, afin de replacer les bâtiments d'un point de vue technique dans leur contexte climatique, ou bien d'un point de vue architectural dans un contexte patrimonial propres. D'où la nécessité d'une approche à plusieurs échelles.

## 4. DE LA NÉCESSITÉ D'UNE DÉMARCHE CONCOURANTE

L'idée d'associer différentes catégories d'acteurs de l'acte de bâtir autour de cette réflexion découle des réflexions sur la démarche de conception, des expériences de conception avec une collaboration active de différentes filières et d'architecture participative.

La démarche de conception architecturale est ancrée dans le site, le « génie du lieu », selon l'expression de Christian Norbert Schultz. Citons encore un architecte, Philippe

Samyn : « Le développement durable et la construction durable sont des concepts qui touchent à la fois aux sciences exactes et aux sciences humaines. L'approche purement technique ne suffit pas. Les questions sociétales sont au centre. Disons que l'ingénierie est au mieux un art et au pire une technique ! On dit souvent que l'architecte fonde son art sur les sciences humaines et l'ingénieur sur les sciences exactes. Mais rien n'est pire qu'un architecte trop peu technicien ! L'ingénieur, qui pose un acte éminemment humain, ne pourra jamais non plus se suffire du seul outil technique ou scientifique, basé sur des modèles. S'il est consciencieux, il connaît la relativité de ses propositions et sait qu'aucune technique n'est parfaite. L'ingénieur qui veut faire œuvre "durable" doit donc être capable de se remettre en question. »

Si notre démarche s'inscrit dans cette philosophie, l'aspect innovant se situe dans l'intégration de la participation.

En 1866, Ernst Haeckle a défini l'écologie comme la science des relations. L'architecte est chargé de fabriquer un outil, l'articulation des espaces et leurs significations, imposé à des personnes qui doivent s'y adapter.

Gropius et le Bauhaus (1927) avec la Minium Existenz Haus, avaient proposé une application du modèle Tayloriste à l'architecture : une série de maisons « fonctionnelles » a été construite à Dessau. Leur façade Sud était ouverte et leur façade Nord fermée, puisqu'elle ne recevait pas la lumière. Sous la pression du premier comité de quartier, les habitants ont obtenu que des fenêtres y soient percées.

La participation des habitants à l'élaboration du projet de leur logement est une définition de l'architecture participative. Cette méthodologie est apparue en 1948 avec André Lurçat à l'occasion de la reconstruction de Maubeuge. Les besoins des habitants regroupés en corporation ont été alors exprimés en termes architecturaux. Officiellement née dans les années 60 aux États-Unis, avec le *advocacy planning*, Paul Davidoff a essayé de mettre en liaison les demandes des habitants et la ville pour protéger un quartier de Harlem.

Un autre exemple concernant un bâtiment d'enseignement : le lycée Bismarck à Gelsenkirchen (Ruhr-Allemagne). Dans ce projet de l'architecte Peter Hübner, spécialiste de l'architecture participative, les lycéens, les enseignants et même la société civile ont été invités à participer. Ce projet de lycée-village comporte un restaurant, ouvert sur le quartier, un centre social, et même un théâtre dans lequel répètent le groupe théâtral de la ville et qui intègre les élèves qui le souhaitent. Les élèves participent à l'entretien du bâtiment, en contrepartie d'une rémunération qui leur permet de financer un voyage de fin d'année.

L'exemple de l'école de technologie supérieure (ETS) à Montréal nous apprend que la collaboration d'architectes, d'ingénieurs de la construction et de fournisseurs de systèmes de communication a mené à la mise en œuvre d'un bâtiment « intelligent » dont la consommation d'énergie par unité de surface est de 50 % inférieure à celle d'un établissement d'enseignement typique construit la même année (1947).

On retient de ces expériences d'une part que la participation de diverses compétences dès les premiers stades de la



conception d'un projet, même si elle est parfois complexe à mettre en œuvre est toujours bénéfique pour la qualité du projet et d'autre part, que la participation des usagers à des degrés divers, ne serait-ce qu'un effort d'information du grand public accompagne cette réussite. En effet, si les usagers ne peuvent exprimer leurs attentes ou trouver des réponses techniques, l'effet produit par les améliorations sur le bâti et le bon usage des dispositifs mis en place est fortement dépendant de l'accompagnement des usagers.

