

## LES OUTILS NUMERIQUES DE CONCEPTION DE L'HOPITAL AU SERVICE DES UTILISATEURS

**L'Atelier Michel Rémon & Associés** s'est engagé dans un processus d'excellence pour construire l'Hôpital de demain en proposant aux maîtrises d'ouvrage des outils qui permettent :

- De se projeter dans leur bâtiment,
- De faciliter la prise en main par tout le personnel grâce à son implication et ses apports au moment de la programmation, des mises au point en phase étude ou en cours de réalisation de travaux,
- D'anticiper le fonctionnement du bâtiment, mais aussi sa maintenance.

Avant de parler des outils et des aides pour mener à bien une collaboration entre concepteurs et utilisateurs, il est important de rappeler la nécessité du dialogue et de l'échange de toutes les parties impliquées. **L'Atelier Michel Rémon & Associés** doit avant tout comprendre comment fonctionne l'hôpital, comment travaille son personnel. Nous devons sur chaque projet, parce qu'ils sont tous différents, faire décrire les usages, les méthodes de travail pour proposer un cadre le plus adapté possible. Ce dialogue est long, il s'installe progressivement dans le temps, il est fait de propositions, d'avancées, d'hésitations, d'expérimentations, d'impasses et parfois de retours en arrière, en bref ce n'est pas toujours une progression idéale et linéaire, il est important de le rappeler régulièrement pour maintenir la motivation et l'engagement de tous les participants.

Le choix des outils de communication et de co-conception est central dans la relation et le dialogue entre **L'Atelier Michel Rémon & Associés** et la maîtrise d'ouvrage.

Nos objectifs concernant la communication sont de :

- Proposer et organiser l'unicité des sources d'information par l'utilisation d'applications ou solutions techniques adaptées,
- Partager efficacement ces données de manière à éviter les doublons et les risques d'erreurs,
- Simplifier la collecte et la consultation des données de programmation,
- Organiser le partage, la consultation, la création ou la modification des données en utilisant un système de profils utilisateurs fonctionnant avec des droits adaptés au rôle de chacun,
- Créer de la clarté et de la simplicité dans le choix des solutions envisagées,
- Etablir une lecture aisée des plans en cours d'élaboration,
- Favoriser la prise de décision en « modélisant » en temps réel le projet en train de se faire,
- Impliquer le plus grand nombre de membres du personnel hospitalier pour créer leur futur lieu de travail en co-conception,
- Etre en mesure de communiquer à distance sur le projet grâce aux derniers outils disponibles,
- Communiquer sur le projet avec des médias ergonomiques, simples et facilement accessibles.

L'hôpital se donne comme objectif de fournir des soins optimaux et d'utiliser ses ressources de la manière la plus efficace possible. Les outils pour le concevoir doivent tendre aussi vers cette excellence en recherchant et utilisant les méthodes et technologies les plus efficaces et avancées possibles, faire en sorte de ne pas disperser ou gaspiller l'énergie et l'implication des participants au projet.

### A- LEAN DESIGN

Le projet Bauréals que **L'Atelier Michel Rémon & Associés** étudie actuellement pour les HCL à Lyon Sud, est l'incarnation de l'usage du Lean Design, méthode de conception et de management de projet, dont l'objectif est de chercher l'adhésion de tous les acteurs du projet, en les associant dans un travail d'équipe.

Les principes du Lean design sont basés sur :

- L'association de toutes les parties,
- L'écoute et l'avancement d'une démarche transparente avec l'utilisateur final,
- Avoir un œil neuf, ne pas juger, examiner, interroger, être curieux.

Toutes ces intentions sont possibles :

- En rassemblant une équipe avec des parcours et des points de vue multiples,
- En définissant des objectifs, des méthodes, des jalons permettant de se situer dans le temps du projet,
- En mesurant les progrès effectués pour garder la motivation de tous sur le long terme,
- En s'appuyant sur les valeurs humaines, des compétences et savoir faire,
- En expérimentant, en testant, pour vérifier, enrichir et valider les solutions proposées.

