

Maquette numérique et compréhension réciproque dans le logement social

Cédric AZNAL et Hervé BARRY

Introduction

Dans cette communication nous évoquons deux possibilités offertes par la maquette numérique dans le bâtiment, en particulier en réhabilitation dans le logement social :

- La possibilité d'améliorer, voire de provoquer, le dialogue entre locataires et professionnels autour du programme de travaux dans leur logement, rendant potentiellement les occupants un peu plus acteurs de la « fabrique du logement social »¹ grâce au BIM² ;
- La possibilité de penser la productivité autrement, en plaçant au centre de celle-ci la qualité d'anticipation des travaux à effectuer, qualité qui se joue en partie dans la communication directe et indirecte entre toutes les parties prenantes de la réhabilitation autour de la maquette numérique.

L'une et l'autre de ces possibilités doivent beaucoup à la visualisation en trois dimensions. Précisons cependant que, dans cette communication, nous évoquerons des cas d'usage *possibles* de la maquette numérique en conjecturant à partir d'observations réalisées sur chantier. Compte tenu du faible développement des maquettes numériques, en particulier dans le logement social, il nous a semblé pertinent d'adopter une démarche abductive au sens de Peirce³.

Contrairement au discours ambiant sur le BIM en tant que nouvelle forme d'organisation et pas uniquement qu'outil, nos observations nous portent à rester prudents, pour le moment, sur l'impact organisationnel du BIM. Notre regard demeure sans doute en partie déformé par le type d'opération étudié : une opération de réhabilitation dans le logement social, certes lourde, mais relativement classique et séquentielle dans son déroulement. En revanche, l'introduction de la maquette numérique trace des *devenirs possibles*. C'est à l'identification de ces devenirs que nous nous sommes attelés. Cela explique notre parti pris méthodologique : être attentif aux micros mutations dans le cours de la réalité, en faisant le pari que certaines d'entre elles pourraient s'amplifier⁴.

Précisons enfin que notre proposition de communication s'appuie sur une recherche qui démarre sur l'impact de la maquette numérique dans le bâtiment⁵. Il s'agit d'une recherche soutenue par l'ADEME dans le cadre de la 3^{ème} édition de l'appel à projets « Vers des

¹ Selon l'expression du présent Appel à Communication de l'Union sociale pour l'habitat.

² Building Information Modeling : dans ce texte, nous utiliserons indifféremment les termes de maquette numérique et de BIM.

³ Charles Sanders Peirce, *Ecrits logiques*, Paris, Editions du Cerf, 2002.

⁴ Sur cette stratégie de connaissance, voir les travaux de François Jullien.

⁵ En pratique cette recherche a commencé en octobre 2016, pour une durée de 28 mois à compter du mois de décembre 2016.

bâtiments responsables à l’horizon 2020 », en partenariat avec une grande entreprise de construction et un bailleur social dans le Nord.

1. Description de l’opération

Les analyses qui suivent se basent sur des entretiens semi-directifs auprès des principaux protagonistes d’une opération de réhabilitation thermique dans le Nord de la France⁶. Il s’agit d’une réhabilitation thermique lourde de 600 logements sociaux, qui concerne tous les éléments de l’habitat à l’exception des façades et des toitures.

Ces logements sont des maisons individuelles au sein d’une cité pavillonnaire associée à une mine, dont l’exploitation a cessé au début des années 80. Ces habitations sont classées par l’UNESCO au patrimoine mondial de l’Humanité. De ce fait, les travaux d’isolation se font de l’intérieur des logements, pour ne pas dénaturer les façades. Avant travaux, la consommation énergétique des maisons se situe au niveau de l’étiquette « G », soit plus de 600 kwh/m²⁷. L’objectif est d’atteindre l’étiquette « C », soit une consommation comprise entre 91 et 150 kwh/m². Le maître d’ouvrage, bailleur social, possède presque la totalité des logements dans la cité minière.

Autre particularité de cette opération : il s’agit d’une opération « tiroir ». Pendant les travaux, les locataires sont logés dans des maisons réhabilitées au sein de la cité. Puis, ils réinvestissent leur logement. Les travaux s’étalent sur 8 à 10 semaines par logement selon leurs caractéristiques. Il existe en effet plus de cinquante typologies de maisons du fait de la variété des finitions extérieures.