Les études menées par le ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer et du ministère de l'Emploi, de la Cohésion Sociale et du Logement sur la maîtrise de l'énergie et la modernisation durable des bâtiments existants [6] nous montrent une corrélation évidente en France et en Europe entre les systèmes d'aides et de leviers et les travaux entrepris dans les logements par les propriétaires. Les dispositifs de crédits d'impôts et autres aides encouragent l'utilisation de certaines technologies, mais si ce système d'incitations fiscales instable qui a connu pas moins de 15 modifications entre sa mise en place en 1974 et 1997 a des effets positifs sur les dépenses énergétiques des foyers, il n'en est pas de même sur l'amélioration de la qualité environnementale du parc bâti. En l'absence d'étude thermique ou de bilan énergétique global (sans parler de diagnostic structurel ou architectural), des actions sont entreprises sans qu'elles n'aient l'effet escompté, par exemple le remplacement des ouvrants sans amélioration de l'isolation des combles perdus ou du système de chauffage sans reconsidérer l'isolation du logement. L'amélioration de la qualité environnementale demande, même à l'échelle des logements, une réflexion plus globale.

Parmi les diverses définitions de qualité environnementale, démarche HQE, développement durable, etc. nous relevons celle de Félix Guatarri qui parle des «trois écologies»: l'écologie sociale, psychologique et physique. Seule, l'écologie certes n'a pas de sens, elle doit être connectée aux deux autres (Lucien Kroll).

L'un des axes principaux de la démarche de conception est en effet la satisfaction de l'utilisateur. Autour de cet aspect peuvent se greffer différents autres, tels que les coûts, la maintenance, les relations sociales, l'espace public, l'architecture et la construction. Ces éléments qui ne constituent certes pas une liste exhaustive sous-entendent la participation de disciplines diverses, de différents acteurs tels qu'architectes, urbanistes, paysagistes, ingénieurs. C'est la nécessaire combinaison de ces compétences que nous avons essayé de démontrer que nous proposons de mettre en œuvre.

## 5. ÉLÉMENTS DE LA DÉMARCHE ET ÉTUDE DE CAS

Après avoir détaillé les raisons du choix de l'étude de la réhabilitation des bâtiments d'enseignement et explicité leurs caractéristiques, nous proposons des éléments de la démarche et une étude de cas. La première étape est la définition des champs de compétences des différents acteurs de la démarche (en cours).

Même si d'aucuns estiment que le rôle de l'architecte est d'aller au-delà de ce que l'utilisateur peut même imaginer, cette expérience unique nous démontre encore une fois qu'une telle démarche n'est possible d'une part qu'avec une collaboration de la partie représentant la maîtrise d'ouvrage, et d'autre part dans un contexte culturel particulier. Loin de ces ambitions concernant le ministère de l'Éducation Nationale, notre proposition peut se présenter de manière synthétique sous différents aspects, sans gradation aucune :

- un diagnostic technique sur les aspects énergétiques, acoustiques, structuraux, fluides, ...
- un diagnostic architectural,
- un diagnostic humain.

Nous proposons de détailler ces différents aspects, en fonction de l'état d'avancement de chacun d'entre eux.

Concernant le premier point, outre le bilan énergétique du bâtiment (connaissance des dépenses énergétiques, énergies utilisées), une étude thermique est en cours.

### 5.1. Dimension technique

L'objectif est d'établir un diagnostic du bâtiment au-delà du bilan énergétique ou de l'évaluation des performances environnementales. Seul un diagnostic complémentaire d'un point de vue acoustique et structurel par exemple permet de trouver des réponses adéquates aux déficiences du bâtiment. De surcroît, seul un diagnostic englobant l'ensemble des critères précités permet d'alimenter la démarche architecturale. Un extrait des résultats obtenus au cours de l'expérience [7] menée conjointement avec des étudiants en architecture et en génie climatique sur une durée limitée est présenté sur la figure 2. Cette expérience a déjà permis de mettre en évidence les relations entre les différents niveaux d'analyse précités (technique, humain, architectural). Par exemple, le niveau de chauffage du bâtiment est soumis à diverses contraintes directement liées à l'usage des espaces. Dans le même temps, le système de ventilation est à réguler en fonction de l'occupation des locaux. Ces critères sont donc intimement liés à l'usage des espaces. Cela démontre l'importance de considérer les cycles d'usage du bâtiment (jour/nuit, période de cours/congés) dans les projets d'améliorations des bâtiments d'enseignement.

