

Conception architecturale et technique

CONSTRUCTION TRADITIONNELLE / CONSTRUCTION MODULAIRE

Sophie BOISSELON

Direction des projets Département Santé, Iosis Ingénierie

46 rue de Lagny

93100 Montreuil Cedex

1. Nouvelle façon de construire

Les technologies médicales évoluent et l'hôpital doit s'adapter aux nouvelles pratiques et aux nouvelles exigences de santé. Les grands centres hospitaliers sont bien souvent constitués d'une succession de constructions pavillonnaires qui ont permis de répondre à une période aux nouvelles pratiques mais restent très orientées à leur destination.

Aujourd'hui inadaptés aux pratiques de soins où la proximité des différents services est souvent de mise pour une meilleure efficacité, les hôpitaux doivent faire peau neuve. Difficiles à faire évoluer, les constructions pavillonnaires sont abandonnées, les restructurations étant complexes, onéreuses avec un résultat pas toujours satisfaisant.

La construction modulaire trouve dans les sites existants, contraints, tout son intérêt.

Minimisation des nuisances

Ce concept présente l'avantage de « délocaliser » la construction des nouveaux bâtiments, **90% de la production se fait en usine**. La continuité de service peut par conséquent être maintenue le plus longtemps possible, sans qu'aucune nuisance ne se produise sur le site hospitalier.

2. Présentation de la construction dite industrielle

2.1 Réalisation des modules sur le site industriel



Assemblage métallique



Intumescence

La construction modulaire peut être exhaustive ou mixée à une construction traditionnelle qui peut alors former socle. Un module correspond à un local ou à une partie seulement d'un local.

Le module est un principe structurel auto portant constitué d'une charpente métallique. La détermination des fers composant la structure est calculée pour répondre aux cas de charges du projet, il n'y a pas a priori de limitation constructive, l'assemblage et la superposition des modules répondant à un bâtiment métallique quelconque.

Les murs et plafonds sont constitués de plaques de plâtre armées de fibres de cellulose. Ces plaques cumulent les avantages

- de stabilité au feu, requises dans les établissements recevant du public,
- de faible poids qui facilite la mise en œuvre
- de support pour enduit extérieur.

Les murs sont complétés d'une isolation assurée par laine de roche. Le sol des modules est quant à lui constitué d'un bac acier, d'un isolant type laine de roche et d'une chape sèche en plaques de béton qui lui confèrent une qualité acoustique supplémentaire.

Les façades extérieures et toiture sont pourvues d'une épaisseur d'isolant suffisante pour respecter la réglementation thermique en vigueur.

Les faces des modules achevées, les équipements techniques peuvent être mis en place :

- réseaux aérauliques et hydrauliques,
- réseaux de distribution des fluides spéciaux,
- câbles électriques,
- réseaux d'évacuation,



Equipements techniques



Finition intérieure

Ainsi que tous les terminaux qui viennent finaliser l'agencement des modules :

- équipements sanitaires,
- terminaux de diffusion,
- émetteurs terminaux,
- éclairages,
- faux plafonds...

Tous les réseaux sont laissés en attente en limite de modules, soigneusement calfeutrés et pourront être assemblés une fois sur site.

2.2 Superposition des plannings de réalisation

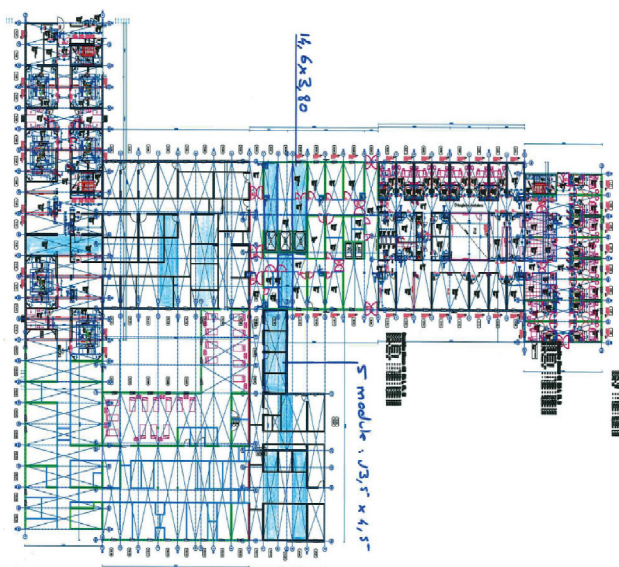
Pendant que les modules sont réalisés sur le site industriel, la préparation du socle support est faite sur site. Ce support peut être constitué de simples semelles métalliques, d'une dalle béton, de niveaux entiers du futur hôpital voire d'un bâtiment existant que l'on viendrait compléter dans sa superstructure.

Les délais peuvent d'autant plus être respectés que la majeure partie du chantier se fait dans des hangars, hors de toute intempérie !

