



BIM CONSTRUCTION

PREMIERS ENSEIGNEMENTS DES EXPÉRIMENTATIONS



BIM-MAQUETTE NUMÉRIQUE

- ▶ OPTIMISER LE RAPPORT COÛT/BÉNÉFICE DES OPÉRATIONS
- ▶ FAVORISER LE TRAVAIL COLLABORATIF



Rappel préalable

Le BIM est une méthode de travail permettant de partager des informations fiables dans une approche collaborative.

Ce processus de travail collaboratif s'organise autour d'une maquette 3D qui contient des données intelligentes et structurées. La maquette est une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles du bâtiment.

Au-delà de ces objectifs généraux, le BIM et la maquette numérique de gestion va permettre de :

- améliorer la qualité de la gestion en maîtrisant mieux la planification, l'organisation, le suivi et le coût des travaux ;
- diminuer les coûts de gestion grâce à des informations patrimoniales fiables, exhaustives et accessibles à tous ;
- conserver les outils métiers existants (ex : ERP de l'organisme gestionnaire), les compléter de manière à les exploiter de façon optimale (ex : base Equipement et Bâti) ;
- concentrer, fiabiliser et consolider les in-

formations aujourd'hui dispersées dans les services (ex : base de données : contrats, charges, ...)

- utiliser une visionneuse de maquettes numériques unique (pour tous les collaborateurs) émule en tout point d'accès à Internet, simple d'emploi et en Open BIM ;
- sanctuariser les archives de l'organisme gestionnaire ;
- pérenniser l'information sur toute la durée de vie du bâtiment.

Les enseignements

Pour les services de construction, l'utilisation du BIM et de la maquette numérique ont permis aux organismes¹ et à leurs collaborateurs d'avoir accès à :

¹ Organismes ayant contribué aux expérimentations : Vallogis, Norevie, FDI Habitat, Cannes Pays de Lérins, Sodineuf, Logirem, Habitat 06, Agen Habitat, Logiseine, T.M.H., Habitat, Hérault Logement.

PUCA Le Plan Urbanisme Construction Architecture

Organisme national de recherche et d'expérimentation sur l'urbanisme, la construction et l'architecture, le Plan Urbanisme Construction Architecture, PUCA, développe à la fois des programmes de recherche incitative, et des actions d'expérimentations. Il apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

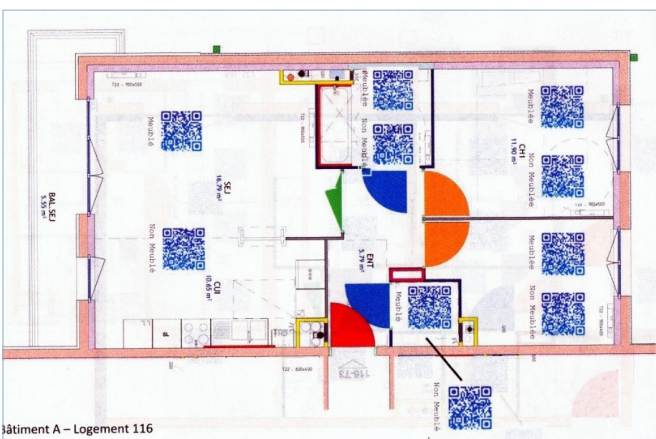
1 - UN OUTIL DE COMMUNICATION AVEC LES COLLECTIVITÉS LOCALES



2 - UNE IMMERSION VIRTUELLE AUGMENTÉE

En s'appuyant sur la maquette numérique, un outil de réalité virtuelle a été utilisé pour modéliser. L'intérêt de cet outil était de :

- anticiper et de faciliter la commercialisation des logements ;
- aider les futurs locataires à mieux se projeter dans leur futur espace de vie.