*« ON PEUT LIRE CHACUNE DES PARTIES, COMME DANS UNE PLANCHE D'ANATOMIE »*

Ce futur bâtiment Bauréals est le « PLUG » d'un nouveau Plateau Technique de 28 salles d'opération, d'un service de réanimation et d'un service d'urgence sur un hôpital ancien. Ici le « PLUG » est un nouveau moteur « branché » transversalement sur la façade principale opposée au hall d'entrée. Nous avons déjà réalisé la même « greffe » à l'hôpital Edouard Herriot, au centre de Lyon : le complément du plateau technique était alors branché au cœur de la trame des pavillons de l'ensemble hospitalier.

Le projet Bauréals a été dessiné, composé en volumes, en utilisant l'outil REVIT BIM 360 : il n'a pas été exclusivement dessiné en plan mais réalisé comme une maquette volumétrique et paramétrique. Les fonctions ont été assemblées directement en 3 dimensions, avec leur spatialité propre, à leur juste place. Le résultat de cette composition organique devient ainsi directement un corps composé de ses différents membres, directement exprimé comme un écorché. On peut y lire chacune des parties qui composent l'ensemble, comme dans une planche d'anatomie.

### B.1- PARTAGE ET TEAM BUILDING

En dehors de cette capacité à représenter directement dans l'espace le projet, REVIT BIM 360 permet également, via une interface Web dédiée, de le partager avec un très grand nombre d'utilisateurs :

- Architectes associés,
- Eclairagistes,
- Ingénieurs structure, CVC, CFO, CFA, fluides spéciaux,
- Paysagistes,
- Acousticiens,
- Métreurs, économistes de la construction,
- Spécialistes HQE,
- Bureau de contrôle,
- SPS...

C'est un outil qui permet d'avoir en **temps réel** une vision juste de **l'avancement** du projet, d'anticiper les problèmes de synthèse et de trouver rapidement les solutions qui s'imposent.

L'équipe de maîtrise d'œuvre choisit les documents qu'elle désire **partager** avec les autres participants. Ces documents d'étude ou de rendu peuvent être annotés ou commentés par d'autres intervenants. Les notes sont adressées via une liste de contacts aux personnes désirées : informées par courriels des notifications qui les concernent, elles peuvent y répondre en corrigeant ou modifiant le projet ou par simple publication d'un document, commentaire ou texte d'explication. Ces notes ou commentaires sont « épinglés » sur des documents 2D ou des vues 3D, pour ne laisser aucune ambiguïté et cibler le plus efficacement possible le point à traiter.

Le projet est accessible en permanence au plus grand nombre, il s'enrichit des remarques et questionnement des uns et des autres pour une meilleure synthèse et prise en charge des points à traiter. La liste de ses points diminue automatiquement une fois ceux-ci traités, contrôlés et validés.

Cette organisation n'est possible que si les modèles géométriques ne sont pas copiés et stockés sur une multitude de serveurs locaux, mais s'ils sont stockés sur un serveur unique et sécurisé, accessible et partagé par tous les utilisateurs. **La centralisation des modèles** évite ainsi les erreurs de mise à jour en proposant une **source unique de donnée** à la consultation. Les modèles 3D, ainsi que les livrables choisis par les auteurs de projet, peuvent être publiés automatiquement à intervalles réguliers, tous les participants sont sûrs de travailler sur la dernière version du projet : pas d'arrière-pensée ou d'inquiétude sur la validité des maquettes consultées. Une version simplifiée, plus fluide du modèle est également disponible en consultation, permettant une visualisation et un déplacement rapide dans le projet.

Une zone de partage de documents de travail (fiches techniques, références, images ou tout autre source documentaire numérique) est également accessible à partir de n'importe quel explorateur internet, consultable depuis une station de travail classique mais aussi depuis un terminal pourvu d'une connexion 4G de type téléphone portable ou tablette, consultable sur site en phase étude ou chantier.