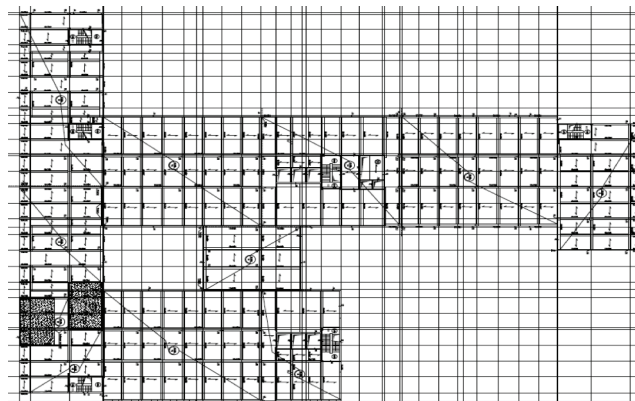
3. Anticipation dans la conception : un fondamental

Dans le principe constructif industriel, la conception revêt un caractère précis particulier tant dans la conception fonctionnelle que technique.

Définition fonctionnelle : elle a un impact direct sur la conception structurelle des modules puisqu'elle influe sur la qualité des murs qui peuvent s'avérer de simples cloisonnements ou constituer des points durs porteurs qui participent à la structure métallique. Cette définition est d'autant plus importante que le socle est constitué d'une construction béton traditionnelle où les poutres viennent supporter les modules. Chaque poutre est calculée au cas par cas et dépend de la nature des cloisons supérieures, aucune récurrence n'est possible d'où l'importance de la validation des cloisonnements avant le démarrage des études d'exécution.



Trame du niveau modulaire



Trame du niveau structurel supportant le niveau modulaire

Définition technique : une fois la construction industrielle lancée, il est très difficile de modifier les installations, tout étant intégré et incorporé dans les cloisons mises en place au fur et à mesure de l'avancement. Toutes les installations techniques doivent être calculées, définies et positionnées avec précision. La micro implantation, jalon indispensable dans tout projet hospitalier est là encore plus primordiale.

Elle doit permettre à la fin de l'avant projet définitif de figer les cloisonnements et les surfaces des locaux de soins. Cette étape permet de définir la descente de charges de la structure métallique et de dimensionner les supports des modules.

Elle va permettre également de démarrer dès la phase Projet la micro implantation des terminaux qui pourront alors être pris en compte précisément dans les plans d'exécution et intégrés dans le processus de fabrication.

Conformité des ouvrages : un des facteurs à ne pas négliger dans les projets d'envergure réside dans la conformité des ouvrages par rapport au référentiel existant. Chaque mise en œuvre de matériaux doit bénéficier d'avis technique :

- Stabilité à froid, contreventement des structures,
- Stabilité au feu,
- Compatibilité des matériaux composant structure, façade, second œuvre et équipements techniques.

4. Dualité temps chantier / précision des études

De tel projet nécessite de dépasser la dualité concepteurs / constructeurs :

- il faut maîtriser les processus d'études et ne négliger aucune étape de décision et de validation des utilisateurs finaux,
- il faut associer l'entreprise de fabrication dès les phases de conception pour adapter la conception à son processus de fabrication.

Le choix d'une construction modulaire répond à deux objectifs majeurs : le gain de temps et la restriction des impacts sur site. Il est primordial pour une réussite optimale et une satisfaction du produit livré que tout soit anticipé, validé et défini avec précision.

5. Exemple d'un projet ambitieux

Bientôt l'Île de France se dotera du projet hospitalier modulaire le plus grand jamais construit en Europe. Le choix du maître d'ouvrage a été orienté pour répondre à des contraintes de phasage important : laisser en activité un site qui couvre un bassin de 350 000 habitants, accueille près de 200 000 consultants par an, gère 75 000 admissions aux Urgences et voit près de 3 200 naissances par an.

Le projet s'inscrit dans un site contraint, avec de nombreux bâtiments pavillonnaires inadaptés et des constructions disparates qui se sont étalées au cours des dernières décennies.

Pour une solution pérenne, le choix d'un projet de déconstruction / reconstruction s'est imposé avec pour ambition un maintien total de l'activité.

- Déconstruction des premiers bâtiments et construction en lieu et place des nouveaux services.
- Déménagement des services dans le nouveau bâtiment.
- Succession de tranches de déconstruction et reconstruction.

Hormis la construction du socle, le site n'est que très peu embolisé par le chantier et les jonctions des tranches successives sont également facilitées par les ouvertures dans certains modules qui se résument à des déposes de plaques de plâtres armés posées provisoirement en limite de tranches.

LES FUTURS INVESTISSEMENTS HOSPITALIERS : LE PATRIMOINE COMME FONDEMENT

Philippe PICARD

Architecte, programmiste expert santé, Egis Conseil Bâtiments

4 rue Dolorès Ibarruri - 93188 Montreuil Cedex

Pascal MARTINET

Ingénieur expert santé, Iosis Ingénierie

46, rue de Lagny - 93100 Montreuil

1. La question posée

A l'heure où les restrictions budgétaires limitent les opérations immobilières des hôpitaux, de nombreux projets doivent envisager des solutions en se fondant sur leur patrimoine existant. La notion de réutilisation de bâtiments existants, même si elle n'est pas nouvelle, est aujourd'hui réexaminée en termes de pertinence et de rentabilité.

Les vastes constructions neuves ont constitué, jusque récemment, une réponse immédiate et quasi systématique à l'obsolescence du patrimoine hospitalier. L'exercice de la réhabilitation a souvent été rapidement écarté ; elle possède pourtant des atouts plus importants que ce qu'il ne peut paraître à première vue. En tout état de cause, l'étude de la restructuration, de la réhabilitation et de la valorisation des établissements se pose désormais en préalable incontournable de la décision d'investissement et peut constituer une réponse pertinente à la performance d'un patrimoine.