3 - LA RÉALISATION DE MODES OPÉRATOIRES 3D

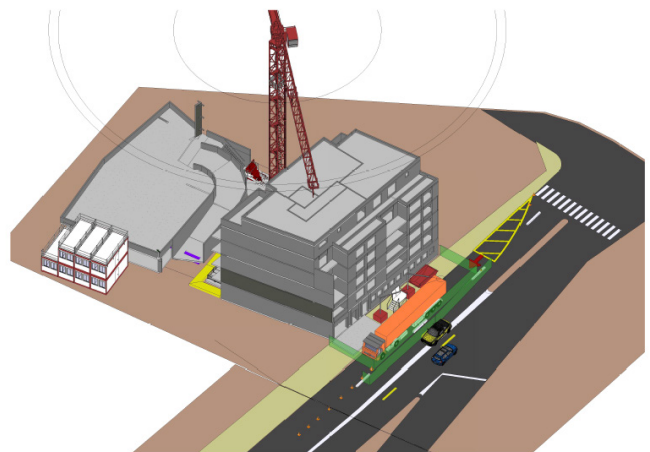
Cette modélisation a offert de nombreux avantages :

- productivité et qualité : en utilisant les moyens adaptés au juste nécessaire avec la modélisation de scénarii en fonction des phases d'avancement et des contraintes de site (respect des délais et même livraisons en avance) ;

- ergonomie et sécurité : en disposant de documents permettant une meilleure compréhension des tâches à exécuter, cela a permis une prévention des risques efficace (pas d'accidents sur le chantier).



4 - LA SIMULATION DU DÉROULEMENT DE CHANTIER PLANNING 4D



5 - UNE APPROCHE D'INDUSTRIALISATION

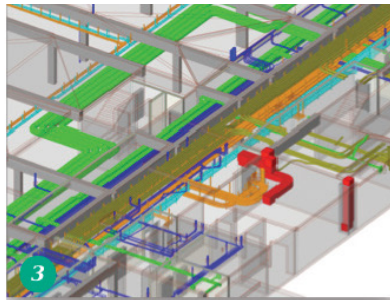
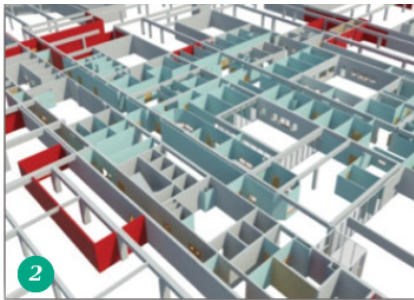
Dans la base de données numériques, il y a la définition de tous les éléments qui constituent le projet. Le BIM a aidé dans le choix des composants à industrialiser en identifiant plus précisément les éléments constitutifs du projet.

Ces éléments ont été ainsi retranscrits numériquement pour permettre de valider en amont avec l'architecte la fabrication de composants tels que des escaliers de parties communes, des balcons, des prémurs, des escaliers et coursives métalliques, des coffrets à nourrices, des murets techniques, etc.

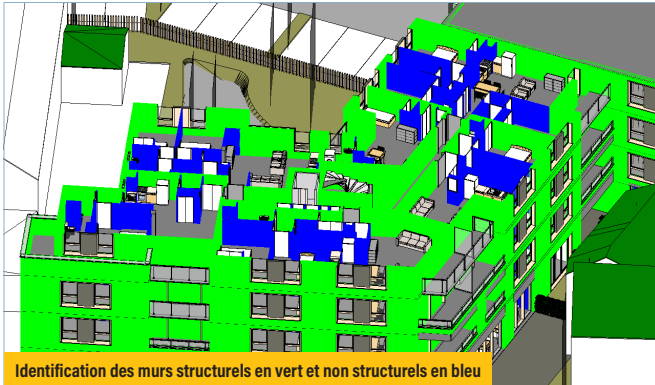
6 - AU DÉVELOPPEMENT DU PROJET / SYNTHÈSE (CONSTRUIRE AVANT DE CONSTRUIRE)

En phase de développement, les différentes maquettes (architecte, CVC et électricité) ont été assemblées et un modèle de synthèse a été réalisé.