Si l’on se penche sur les relations entre les différentes parties prenantes de l’opération, il faut tout d’abord préciser la nature du contrat qui les lie. Il s’agit d’un marché de maîtrise d’œuvre et d’entreprise générale. L’entreprise générale sous-traite approximativement 50 % des travaux. Est-ce dû à la forme du contrat qui les lie ? Bien que le maître d’ouvrage, le maître d’œuvre (un bureau d’études thermiques) et l’entreprise générale se réunissent chaque semaine en phase travaux, la conception de l’opération suit un cheminement très séquentiel où chaque acteur prend connaissance et se base sur un « dossier » conçu par d’autres.

Par principe, comme l’indique Eric Lebègue, « ces marchés sont séparés pour garantir à la maîtrise d’ouvrage l’indépendance des prestataires de conception au regard des prestataires de construction (...) en matière de BIM, cela veut dire qu’il y a une rupture contractuelle et donc informationnelle entre les prestataires de conception et les prestataires de construction »⁸.

⁶ La phase de recueil des données se poursuit actuellement (mars 2017). Pour le moment, nous avons rencontré le BIM manager de l’opération, le chargé de projet côté bailleur, l’ingénieur travaux, le chargé d’opération au sein du bureau d’étude et le pilote social. L’enquête doit se poursuivre par des entretiens avec les locataires, et les responsables de la gestion du patrimoine, des études thermiques et de la gestion locative chez le bailleur. Une visite du chantier a été effectuée ; nous avons également assisté à la visite des maisons témoins et préparé la phase de recueil des données avec un second BIM manager.

⁷ D’après les estimations du bureau d’étude mandaté par le maître d’ouvrage.

⁸ Eric Lebègue et José Antonio Cuba Segura, *Conduire un projet de construction à l’aide du BIM*, Eyrolles 2015, p. 46-47.

Processus, acteurs et chronologie de l'opération :

Étapes	Conception	Consultation	Information locataires	Déménagement	Travaux	Réception
Acteurs principaux	BE Bailleur	Entreprises générales	Bailleur, Entreprise et pilote social	Locataires Déménageur	Entreprise générale BE Bailleur	Bailleur Entreprise générale Locataires
Tâches	Etat des lieux dans tous les logements. Etudes thermiques Programme des travaux (CCTP)		Réunions publiques / Visites techniques / Visite logement témoin/ Levée des refus (pilote social)	Déménagement	Réhabilitation des logements	Etat des lieux

Précisons pour terminer que l'opération est découpée en quatre tranches. La première et la seconde tranche sont terminées. La phase de conception a été particulièrement longue, car elle est interrompue entre 2014 et 2016. Deux années pendant lesquelles le maître d'ouvrage et le bureau d'étude ne parviennent pas à s'entendre sur la nature des travaux.

2. Le BIM pour les locataires ?

Notre analyse de l'opération démarre sur une difficulté : d'un côté, l'intuition que le BIM peut servir aux occupants, alors qu'il est très peu question d'usagers finaux dans les débats en cours sur le BIM – ces derniers portant le plus souvent soit sur l'interopérabilité entre logiciels métiers, soit sur le BIM en exploitation ; d'un autre côté, une difficulté à préciser en quoi consiste précisément cet usage « occupant » du BIM.

Après tout, les occupants sont-ils concernés par cette révolution du numérique ? Ou bien celle-ci ne concerne-t-elle que les professionnels du bâtiment, voire exclusivement l'entreprise de construction ? Cette impression est renforcée, au début de notre recherche, par nos échanges avec nos partenaires, pour qui le BIM présente avant tout un intérêt en construction.

Pour le bailleur par exemple, le BIM serait essentiellement un gage de qualité architecturale et constructive. Nous faisons référence à des échanges qui ont eu lieu fin 2016. Il n'est pas impossible que les points de vue aient évolué sur le sujet depuis.

2.1. Le problème de la réhabilitation du point de vue des locataires

Puis vient la découverte du sens pour les occupants d'une réhabilitation de l'envergure de celle analysée : une opération lourde, la transformation de leur habitat, des habitudes et des repères perturbés, deux déménagements, l'angoisse que tous leurs meubles ne rentrent plus dans leur logement et des tas de souvenirs qui s'effaceront à coup de décolleuse à papier peint...A n'en pas douter, cette opération de réhabilitation n'est pas anodine pour eux. Dans leur mémoire, elle fera date.

Ces préoccupations sont accentuées par le fait que beaucoup de ménages vivent dans le même logement depuis des décennies. Certains n'ont même jamais connu d'autre réalité que les « passoires énergétiques » de la cité minière. L'opération de réhabilitation va profondément transformer leur « chez eux ».

Il sera certes plus petit, du fait de l'isolation par l'intérieur, mais surtout, tous les « embellissements » vont disparaître : papiers peints, peintures, certains carrelages, moquettes et revêtements de sol... A leur retour, les locataires emménageront dans des pièces aux murs blancs et dépersonnalisés.