Quels sont alors les atouts du patrimoine existant ? Quels sont les critères à analyser pour déterminer le potentiel du bâti ? Comment l'adapter, le valoriser, et trouver le bon usage, le bon positionnement et le juste dimensionnement ?

Aujourd'hui, l'expérience de plusieurs schémas directeurs menés sur des sites au patrimoine important et/ou historique peut nous éclairer d'une part, sur le bien fondé de la démarche et d'autre part, sur les éléments à analyser et à prendre en compte.

2. Le constat

Sans remonter jusqu'à l'époque des hospices, aujourd'hui devenus bâtiments historiques et de toute évidence inadaptés à un usage hospitalier, on constate que toutes les époques de l'architecture

hospitalière à partir du 19^e siècle sont encore représentées dans nos établissements. Ces bâtiments apportaient une réponse à une problématique, à une novation, à une réorganisation, à une indispensable modernisation, ou encore à une tendance. Au fil du temps, l'usage premier a pu se perdre au gré des indispensables évolutions que connaît le monde de la santé et souvent au détriment de la performance. Beaucoup de bâtiments sont devenus inadaptés, trop coûteux à exploiter, mais tous ne présentent pas le même potentiel de requalification.

Par ailleurs les grands établissements, notamment de type Centre Hospitalier Universitaire (CHU), sont très fréquemment structurés par une addition de bâtiments à l'architecture d'époque et de typologie différentes, parfois même implantés sur plusieurs sites. L'étude de potentialité change alors d'échelle et c'est une analyse multisite et de territoire qui doit être menée.

Face à la complexité de ces compositions architecturales, une réponse binaire, rapide, de type « abandon de l'existant et reconstruction » ou « restructuration très lourde » a été donnée à la quasi-totalité des décisions d'investissement.

Certaines opérations d'envergure et emblématiques ont montré l'intérêt de ces décisions de reconstruction.

Néanmoins, on ne peut que constater dans beaucoup de cas certains effets négatifs de ce type de réponse :

En cas de construction neuve :

- Une augmentation des surfaces de planchers patrimoniales,
- Une réaffectation à d'autres fonctions ou une valorisation insuffisante des surfaces « abandonnées »,
- Et trop souvent, une reconduction des modes de fonctionnement antérieurs dans des espaces plus grands et plus contemporains, sans remise en cause profonde de leur bien fondé.

En cas de restructuration lourde

- Un maintien difficile de l'activité, en quantité et en qualité,
- Des nuisances et des risques du fait des travaux en site occupé,
- Une structuration d'origine du patrimoine en contradiction presque génétique avec son usage à venir.

Evidemment, ce constat est issu de projets menés dans un contexte différent de celui que nous connaissons aujourd'hui notamment s'agissant des difficultés économiques, de la démographie médicale et paramédicale et de l'évolution des modes de prises en charge.

3 Un diagnostic supplémentaire, une méthodologie plus pédagogique

Avant d'envisager une opération d'envergure, la situation actuelle impose aujourd'hui d'engager des audits et analyses patrimoniaux, architecturaux et techniques approfondis de l'existant et de sa potentialité. Dans le même temps, ces études doivent s'accompagner d'une véritable démarche pédagogique auprès des utilisateurs

pour leur faire prendre conscience des forces et des faiblesses réelles et potentielles du patrimoine dans lequel ils interviennent depuis longtemps et auquel ils ont adapté leurs modes de fonctionnement. Nous sommes encore aujourd'hui confrontés à des schémas directeurs, à des diagnostics techniques et fonctionnels se contentant d'analyse sur des critères de conformités réglementaires ou de comparaison par rapport à des ratios « standard ». Si ces éléments sont indispensables, ils ne sont qu'un élément de la réflexion qui doit être menée beaucoup plus largement et porter sur :

- Le dessin d'origine et son évolution au cours du temps
- Les typologies de bâtiments et leurs capacités à se transformer
- Les différentes altimétries du site quand elles existent
- Le rapport avec l'environnement (quartier, ville, transports)
- La capacité à s'insérer dans une démarche environnementale
- L'équilibre entre les murs et le capacitaire : les besoins de l'hôpital sont ils véritablement ceux nécessaires ?
- L'impact de l'hôpital au sein de la population, sa perception, son image
- Etc.

Tout patrimoine n'est jamais structuré par hasard et l'action de l'homme (le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, la cible...) dans un contexte donné (social, économique, patrimonial) lui a transmis une épine dorsale qu'il convient de respecter dans l'intérêt de l'usage, de la fonctionnalité, et plus largement de la performance. Si l'on s'autorise ici un parallèle entre l'analyse d'un individu et celle d'un patrimoine, nous dirions que le diagnostic par les ratios et les règlements est l'analyse « somatique » et que le diagnostic de sa structuration est l'analyse « psychologique ».

Les extensions, restructurations, ajouts, déplacements, réaffectations, ... que connaissent nos établissements de santé au cours du temps, rendent difficiles la détermination de la structuration majeure, l'épine dorsale, d'un bâtiment ou d'un patrimoine. L'enjeu est pourtant essentiel et une erreur d'analyse génère quasi systématiquement des dysfonctionnements : inversion d'accès mettant à mal les flux et générant des conflits internes, déplacement du centre de gravité fonctionnel de l'établissement, conditions de travail détériorés, ...