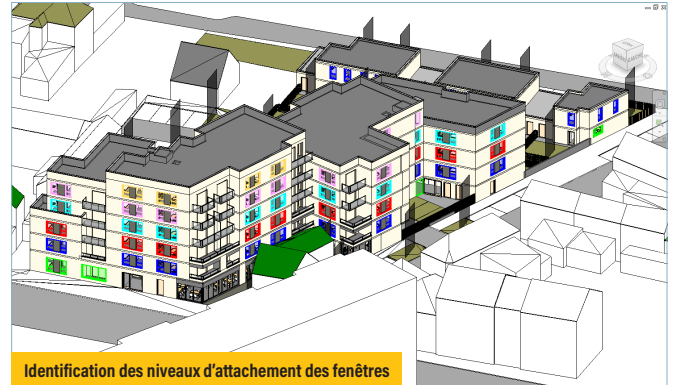
Ce travail a permis d'optimiser l'espace grâce à la limitation des



- 1 Modélisation de la structure par le bureau d'études.
- 2 Modélisation des cloisons sur la maquette structure.
- 3 Ajout des réseaux préalablement dimensionnés pour l'établissement de la synthèse.



Identification des murs structurels en vert et non structurels en bleu



Identification des niveaux d'attache des fenêtres

encombrements et à la bonne disposition des réservations dans les ouvrages de structure.

Les points à risque ont été limités : coudes, dévoiement et les accès aux réseaux en vue de leur maintenance ont été facilités. Les organes nécessitant de l'entretien ont été judicieusement installés dans des zones accessibles. Le bon respect de l'ensemble des réglementations a été vérifié.

Les maîtres de l'ouvrage ont été associés à certaines des réunions de projets autour du BIM. La maquette a été construite, enrichie et adaptée selon ses attentes et ses besoins.

Audit des maquettes

Pendant la phase de développement du projet, la modélisation des maquettes a été contrôlée : modèle 3D et données (emploi d'outils tels que BYCHECK par exemple).

7 - LES PLANS MÉTHODE

Pour les plans méthodes, les modèles de synthèse ont servi de supports.

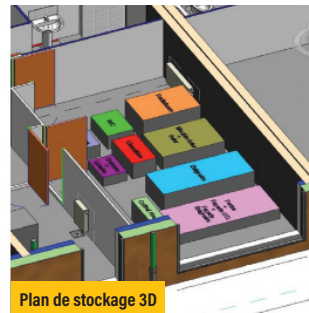
Les plans de cycle ont été ainsi réalisés et les modes opératoires standards élaborés en 3D.

8 - LA GESTION DES APPROVISIONNEMENTS

L'utilisation des nomenclatures issues du modèle numérique a permis l'exploitation des métrés en phase d'exécution.

Cela a apporté une aide à la logistique pour un chantier plus organisé en réduisant les stocks, la casse, les déchets et en renforçant l'ergonomie.

Les approvisionnements ont pu ainsi être fiabilisés et réalisés en 1 seul lot par une entreprise de déménagement.