Tous ces outils peuvent être utilisés par tous les intervenants du projet, **ils facilitent le travail d'équipe des concepteurs** et peuvent également être consultés par les utilisateurs, leur permettant ainsi de faire des remarques ou de se tenir au courant de l'avancement des études.

## B.2- LE BIG DATA

Derrière les plans, coupes, façades, maquettes, visites virtuelles ou images, il y a la prise en compte d'un programme, de surfaces, de flux, de normes, d'exigences techniques ou environnementales... Adaptée aussi bien aux nouvelles constructions qu'aux projets de rénovation, liée à la géométrie du projet, nous utilisons l'application de gestion des données **dRofus** pour qualifier, quantifier, centraliser, organiser, ou publier une masse toujours plus importante de données. Il faut en tracer les modifications, conserver la mémoire, pouvoir justifier à tout moment les évolutions. Cette **connexion dynamique entre la géométrie et les données**, est un outil précieux qui accompagne tous les intervenants à toutes les phases du projet : de la conception, à la réalisation et jusqu'à l'exploitation du bâtiment.

Lorsque l'on doit composer avec des budgets et des délais serrés, des intervenants de plus en plus nombreux, on ne peut pas se permettre de manquer de rigueur. **La maîtrise de la donnée devient cruciale** et tout ce qui permet de consulter rapidement une source unique, organisée et fiable du projet, est un atout majeur.

Cette interface est une fenêtre sur le programme détaillé qui permet aux utilisateurs qui ne manipulent pas les maquettes numériques de consulter, modifier ou compléter le programme. C'est un outil fait pour éditer des états, des quantités, des bilans de surfaces, des fiches de locaux types.

**dRofus** est une solution pour la planification et la gestion des données de conception, indispensable à la création du jumeau numérique et à la fiabilisation des données d'exploitation, elle se présente sous forme d'une base de données permettant une structuration des informations dans un environnement commun et accessible à tous les intervenants, depuis la programmation jusqu'à l'exploitation. **dRofus** prône l'open BIM et permet de se connecter aux principaux outils de modélisation du marché comme REVIT, ARCHICAD ou ALLPLAN.

Le principe de cette application est d'établir un lien dynamique entre la géométrie du projet et la masse des données du programme ou des spécifications du projet.

Ce lien peut être fait à plusieurs niveaux de la maquette numérique :

- Celui des pièces ou espaces du projet,
- Mais aussi celui des objets contenus dans la maquette.

Grace à ces liens dynamiques établis entre un programme écrit, hiérarchisé, quantifié et une maquette modélisée dans les trois dimensions, il est possible de mesurer à tout moment les écarts de données entre ces deux formes du projet et vérifier le nombre de pièces d'un service, la position d'un espace dans le bâtiment, sa phase de travaux, la liste de son mobilier, les finitions de sols, de

murs ou de plafond, le nombre et la nature de ses terminaux, les fiches techniques ou les images du matériel installé, le nombre ou les dimensions des portes.

Les principes et méthodes de travail utilisés pour la géométrie sont également appliqués aux données du projet :

- **Unicité et centralisation des informations** sur un serveur sécurisé dans le cloud,
- **Accessibilité au plus grand nombre**, gérée par un système de droits affectés à des profils utilisateurs.

### C.1- GEOMETRIE MESURES ET ECHELLES DU PROJET

Les médecins, responsables de services, équipes soignantes ou techniciens ne savent pas forcément utiliser un modèleur 3D ou lire un plan : ce n'est pas leur métier, ils ne le font pas tous les jours, ils ont souvent beaucoup de mal en plan, avec les échelles, la dimension des objets ou des espaces.

**L'Atelier Michel Rémon & Associés** doit les aider à se projeter dans leurs futurs espaces de travail grâce à la géométrie des modèles numériques. Les pratiques médicales, de plus en plus techniques, complexes et sophistiquées, demandent toujours plus de précision. Cette précision doit être présente dans tous les documents soumis aux personnels de l'hôpital, ils doivent retrouver leurs repères, les objets du quotidien qui les aident à se repérer et se projeter dans leur futur cadre de travail.