L'acte fondateur de la démarche visant à déterminer la potentialité du patrimoine doit donc faire abstraction des détails, des architectures séduisantes, des modes d'organisations adoptés au fil du temps pour se concentrer sur une analyse de la composition générale.

Cette analyse ne peut porter uniquement sur le patrimoine construit, mais doit intégrer l'environnement immédiat hospitalier et plus largement urbain. Elle doit s'employer à faire ressortir les axes majeurs visibles, mais aussi ceux cachés ou indiscernables immédiatement. Cet exercice requiert à la fois l'œil de l'architecte et l'œil du fonctionnaliste : en effet la structuration spatiale ou architecturale de l'hôpital est indissociable de sa structuration fonctionnelle, et analyser l'une sans l'autre conduit à un diagnostic partiel et tronqué.

La réussite de la réutilisation ou de l'optimisation /restructuration d'un patrimoine passe par cette phase préalable et fondatrice très spécifique. D'expérience, nous pouvons même affirmer que cette

analyse est d'autant plus pertinente et objective qu'elle est réalisée en dehors de toute connaissance des objectifs à atteindre.

4 Les différentes typologies architecturales hospitalières et leur adaptabilité

L'étude de la typologie du patrimoine est essentielle : toutes les époques ont donné lieu à des typologies hospitalières qui ont évoluées au cours du temps.

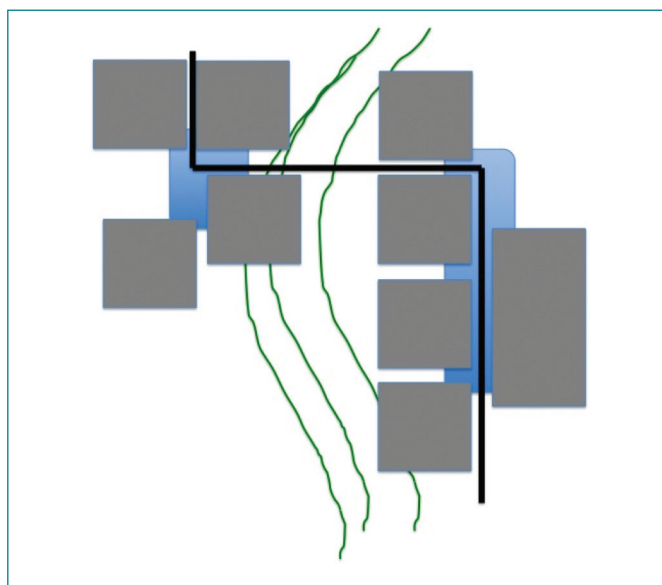
Souvent, et systématiquement dans le cadre des schémas directeurs, le travail doit porter sur plusieurs bâtiments. Il est essentiel dès lors de rechercher comment l'assemblage originel a évolué au cours du temps et d'en retrouver les bases et les fondements. Il s'agit alors de savoir revenir en arrière et d'avoir le courage d'envisager des démolitions inévitables. L'analyse historique prend ici tout son sens.

Bien évidemment, la démarche peut également porter sur un ensemble unique, entièrement issu d'une époque. Certaines typologies semblent aujourd'hui plus difficilement adaptable que d'autres : par exemple, les grands ensembles monobloc IGH des années 1960-80 éprouvent les plus grandes difficultés à apporter des réponses adaptées aux problématiques et évolutions des pratiques et des prises en charge. Ils donnent lieu à des extensions sous forme de bâtiments satellites.

C'est alors leur centre de gravité et leur essence même qui sont remis en cause conduisant à une forme d'éclatement ; une réponse en totale contradiction avec la mutualisation et la concentration des moyens exigées aujourd'hui.

Ce premier exemple illustre le parti de restructuration d'un grand CHU composé de plusieurs bâtiments ou pôles de taille similaire, dont certains historiques, qui seront démolis et reconstruits.

La reconstruction d'un ensemble unique étant un investissement rédhibitoire et par ailleurs contradictoire avec l'organisation globale du site, la préservation de l'épine dorsale en forme de « manivelle », représentée par la voie principale traversant le site a été privilégiée. L'altimétrie-incontournable- sur deux plateaux (schéma 1) a conduit à faire le choix de deux ensembles de taille comparable : l'un spécifique par pôle d'organes, l'autre plus généraliste par filière, chacun possédant ses propres fonctions médico-techniques.