Une première analyse nous permet de situer le bâtiment étudié par rapport au parc considéré :

Usage	Sujet d'étude	Bâtiment < 1975	Bâtiment neuf (RT 2005)
Chauffage kWh/m <sup>2</sup> /an	Secteur tertiaire (10M éq. logements)	200	20 à 130 (en fonction des régions, moyenne)
	INSA Strasbourg	180	Objectif après réhabilitation 35

*Consommation de l'énergie finale comparée (évolution en fonction de la réglementation)*

Le diagnostic technique a présenté l'opportunité d'une synergie architecte-ingénieur intéressante. En effet, une étude menée sur des bâtiments d'habitation récents dont

on peut maîtriser un maximum de données a été menée en janvier 2009. Cette étude a démontré que sur les 6 maisons individuelles étudiées et à objectif de performances environnementales, la plus grande part de l'impact environnemental est opérée en phase d'exploitation des bâtiments. Sur un plan qualitatif, l'équipe d'étudiants ingénieurs (spécialités génie civil et génie climatique) et d'étudiants en architecture encadrée par des enseignants spécialisés en génie climatique et énergétique et d'architectes a pu travailler en synergie sur les différents aspects de la construction. Cet échange a permis d'observer la nécessaire collaboration des différentes parties. En effet, les étudiants ont montré que chacun, selon sa formation n'aurait pu aboutir à un résultat, à cause de la diversité et de l'abondance de données à fournir pour qu'un logiciel aboutisse à un résultat, les données impliquant tant systèmes constructifs que la connaissance des matériaux.

## 5.2. Dimension architecturale

Le diagnostic architectural permet de poser les questions liées à l'esthétique du bâtiment, aux aspects du bâtiments à conserver ou non, mais comporte également une analyse fonctionnelle. Lors de cette analyse, chaque fonction du bâtiment est recensée, puis caractérisée, classée et valorisée. Parallèlement, une analyse des rythmes et des usages est proposée, bien au-delà du taux d'occupation défini.

Une première analyse a été proposée à des équipes mixtes d'étudiants en architecture et ingénieurs en génie climatique sur une durée limitée (une semaine) pour réfléchir à la conception d'une façade performante d'un point de vue énergétique pour un bâtiment existant qu'ils connaissent bien, celui de leur école.

Cette première expérience a mis en évidence des procédés innovants de façades non détaillés ici, mais également l'absence de données concernant certains aspects du bâtiment : des données sociales, les spécificités architecturales (matériaux prédominants de remplissage, surface vitrées/façade par époque, hauteur sous plafond, nature des éléments porteurs verticaux), hypothèses sur les améliorations existantes.

En l'absence de diagnostic technique plus approfondi sur le bâtiment de l'INSA, un projet global a ensuite été proposé à des équipes mixtes d'étudiants en architecture/ingénieurs en génie climatique. Ce projet est mené en deux temps : dans un premier temps, les projets sont élaborés en équipe réduite de 4 étudiants maximum, puis seuls les projets jugés les plus intéressants par un jury pluridisciplinaire sont repris et approfondis par des équipes élargies. Les équipes participant à la seconde étape sont composées de 8 personnes ou plus. S'il ressort de cette expérience une grande majorité de projets proposant une enveloppe autorisant à la fois une protection thermique par rapport aux déperditions et une protection solaire sur les façades les plus exposées, on peut constater que l'effet du « diagnostic » architectural a mis en évidence la volonté de conserver l'identité du bâtiment et plus particulièrement les rythmes imposées par la trame des ouvrants existant (voir figures 1 et 2).