Grâce aux technologies de rendu en temps réel et de **réalité virtuelle**, nous pouvons explorer ou valider **toutes les échelles du projet** :

- Voir depuis l'extérieur le projet et ainsi communiquer, faire comprendre le concept du bâtiment ou son intégration dans le site à l'échelle urbaine,
- Détailler ses différents accès et justifier ou faire comprendre les différents flux si importants dans le milieu hospitalier,
- À toutes les étapes du projet, nous pouvons travailler, régler et valider les différents flux à l'intérieur du bâtiment,
- Modifier la position des services les uns par rapport aux autres,
- Régler l'organisation interne d'un service dans un étage en concentrant l'attention des utilisateurs sur des séquences ou des enchaînements d'espace au sein d'un service,
- Focaliser l'attention sur des sujets transversaux en étudiant des espaces communs à toutes les spécialités tels que les chambres d'hospitalisation, les postes de soins, les cabines de consultation ou les salles d'opérations sous la forme de locaux types dans un premier temps qui seront adaptés ou contextualisés dans un second temps,
- Durant les séances consacrées aux prototypes, sont abordés et étudiés l'ergonomie précise des espaces, la position ou les dimensions du mobilier, l'ordonnancement et l'emprise et des zones de travail, jusqu'à la position ou l'intensité d'un appareil d'éclairage,
- Les possibilités sont infinies et le niveau de détail peut être poussé très loin avant la réalisation d'un prototype pour une validation grandeur nature.

Actuellement la plupart des fabricants, fournisseurs de matériel, de mobilier médical, de terminaux électriques ou de traitement d'air, mettent à disposition des concepteurs, la géométrie ou les caractéristiques de leurs matériels sous forme d'objets 2D ou 3D pouvant être intégrés dans les plans ou maquettes, pour une visualisation toujours plus réaliste des espaces.

La mise en place progressive de standards, la normalisation des informations permettent d'intégrer très efficacement et rapidement ces sources variées de données. Toutes ces informations intégrées à nos images sont autant de sujets de discussion et d'opportunités pour une mise au point précise et efficace du projet.

L'objectif étant de proposer aux utilisateurs des espaces avec du matériel familier, leur permettant de s'orienter, de se rendre compte des dimensions, de l'organisation de leurs futurs espaces de travail pour que le prototype avant la réalisation définitive soit le plus abouti possible.

### « VISUALISER LA COURSE DU SOLEIL SUR UN BATIMENT »

A un autre niveau, les **héliodons**, simulant l'exposition naturelle du **soleil** en fonction des **saisons** et tenant compte de l'**orientation des façades** de nos modèles numériques, permettent de régler les dimensions ou la position des ouvertures de façade, mais aussi l'orientation, l'espacement ou le nombre d'éventuels brise-soleils, autant d'éléments de **contrôle** ou de **maîtrise de l'éclairage naturel du bâtiment** par des composants architecturaux de façade.

Ces études transcrites dans un film ou une série d'images fixes, permettent de **visualiser la course du soleil sur un bâtiment** avec ses ombres portées et valider ainsi les dimensions ou la position des ouvertures en façades, de valider les **vues directes sur l'extérieur** pour l'agrément ou les éclairages indirects. Les **héliodons** permettent également de calculer le masque d'un bâtiment adjacent, de tester la position ou les dimensions d'un porte-à-faux ou d'un bandeau de façade portant ombre sur un espace du projet.

**Cette maîtrise de l'éclairage naturel**, permet d'optimiser la technique du bâtiment, de faire des économies de moyens en tirant parti des **apports lumineux naturels** si important au **bien-être des patients, des soignants et de tout le personnel en général**.