Les deux plateaux le long d'une épine dorsale historique » (schéma 1)



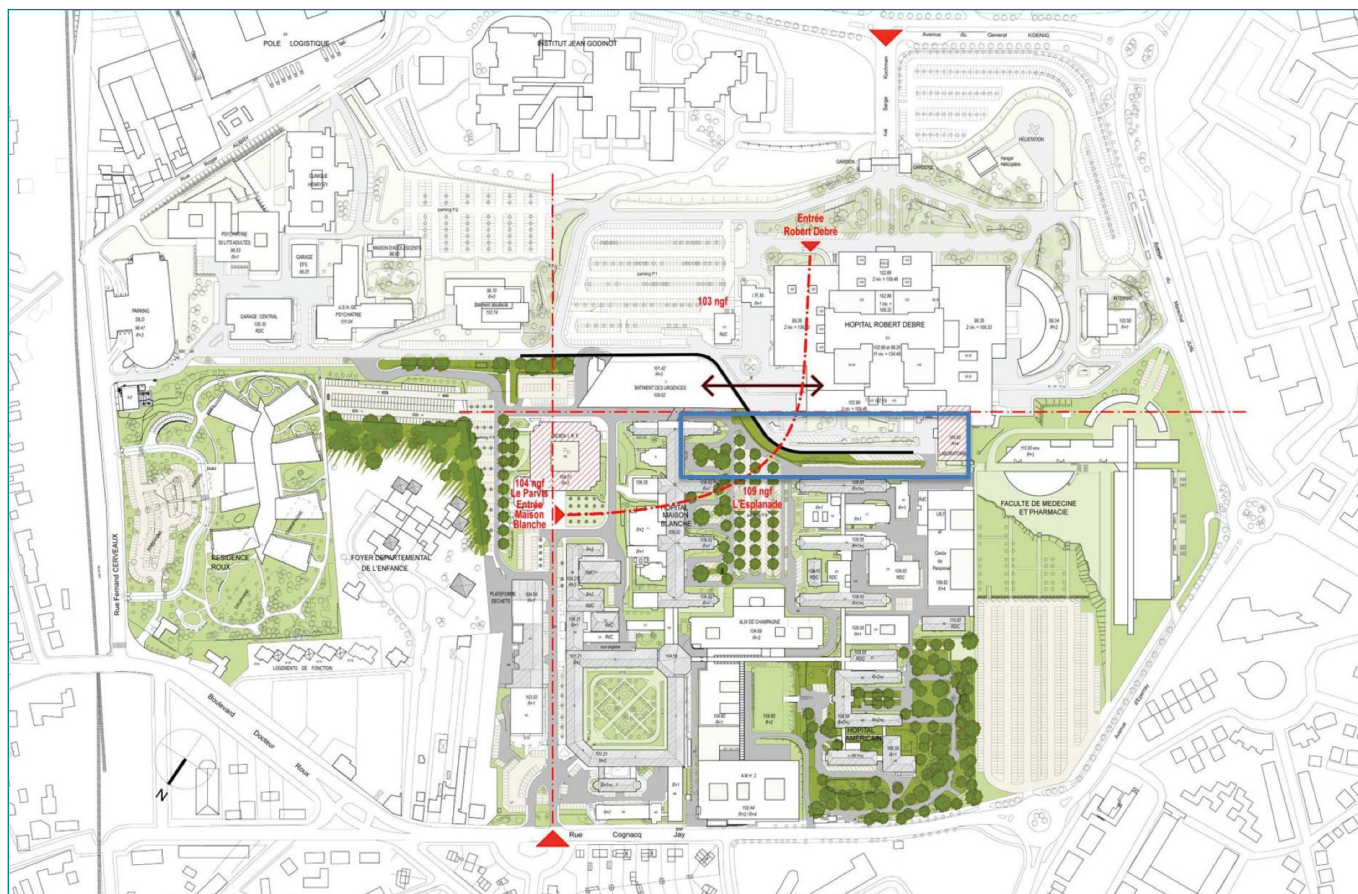
« La coupe sur les deux altimétries-Atelier ACDP /Egis »(schéma 2)

Paradoxalement, les établissements composés de plusieurs bâtiments de taille similaire et significative, configuration classique des très grands CHU, offre les meilleures potentialités de réutilisation. Les grandes emprises foncières de ces sites et les distances inter-bâtiments importantes constituent certes des contraintes à prendre en compte, mais les expériences récentes en matière de schéma directeur montrent une intéressante capacité d'adaptation et de valorisation de ces patrimoines.

Trois exemples sont ici proposés pour illustrer de manière schématique des principes de valorisation :

Ce choix de structure est tout à fait adapté aux nouveaux modes d'organisation par pôle ou par filière : un bâtiment peut regrouper toutes les disciplines d'un organe, ou bien, ce qui semble encore plus pertinent pour l'avenir, toutes les activités ambulatoires d'un même établissement.

Un deuxième exemple, règle d'une autre façon le problème des altimétries différentes d'un patrimoine existant. Tout en conservant



« Le recentrage du site par la construction d'un PMT fédérateur Emmanuelle Colboc/Egis » (schéma 3)

les axes cardinaux qui ont prévalu à la conception historique du site et en démolissant les bâtiments « intrus », c'est un nouveau plateau médico-technique qui va faire le lien entre les différentes hauteurs du site (schéma III), et ainsi redonner à l'établissement un véritable centre de gravité.