## 5.3. Dimension humaine

L'étude de deux écoles maternelles effectuée par le laboratoire TREFLE a mis en évidence également l'importance du facteur humain et du rôle des usagers. En guise de conclusion, un bâtiment plus grand, conçu dans le cadre d'une démarche HQE en 2002 n'est pas plus performant sur certains critères définis par Mme Mandallena pour des raisons de gestion insuffisante des bâtiments, ainsi qu'une méconnaissance des systèmes mis à disposition dans les bâtiments (résultats d'enquête [8]). « La formation et la sensibilisation des acteurs de la vie du bâtiment sont incontournables pour parvenir à des résultats environnementaux conformes aux objectifs de réduction d'émission vers l'environnement. »

Fort de ces constatations, l'accent est mis sur la connaissance des attentes et des pratiques des usagers et des gestionnaires des bâtiments.

L'enquête auprès des usagers qui sera menée en deux temps significatifs portera sur les points suivants, avec une distinction suivant que les personnes interrogées soient des étudiants, des enseignants ou des personnels administratifs :

- perception du confort des locaux, avec une différenciation entre les salles de cours et amphithéâtres et les bureaux ou locaux techniques ;
- perception et connaissance du système de chauffage du bâtiment (température, répartition de la température, mode de chauffage) ;
- perception de la luminosité (confort, usage des lumières naturelles et artificielles, qualité des ouvrants et des occultations) ;
- gestion de l'eau, de l'électricité ;
- confort acoustique des différents locaux par rapport à l'égalité de la perception sonore de cours, l'audibilité des orateurs, le niveau sonore des salles de cours et autres locaux, l'isolation par rapport au bruit extérieur ;
- la perception de l'occupation des locaux : par rapport à un taux d'occupation moyen (de l'ordre de pour rappel), comment les usagers perçoivent-ils leur espace de travail ? Ce critère doit renseigner la qualité de l'organisation des espaces, reflétant peut-être des inégalités entre les catégories d'usagers ou des perceptions évolutives en fonction de la durée de fréquentation des locaux (fréquence annuelle ou durée sur plusieurs années) ;
- ressenti par rapport au bâtiment : que préférez-vous dans l'école ?

Les deux périodes d'enquêtes correspondent à deux périodes climatiques différentes (mars et juin).

## 6. CONCLUSIONS

On constate que le champ d'investigation de cette étude est vaste, bien que limité aux bâtiments d'enseignement supérieur et de la recherche. La complexité de cette étude tient essentiellement à l'absence de données sur ce parc immobilier, et à la complexité des démarches d'amélioration liée au système de gestion de ce parc.

La démarche proposée est donc expérimentée à une échelle locale, avec une collaboration d'étudiants issus de diffé-