« On vient chambouler leur vie. On chamboule quand même des gens qui sont là depuis 40 ans, leurs embellissements. Pour peu que le mari avait peint dernièrement et on vient défaire des choses que le mari avait fait lui-même. Les gens sont déstabilisés, c'est évident ». Maître d'ouvrage.

Dans ces conditions, on comprend aisément que la préoccupation première des occupants, loin de concerner la facture énergétique, va dans *l'aménagement intérieur de leur logement*. Certains locataires, parmi les plus âgés notamment, attacheront une importance particulière à ce que la réhabilitation ne perturbe pas leurs habitudes : le canapé, le buffet, la télévision etc., devront retrouver impérativement leur place initiale après travaux. D'autres, au contraire, profiteront de la réhabilitation pour repenser leur intérieur, pour changer de mobilier par exemple. Dans les deux cas, les préoccupations tournent autour des questions d'aménagement intérieur.

Les deux refus de réhabilitation auxquels a dû faire face l'entreprise de construction illustrent à leur manière l'importance de cette question : deux occupants se sont en effet opposés à la réhabilitation de leur logement pour ne pas risquer d'endommager leur cuisine équipée, neuve et faite sur-mesure. L'intervention d'un menuisier, à la charge du bailleur, pour démonter et adapter la cuisine a permis de lever les refus.

Enfin, la presse locale s'est faite l'écho du mécontentement de certains locataires après réhabilitation de la première tranche de logements :

« Au préalable, pendant la réunion, le bailleur avait été surpris des remontées mi-figue mi-raisin orchestrées précisément par un locataire, reconverti en porte-parole improvisé des familles concernées par cette première phase. Difficile de faire la part des choses, autant aller voir sur place ! Une initiative venant du bailleur appréciée, qui a permis d'enlever les doutes et les ambiguïtés. Ce qui a été constaté, c'est un vrai décalage entre les remontées des opérateurs présents sur le chantier et la situation vécue par les particuliers concernés.⁹ » (Extrait d'un article de presse).

A l'origine de ces remontées « mi-figue, mi-raisin », on retrouve précisément des préoccupations d'aménagement intérieur mal anticipés selon les locataires. Or, lorsqu'on analyse les reproches des locataires, on découvre des « non-dits » entre les parties prenantes, qui reposent parfois sur des « non-vus ».

2.2. Le BIM pour les locataires en réhabilitation

Lors de l'état des lieux avant travaux, le trio bureau d'étude-bailleur-entreprise, en présence du locataire, adapte le programme des travaux aux spécificités de ce dernier et / ou de son logement. S'il s'agit d'une personne en chaise roulante, il faudra prévoir la bonne

⁹ Article publié par La Voix du Nord.

ouverture de porte ; s'il s'agit d'une personne âgée, il faudra installer une douche plutôt qu'une baignoire ; si le revêtement de sol est trop abîmé, il faudra le remplacer, etc.

Présent pendant l'état des lieux, le locataire a la possibilité d'exprimer ses attentes, à condition néanmoins de se faire une idée claire des transformations que va subir son logement. Or c'est loin d'être toujours le cas, pour plusieurs raisons.

2.2.1. Une difficulté à visualiser les travaux

Tout d'abord, outre le fait que certains locataires peuvent éprouver des difficultés à lire un plan, le maître d'ouvrage ne dispose pas, chez le locataire, de tous les plans, dans la bonne version, de toutes les typologies de logement. Précisons qu'il existe sur cette opération, une cinquantaine de typologies différentes de maisons :

« En phase de réalisation, on peut optimiser le travail. Moi, ce que j'aimerais c'est d'avoir un outil mobile numérique connecté qui me permet d'avoir des plans sur moi lorsque je suis à l'extérieur. Ça serait formidable. Je suis dans le logement en entretien avec un locataire. Il me pose une question sur l'aménagement futur de son logement. Je ne me balade pas avec une valise de 25 ou 30 plans. Si j'ai cet outil, je sais dans quel logement il habite, le type du logement et je peux montrer le plan après travaux. S'il y a des particularités apportées au plan, pouvoir le faire. Imaginons qu'on a un plan générique, un plan pour tous les logements. Ce sont des logements qui ne sont pas utilisés par les mêmes personnes. Il y a des personnes âgées qui ont besoin d'un aménagement particulier. Il faut pouvoir dupliquer assez rapidement ce plan et faire un plan propre au logement. Ce plan peut être aussi communiqué au locataire pour expliquer. Ils ne savent pas tous lire un plan. On peut leur dire votre cuisine, votre salon va ressembler à ça. Les meubles, vous pouvez les mettre ici. C'est pouvoir utiliser l'outil pour la communication avec les locataires ». Maître d'ouvrage.