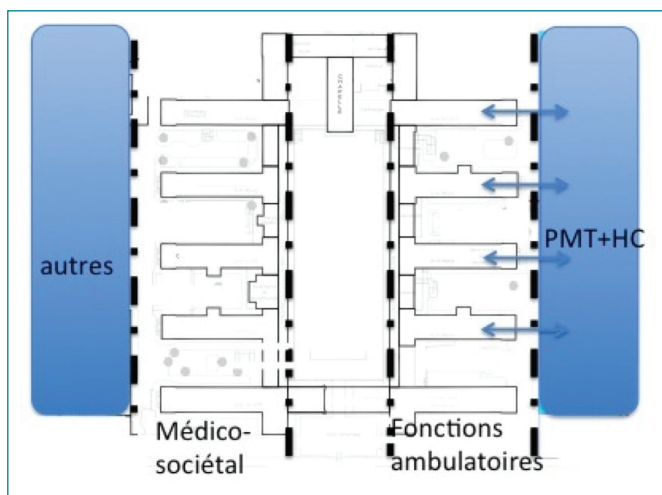
- Une reconstruction en périphérie des fonctions médico-techniques et de l'hospitalisation complète.
- La possibilité de valoriser plus largement l'opération par des programmes « autres » comme du logement, du tertiaire, des commerces, ...

Et alors, pourquoi ne pas mener plus loin encore la réflexion : quand un patrimoine est difficile et coûteux à adapter, ne faut-il pas alors essayer d'adapter la stratégie médico-fonctionnelle de l'établissement aux contraintes bâties, dans les limites des objectifs de soins et de prise en charge, bien évidemment ?

Le troisième exemple s'inscrit dans une contrainte historique, faisant l'objet d'une inscription et donc impossible à démolir.

Cette obligation de conservation d'un patrimoine historique est une contrainte majeure ; les bâtiments, en général du 18^{ème} siècle, ne sont structurellement plus du tout adaptés aux usages actuels. Ces patrimoines présentent des configurations dont les bâtiments ou ensembles, pris un par un, ne sont pas compatibles avec l'efficacité et la performance aujourd'hui recherchée. Le principe retenu dans le cadre de ce schéma consiste en :

- Une affectation d'activités et de fonctions compatibles avec les contraintes des bâtiments historiques et dont les liens avec le plateau médico-technique ne sont pas fondamentaux (consultations, hôpitaux de jour, activités médico-sociétales en interface avec la ville)



« Réutilisation d'un patrimoine historique SCAU/Egis » (schéma IV)

Ce parti présente l'avantage de mettre en valeur le cœur historique du site, de recréer du lien avec la ville et de concentrer les surfaces médico-techniques en leur donnant la performance attendue.

5. Se fonder sur son patrimoine

Bien évidemment, nous constatons systématiquement la prédominance du site et de ses caractéristiques dans les solutions apportées à la question de réutilisation de l'existant. La réponse ne peut être unique et il convient de développer les partis au cas par cas sur la base de l'analyse patrimoniale préalable.

Souvent vécue comme une contrainte, la réutilisation d'un patrimoine peut constituer une solution performante et permettre de concrétiser un projet qui n'aurait pas abouti du fait des difficultés économiques. Echelonnée dans le temps et capable de générer de l'activité au fil de l'investissement, la valorisation de l'existant est déjà un exercice imposé. Pour que celui-ci y trouve une conclusion à l'indispensable modernisation de nos établissements, pourquoi ne pas envisager parfois que la stratégie médicale, les modes de prises en charge, les organisations, viennent s'adapter au patrimoine et non l'inverse.

L'ENVELOPPE DU BATIMENT

Eric BUSSOLINO

Responsable développement durable du groupe AIA

Directeur du pôle d'expertise environnementale du groupe AIA

15 rue Olympe de Gouges, 44 800 Saint Herblain

1. La performance de l'enveloppe : en route vers la mesure

La performance de l'enveloppe d'un bâtiment est un sujet d'actualité. Portée par les démarches environnementales et mise en avant par la réglementation thermique, cet élément fondamental de la conception bioclimatique des bâtiments est à la croisée de multiples thématiques. Concevoir l'enveloppe d'un bâtiment consiste à trouver le bon équilibre entre des notions qui sont parfois difficiles à conjuguer.

La notion de performance, qui s'envisageait jusqu'à présent de manière exclusivement théorique, est en train de franchir un cap fondamental pour les concepteurs et les entreprises. Nous rentrons dans une aire où les déclarations d'intention ou de performance théorique ne suffisent plus. Il s'agit à présent de prouver, de mesurer, de rendre compte de la performance réelle des ouvrages, tel que construit !

Au-delà de son aspect plastique ou de son écriture architecturale qui reste des sujets assez subjectifs et difficilement quantifiables, parler de la performance d'une enveloppe, c'est parler d'isolation, d'inertie, de lumière naturelle, de contrôle solaire, d'acoustique, de structure, d'étanchéité, d'entretien etc...

Ces différents critères deviennent des indicateurs de performance dont la mesure physique à la réception d'un bâtiment se démocratise. La réglementation thermique 2012 impose, par exemple, de réaliser des tests de perméabilité à l'air sur certaines typologies de bâtiment. Le passage d'une caméra thermique pour détecter les défauts d'isolation se développe sur des projets « basse consommation ». La propagation de la lumière naturelle au travers des façades est également un élément dont les premières mesures commencent à apparaître sur des bâtiments adoptant une démarche de haute qualité environnementale.