Plan de stockage 3D



Approvisionnement

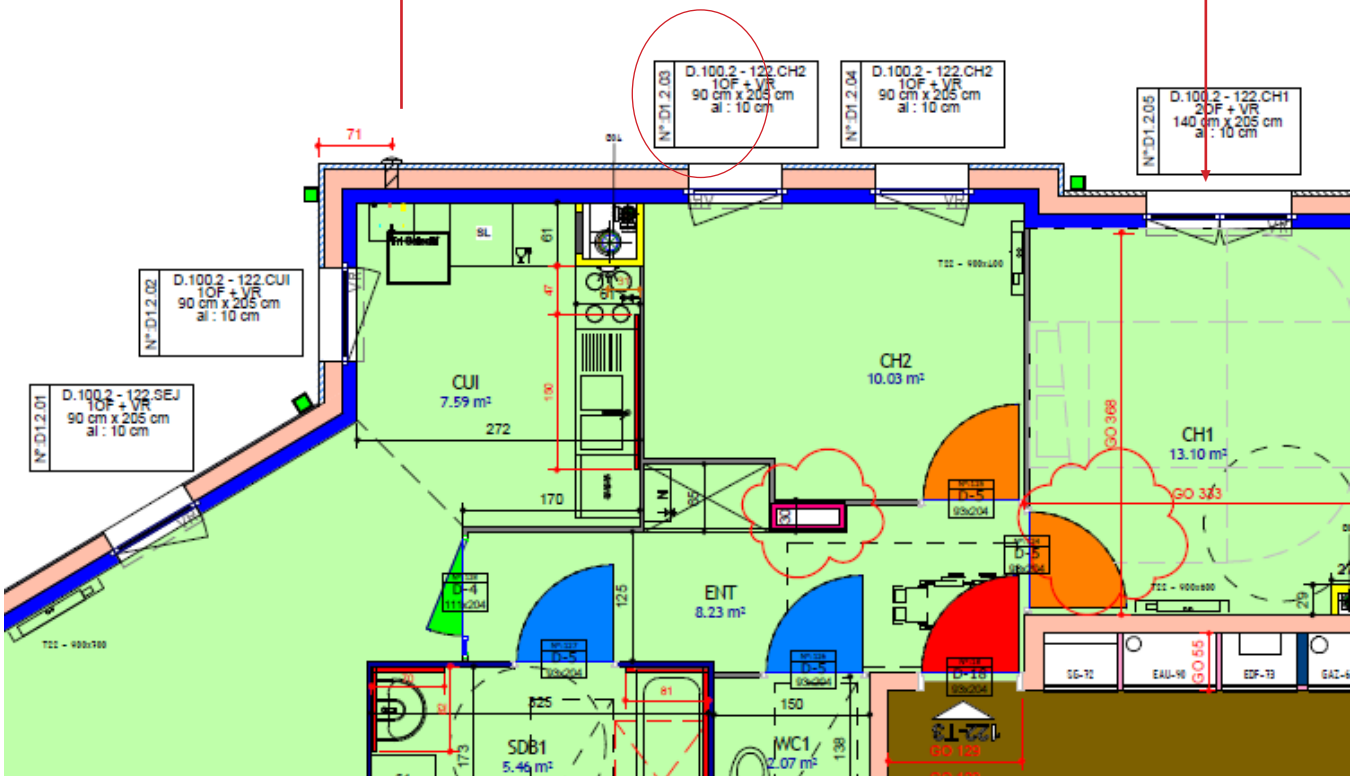
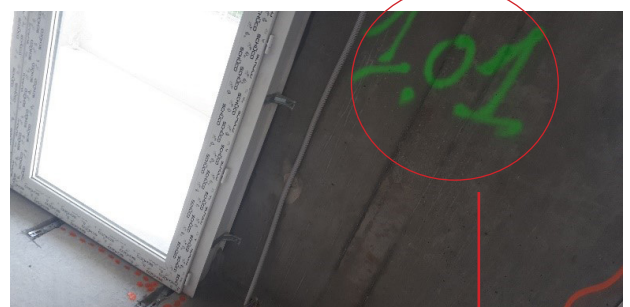
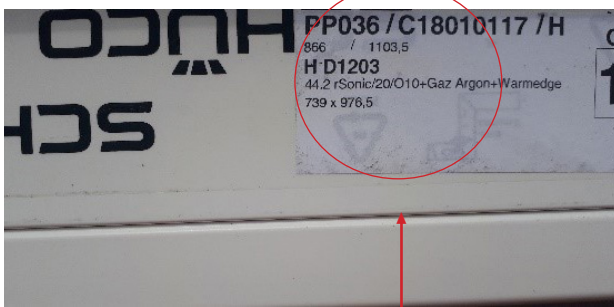


Zone de stockage

9 - DES DOSSIERS DE REPÉRAGES

L'édition de plans d'exécution issus du modèle numérique validé a permis l'élaboration des dossiers de repérage (exemple ci-après : menuiseries extérieures).

Chaque châssis a une référence unique et une adresse précise sur le chantier. On retrouve cette référence dans le Dossier des Ouvrages exécutés (DOE) numérique.