## Projet Energie Renouvelable: Réhabilitation du bâtiment A de l'INSA

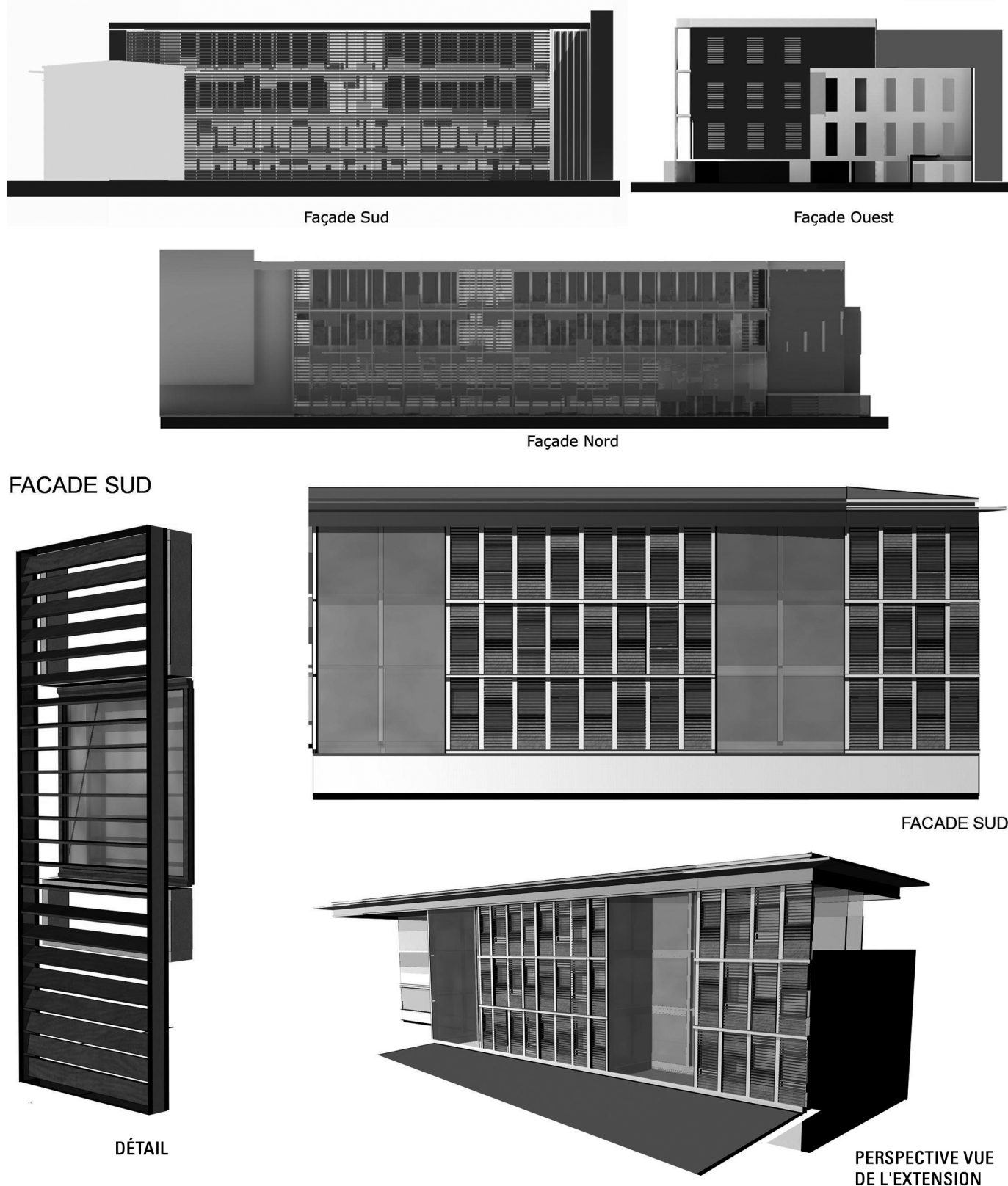


Figure 2: Projet de réhabilitation de l'INSA.

rentes filières sur un thème commun, celui de la rénovation des bâtiments de l'INSA de Strasbourg.

L'objectif est d'apporter une réponse complémentaire aux méthodes d'évaluation de la qualité environnementale ou encore des émissions de carbone. En résumé, l'intégration de

ce type de méthode à une démarche plus globale comprenant des aspects techniques, architecturaux et humains permet d'aboutir à des propositions plus satisfaisantes, puisqu'elles permettent de répondre dans le même processus aux attentes et pratiques des usagers et des gestionnaires.

## 7. RÉFÉRENCES

- [1] **Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche**, 2008, « Parc immobilier et capacité d'accueil des établissements publics du second degré », Note d'information 08.04
- [2] **Girault M.**, mars-avril 2001, « le parc immobilier du secteur tertiaire », Notes de synthèse du SES
- [3] **Mandallena C., Lagière P., Puiggali J.-R.**, 23-25 mai 2007, « Évaluation et amélioration des performances environnementales d'un bâtiment tertiaire en exploitation », 25<sup>e</sup> rencontres de l'AUGC
- [4] **Jourda H.**, 2004-2005, « Réflexion sur le développement durable, le développement de la ville », Annales du cycle de conférences « L'Esquisse verte », ADEME-ARENE
- [5] **Pica Ciamarra M.**, « l'esquisse verte », conférence novembre 2004 à juin 2005
- [6] **Gueyffier M.-F.**, avril 2006, PUCA/état des lieux des bâtiments existants
- [7] **Flament, B. & Jakubik J.**, 2007, Un exemple de formation commune architectes/ingénieurs-Enseigner l'architecture dans une école d'ingénieurs, Strasbourg: INSAS, pp. 7-17.
- [8] **Mandallena C.**, 2006, « Évaluation de la qualité environnementale de bâtiments d'enseignement/ résumé du rapport scientifique de la campagne de mesures et des résultats de l'étude sur l'école maternelle Bellegrave », DDRT Aquitaine