2. L'enveloppe : une composante majeure pour le groupe AIA

Cette préoccupation est au cœur de l'engagement environnemental du groupe AIA (Architectes Ingénieurs Associés). Nous avons élaboré une méthode de conception environnementale des bâtiments qui se décline autour de 4 thèmes (figure 1) :

- l'approche environnementale du **Territoire**
- la performance de l'**Enveloppe** des bâtiments
- l'efficacité **Energétique** des projets
- la trace **Carbone** des constructions

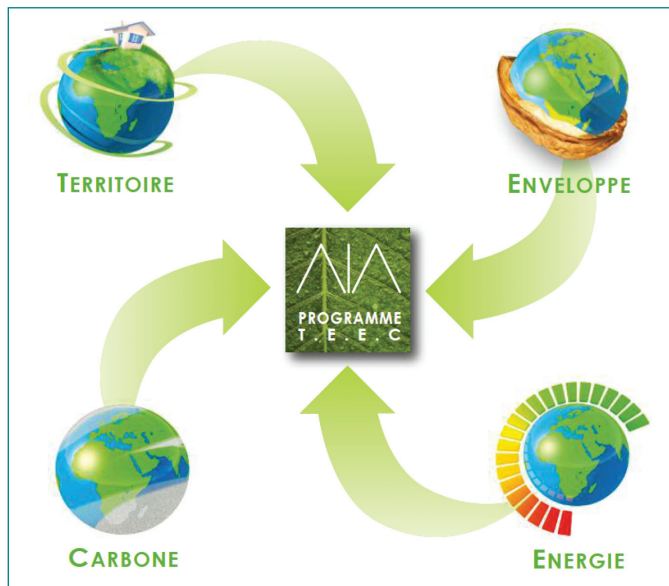


Figure I : L'engagement environnemental du groupe AIA

Cet engagement, baptisé le programme TEEC®, est mis en application sur tous les projets du groupe AIA.

Le thème de la performance de l'enveloppe se décline au travers de nombreuses études en phase de conception et des contrôles renforcés pendant le chantier (figure II).

ENVELOPPE

PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE DES BÂTIMENTS

<ul style="list-style-type: none"> n Dimensionnement des protections solaires, n Evaluation de l'éclairage naturel, n Notice d'entretien maintenance, 	<ul style="list-style-type: none"> n Cahier de performance thermique du bâti, n Test d'étanchéité à l'air, n Affaiblissement acoustique.
---	--

- Accessibilité des façades
- Eclairage naturel
- Isolation thermique
- Solarisation des façades
- Protection acoustique
- Entretien de maintenance
- Etanchéité à l'air
- Inertie



Figure II : Détail du thème de l'enveloppe dans le programme TEEC® du groupe AIA

3. Concevoir une enveloppe performante : exemple du PFME au Mans

Le projet du Pôle Femmes Mères Enfants du Mans (figure III) illustre la mise en application de cette méthode sur la thématique de l'enveloppe. Ce projet conçu en 2005 a été livré en 2009.



Figure III : Façades du pôle Femmes Mères Enfants du Mans

L'histoire de la façade ce bâtiment commence par une volonté architecturale forte de marquer son identité. La mise au point technique de cette façade a nécessité une étroite collaboration entre les architectes et les ingénieurs. Une approche multicritère a été nécessaire pour répondre à de nombreuses contraintes et ambitions.

Le matériau

Après de nombreuses recherches, nous avons choisi de mettre en œuvre un produit Allemand qui offre la possibilité de choisir parmi une gamme très large de couleurs. Les parements extérieurs sont composés d'un vitrage laqué collé sur une plaque de verre cellulaire. Cet ensemble habille une façade à ossature bois et vient se fixer sur des panneaux de bois (figure IV) Pour permettre la mise en place de se produit, nous avons travaillé pendant plus d'un an avec le CSTB pour réaliser un avis technique expérimental.



Figure IV : Montage de la façade - Panneaux de bois

La thermique

La mise au point de la composition de la façade a nécessité le recours à la simulation thermique dynamique pour vérifier le comportement thermique des locaux. Les principes constructifs de la façade nous ont permis de mettre en place une isolation de 20 cm (figure VII). De nombreuses variantes d'étude nous ont permis de d'optimiser les protections solaires, la qualité des vitrages, l'épaisseur d'isolation et le fonctionnement des systèmes techniques comme notamment les températures de soufflage de la ventilation double flux.

La structure

Les fonctionnalités de ce bâtiment superposent des surfaces utiles très différentes créant de nombreux porte-à-faux et reprises de charges (figures V et VI). Devant l'impossibilité de faire plomber les façades, nous nous sommes orientés très rapidement vers le choix d'une façade légère pour éviter des contraintes structurelles trop importantes.