10 - UNE UTILISATION SUR LE CHANTIER POUR LE SUIVI QUALITÉ JUSQU'AU SAV

Pour plus de réactivité dans la remontée et le traitement de l'information (objectif : ouvrage « zéro défaut »), des solutions ont été développées.

Cela a permis de réaliser sur/ou grâce à la maquette une remontée en temps réel des données recueillies sur le terrain pour :

- le contrôle qualité (par un suivi riche et collaboratif du plan d'assurance qualité) ;
- le suivi travaux (Suivi d'avancement ; OPR ; Réception ; Réception acquéreur) qui reflète l'état du bâtiment « tel que construit » pour faciliter la maintenance et l'exploitation ;
- ou encore le suivi logistique d'éléments préfabriqués.

C'est également un outil de suivi utilisé par le maître d'ouvrage pour faciliter ses réceptions.

A noter également l'outil DALUX qui permet ainsi de suivre les réserves lors des OPR.

11 - LA LIVRAISON D'UN DOE NUMÉRIQUE

L'usage du BIM tout au long du projet doit permettre au final au maître d'ouvrage une meilleure gestion de son bâtiment et en favoriser la pérennité.

La maquette numérique, à laquelle un soin particulier a été accordé pour sa mise au point, est exploitable au-delà de la livraison et facilite la mise au point d'un véritable outil de gestion patrimoniale.

La livraison du modèle numérique

L'objet numérique est livré sous format informatique natif Revit et IFC.

Les IFC ont été adoptées par la plupart des éditeurs des logiciels permettant la production de la maquette numérique d'un bâtiment.

Les échanges au format IFC sont devenus une alternative mature à l'échange de fichiers de plans au format DWG. Ce format présente l'avantage de :

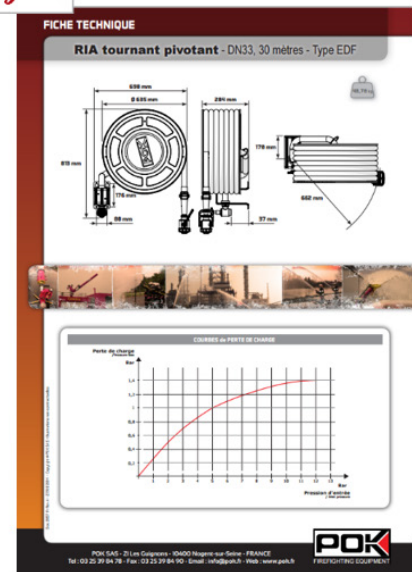
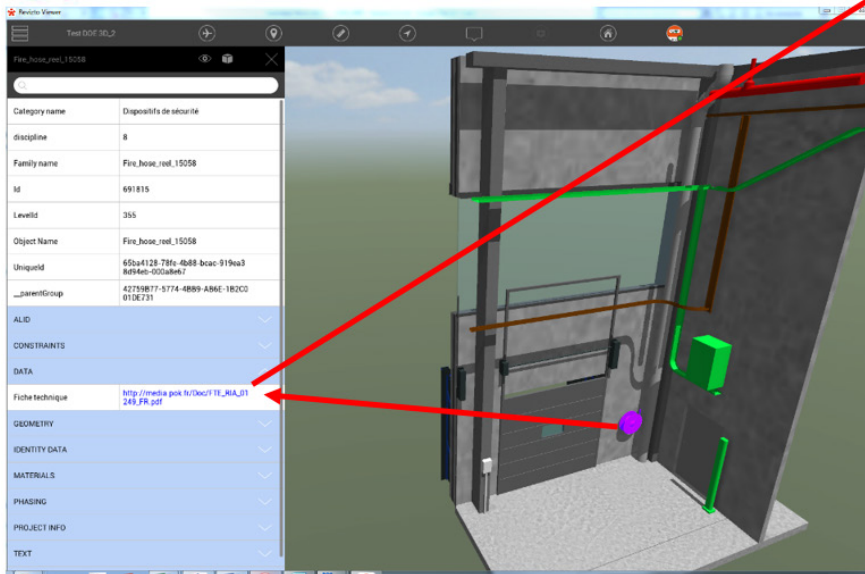
- accéder en lecture au modèle numérique du bâtiment livré sans achat de logiciels ;



Du modèle 3D...