### C.2- IMMERGER LES UTILISATEURS DANS LE PROJET

Visualiser la globalité d'un projet ou une organisation de service à partir d'un plan demande une pratique et une habitude qui prend du temps et nécessite de la pratique. Comme évoqué plus tôt au chapitre du Lean Design, pour obtenir l'adhésion du plus grand nombre possible de participant dans un projet, il faut le représenter précisément, avec des médias les plus simples et évidents possibles. Si le plan ou la coupe sont indispensables aux professionnels de la construction, ils restent encore une abstraction, un frein à la représentation sensible de l'espace. En revanche l'image fixe ou animée fait partie du quotidien de tous les utilisateurs auxquels nous nous adressons. C'est un vecteur familier, avec lequel il est facile de se projeter.

Pour les vues globales de projet ou les enchaînements d'espaces intérieurs, des modules de rendu tel qu'ENSCAPE sur REVIT, permettent de **visiter en immersion totale les modèles numériques** grâce à des casques individuels de réalité virtuelles. Ces solutions, si elles sont très efficaces pour convaincre quelques-uns restent peu adaptées au plus grand nombre pour des mises au point ou des séances de travail courantes. L'usage de ces casques est peu adapté aux groupes de travail avec de nombreux participants, à cause du prix encore élevé de ce matériel, mais aussi à cause de son usage obligeant chaque participant à attendre son tour pour vivre cette expérience.

La diffusion sur grand écran dans une salle de réunion standard permet de visualiser nos modèles numériques de façon efficace par plusieurs participants et recueillir ainsi leurs remarques ou commentaires.

Dernier outil pour **visualiser les espaces types** aux utilisateurs : le 360°. C'est un outil à la fois facile à réaliser et simple d'utilisation, qui permet d'explorer un espace à partir d'un point fixe en pivotant l'œil de l'observateur via une souris de droite à gauche ou de haut en bas.

Le point de vue est localisé sur un plan 2D de la pièce à étudier. Ce point est en fait un **lien dynamique vers une image sphérique** qui permet de voir en 3D tous les aménagements d'un espace et en comprendre le fonctionnement.

En flashant un QR code chacun peut avoir accès, via son portable et une connexion internet, aux représentations à 360° de l'espace à étudier et faire les remarques nécessaires pour corriger ou valider les propositions des auteurs de projets.

Concernant la conception technique de certaines parties du bâtiment, des séquences d'images animées, permettent de visualiser toutes les étapes d'une mise en œuvre complexe. Ces animations aident à valider plus rapidement des solutions difficiles à imaginer sur un croquis ou un dessin normalisé en deux dimensions.

Cette méthode permet également à l'échelle globale d'un projet de mettre au point et valider des hypothèses de phasage. Elle est particulièrement utile et efficace lorsque l'on doit gérer des projets de rénovation avec le déplacement de services existants.

*« SPONTANEMENT, DE MANIERE LUDIQUE, ILS REAGISSENT FACE AUX IMAGES »*

Tous ces dispositifs permettent aux maîtrises d'ouvrage, aux utilisateurs, à tous les membres de l'équipe de conception mais aussi aux entreprises ou au public de comprendre des concepts, de visualiser les espaces, de comprendre la position d'une phase ou la totalité du déroulement d'un chantier et de réagir aux propositions en cours d'étude. Spontanément, de manière ludique, ils réagissent face aux images, écartent ou valident les propositions qui leur sont faites.

Progressivement, après discussions et mises au point, les documents étudiés sont approuvés pour éventuellement devenir des prototypes, permettre d'expérimenter l'espace en grandeur réelle, et faire les derniers ajustements avant la réalisation puis la mise en service d'une idée, d'un concept. Tout ce travail de communication, d'explication, de vulgarisation du projet est un investissement de la maîtrise d'œuvres qui doit permettre de faire évoluer le projet dans de bonnes conditions avec les décideurs, les utilisateurs, les techniciens, les concepteurs ou les entreprises chargés de mener à bien la construction de l'hôpital de demain.