Figure V : Organisation fonctionnelle du projet

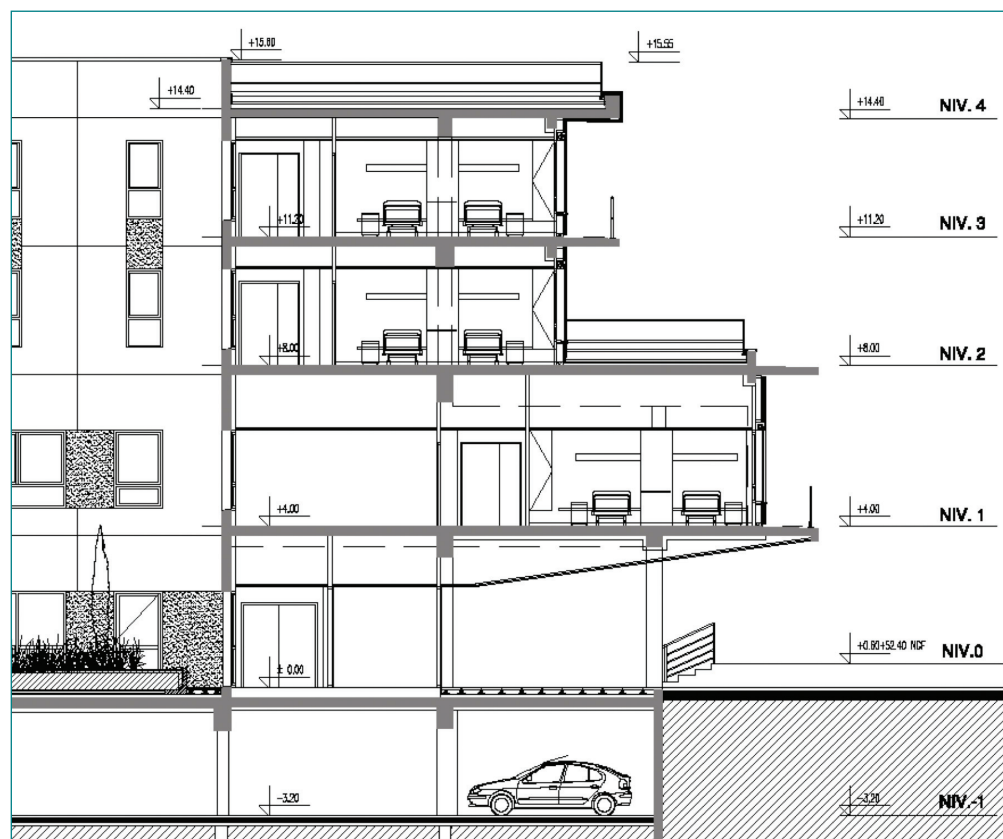


Figure VI : Vue en coupe du projet

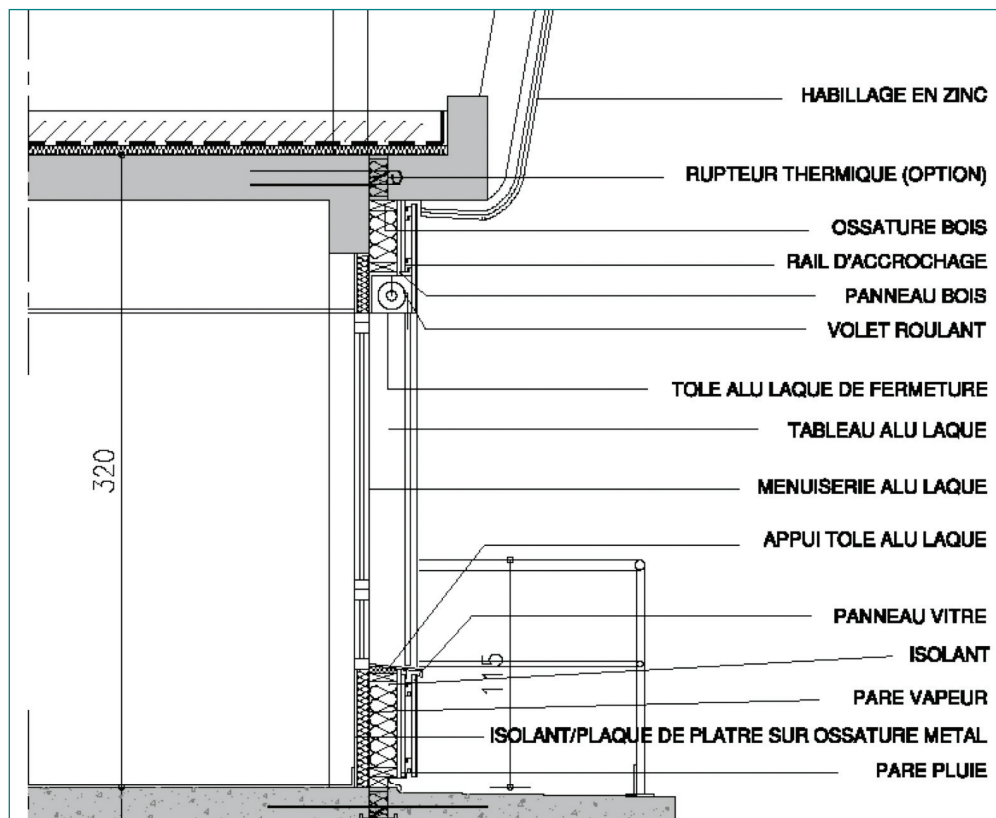


Figure VII : Détail de la composition de la façade

Cette approche scientifique, indispensable pour optimiser ces différents paramètres, a été conduite au regard d'indicateurs comme la consommation de chauffage, l'évolution température intérieure ou le degré de satisfaction des occupants vis-à-vis du confort thermique.

Le travail collaboratif entre les architectes et les ingénieurs dès les premières esquisses et jusqu'à la livraison du bâtiment ont permis de construire ce bâtiment innovant dont les performances sont proches des exigences de la réglementation thermique 2012 qui rentrera en application au 1er janvier 2013 pour les bâtiments hospitaliers.