...aux fiches techniques



– disposer du modèle numérique en format natif servir de support aux futures études et pouvoir le faire évoluer pendant la durée d'exploitation du bâtiment.

La constitution du Dossier d'Intervention Ulérieur sur l'Ouvrage (DIUO)

La maquette numérique livrée contribue à la mise au point d'un véritable DIUO numérique qui sera d'autant plus important et efficace pour l'organisme lorsqu'il aura finalisé ses méthodes de travail en gestion-exploitation-maintenance. (définition de ses pré-requis).

A l'avenir, en cas de cession, de réhabilitation, de requalification ou de destruction des ouvrages, la maquette servira de base de données sur la constitution et l'histoire de l'ouvrage, simplifiant la valorisation de l'actif, facilitant la réalisation des diagnostics et limitant les interventions sur site.

La livraison du Dossier de l'Ouvrage Exécuté numérique (DOE)

DOE a été conçu pour être un outil de base d'aide au « facility management » du bâtiment.

Il s'agit de la maquette numérique mise à jour tout au long du chantier jusqu'à la livraison.

Le DOE centralise et répertorie toutes les données nécessaires à la gestion de l'ouvrage et sont transférables dans une maquette de gestion-exploitation-maintenance.

Le « facility manager » peut se promener virtuellement dans le bâtiment et cliquer sur un élément pour en obtenir toutes les informations associées.

12 - AUTRES MODALITÉS DE TRAVAIL OFFERTES À LA GESTION PATRIMONIALE²

La maîtrise d'ouvrage doit pouvoir utiliser facilement et rapidement la maquette pour gérer son patrimoine.

C'est pourquoi il doit être possible d'extraire instantanément de la maquette des nomenclatures (sous la forme de tableaux Excel et d'extractions de planches graphiques) : surfaces, finitions des pièces, compris parties communes, plans des logements, planche des organes de sécurité, carte d'identité, etc.

Ces nomenclatures pourront être extraites pendant toute la durée de la vie des bâtiments et associées aux différentes pièces de la maquette pour une meilleure traçabilité.

Les services ont accès à une information structurée pour chacun :

- des plans et coupes numérisés ;
- des métrés, surfaces et quantités ;
- la gestion des équipements, aux caractéristiques de ces équipements, aux plans de sécurité ;
- à la carte d'identité des résidences ;
- aux archives, avec une sécurisation et pérennisation de l'information du patrimoine ;

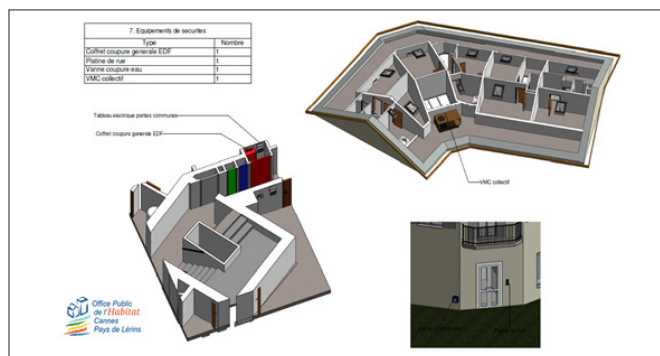
Ils pourront également mettre au point le carnet Numérique d'Entretien par résidence pour construire le Plan Pluriannuel d'Entretien (PPE).

De plus, ils pourront :

- accéder presque instantanément aux informations techniques patrimoniales avec des outils nomades (tablettes, smartphone...)

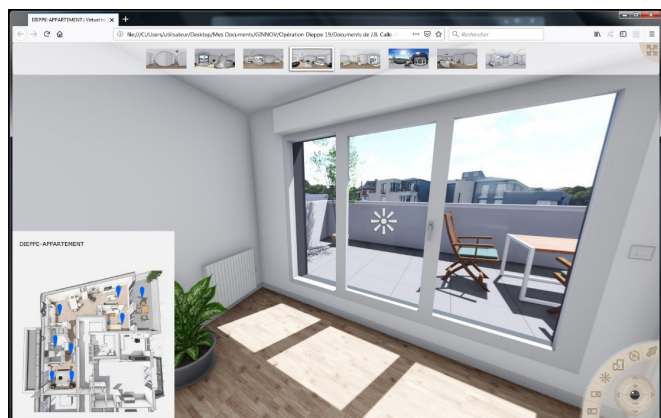
² Pour plus de détails : voir synthèse des opérations d'expérimentation BIM/Gestion

- accéder simple aux plans et coupes ainsi qu'aux informations sur les équipements ;
- bénéficier d'une gestion technique simplifiée et améliorée (déplacements diminués : 1/3 des déplacements évités) .
- disposer des plans des équipements de sécurité.



Services rendus pour les directions de gestion locative et de commercialisation

- Carte d'identité de la résidence (LOI ELAN, ALUR...) ;
- Accès au plan des logements avec possibilité de visite virtuelle de ceux-ci ;
- Etat des lieux facilité (mise en place d'outils d'états des lieux interactifs) ;
- Logements adaptés-PMR (répertoriés et localisés) , surfaces de pièces ;
- Aide apportée au travail des commissions d'attribution des logements (Mixité sociale, visites en immersion virtuelle ...) et, ainsi, concours à la réduction de la vacance ;



- G.E.D. connectée (Gestion Electronique des documents).
- Fichiers d'échanges de données (accès aux Informations avec une interopérabilité simplifiée) ;
- Connecteurs, A.P.I. (application permettant d'accéder aux fonctions de WEB Services), etc.

Autres bénéfices pour les organismes :

- valorisation de leur patrimoine et amélioration de la connaissance de celui-ci grâce à la base graphique ;

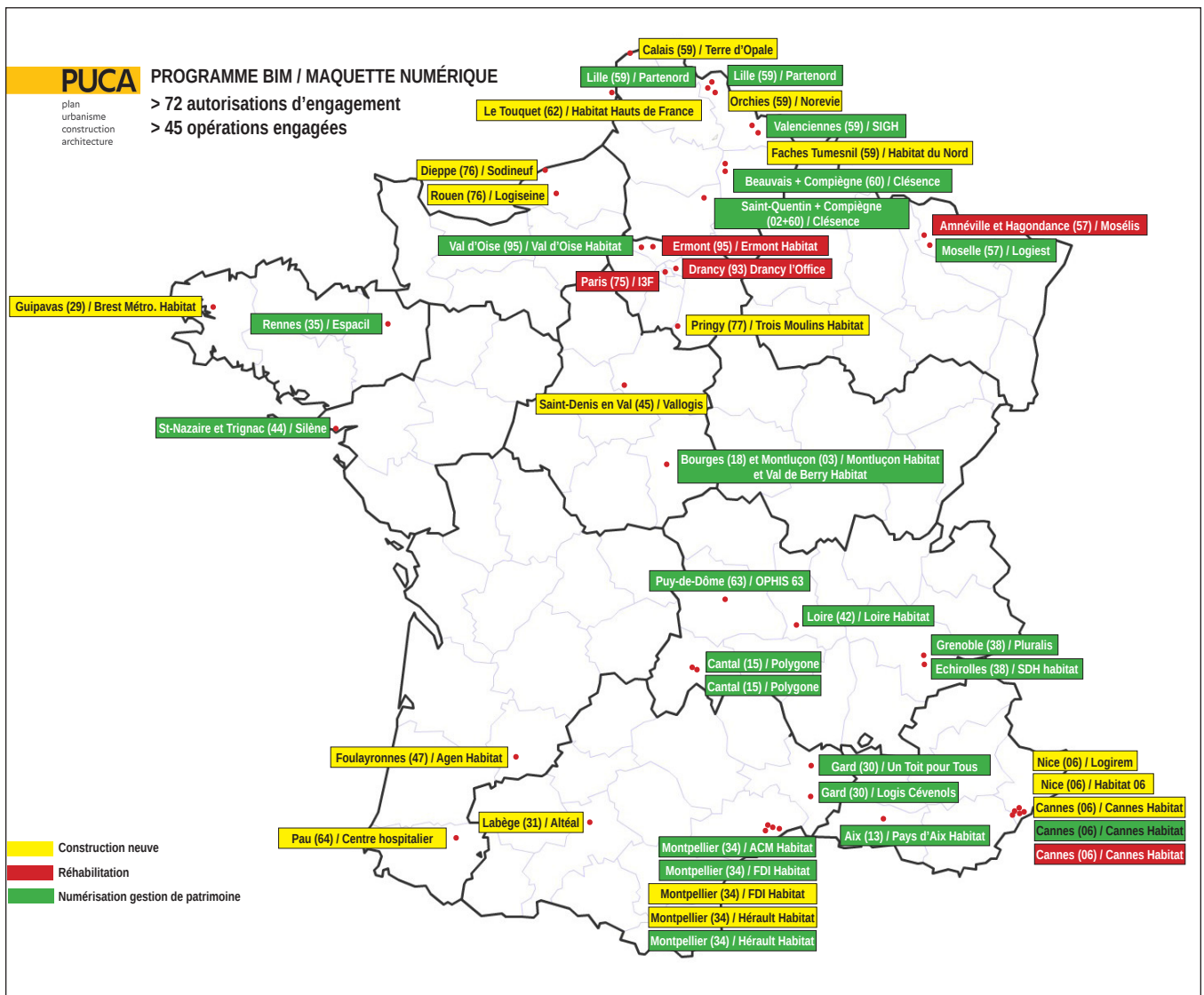
- outil de communication avec les collectivités locales ;
- aide à la formation et à la prise de poste des nouveaux collaborateurs en charge du Patrimoine et support visuel pour les agents ;
- site Internet de l'organisme mieux informé et illustré.

En guise de conclusion

Les expérimentations de Gestion Exploitation Maintenance (G.E.M.) ont démontré qu'il était nécessaire que le Maître d'ouvrage ait réalisé, préalablement au lancement de toute opération, son propre référentiel afin de définir les prérequis G.E.M. qui lui seront nécessaires pour sa gestion future. (clauses à insérer dans le CCTP).

Le maître d'ouvrage doit rester propriétaire de ses données, sans dépendre de logiciels.

Ces dispositions permettront de garantir une bonne utilisation des maquettes et de générer des économies.



Le programme BIM-maquette numérique du PUCA vise trois grands objectifs :

- **progresser** en démontrant l'apport du BIM pour réduire les coûts du projet, améliorer la qualité des constructions et développer le travail collaboratif ;
- **partager les expériences** par le référencement et la diffusion de « bonnes pratiques » en s'appuyant sur des cas concrets de mise en oeuvre ;
- **soutenir l'innovation** en sélectionnant des « Processus, Concepts, Idées, Services » (PCIS) pouvant conduire à des expérimentations sur des opérations de bâtiments de toute nature.

Il se propose d'évaluer la contribution du BIM dans la réduction des coûts des opérations

de construction, dans l'amélioration de leur qualité et dans sa capacité à favoriser le travail collaboratif. Il comprend une procédure de référencement des « bonnes pratiques » et un volet expérimental pour soutenir l'innovation. Depuis 2015, il a désigné :

- 20 lauréats « Bonnes pratiques » qui démontrent l'apport de la maquette numérique pour réduire les coûts, améliorer la qualité des constructions et favoriser les échanges entre les différents intervenants.
- 23 lauréats « Processus, Concepts, Idées, Services » (PCIS) qui proposent des outils numériques innovants dont les maîtres d'ouvrage peuvent se saisir pour mener leurs projets.

Contacts

► **Pascal Lemonnier**
 Responsable du programme BIM-Maquette numérique
 pascal.lemonnier@developpement-durable.gouv.fr

► **Marc Jaouen**
 Chargé de projets
 marc-j.jaouen@developpement-durable.gouv.fr