Même lorsque le maître d'ouvrage ou les autres professionnels sont munis d'un jeu de plans, il faut souvent s'armer de patience et faire preuve de pédagogie pour amener les locataires à se faire une idée précise des travaux. Bien entendu, il faut se méfier des généralisations hâtives. Cependant, on comprend aisément que certains occupants, en fonction de leur âge ou de leur niveau d'éducation éprouvent des difficultés à comprendre des plans. Si bien que l'entreprise de construction impliquée dans notre opération mise de plus en plus sur la maquette numérique pour faciliter la compréhension :

« On va donc utiliser la maquette numérique pour ce genre de cas, pour des sites occupés surtout. Pour aussi expliquer aux locataires les interventions qu'on va faire. Même s'il s'agit d'un plan simple 2D, on perd du temps à expliquer le plan. Avec la maquette numérique, on gagne 10 minutes à chaque intervenant. 10 minutes fois 600, on a un gain phénoménal. D'autant plus qu'en plan 3D, on met le même temps que pour faire le plan en 2D ». BIM Manager

Précisons néanmoins que dans l'opération étudiée, les locataires n'ont pas consulté la maquette développée pour les besoins internes de l'entreprise de construction. Nous y reviendrons.

Enfin, même si les occupants ont la possibilité de visiter une maison témoin, cette visite à elle seule ne permet pas de s'imaginer dans son futur logement. Tout d'abord parce que, comme il a été dit précédemment, il existe cinquante typologies de maisons différentes. Ainsi un locataire peut visiter un logement ayant peu en commun avec le sien propre. Mais surtout parce qu'aux yeux des occupants, il importe autant, voire plus, de visiter un logement nu, que d'être rassuré sur le fait que leur canapé rentrera toujours dans leur salon, qu'ils pourront poser leur buffet à l'endroit où il était initialement, que leur cuisine équipée survivra à la réhabilitation... Ces préoccupations s'expliquent, notamment, par l'isolation de l'intérieur qui réduit la surface des pièces et par la transformation de certains logements à la faveur de ce chantier¹⁰.

Le pilote social de l'opération évoque ainsi une requête fréquente des locataires :

«Vous n'auriez pas un plan pour me montrer comment ça va être chez moi avec mon fauteuil, qui est là ? » Pilote social

Précisions que le pilote social a pour rôle, notamment, d'informer les occupants sur la nature et le déroulement de travaux pendant toute la durée du chantier. Il compte dans le personnel de l'entreprise générale.

2.2.2. BIM et prise de parole

Si les locataires n'ont pas eu accès à la maquette numérique, le bailleur, lui, a pu la voir. Le visionnage de la maquette a permis de se rendre compte que les chaudières dans les logements étaient positionnées au mauvais endroit, d'où des demandes de modification, avant même d'avoir commencé les travaux :

«Pour 600 maisons, on fait des témoins numériques. Parce que quand on fait la première maison, pour faire valider son témoin, on a mis la chaudière à gauche mais le client la voulait à droite de la porte. Donc, tous les tuyaux tirés, il faut les retirer et les refaire. Même si c'est la première maison, tu dois refaire. Refaire la plomberie, ce n'est pas comme en informatique où en 20 minutes tu as fini. S'il la voulait à droite, en informatique, en 30 secondes, on sait faire ». BIM Manager

Si les locataires avaient mieux visualisé les travaux dans leur logement grâce à la maquette numérique, auraient-ils insisté auprès du bailleur et de l'entreprise de construction pour que les radiateurs dans les logements soient installés sous les fenêtres et pas sûr les murs comme tel fut le cas ?

Nous évoquions plus haut des « non-dits » entre locataires et professionnels qui reposent sur des dimensions « non-vues » de la réhabilitation. L'exemple des radiateurs fait partie de ces « ratés communicationnels » liées à une mauvaise visualisation du programme des travaux. Dans cette opération en effet, il ne faisait pas l'ombre d'un doute pour les locataires que les fenêtres, comme dans leur logement avant travaux, surplomberaient les radiateurs. Ici une précision technique s'impose. Le programme des travaux prévoit l'installation de fenêtres hygroréglables pour réguler automatiquement l'entrée de l'air

¹⁰ Par exemple, des petits T4 sont transformés en T3 pour s'adapter à la demande des locataires ou pour adapter les logements au besoin du marché.

dans les pièces de vie en fonction de l'humidité. Or l'installation de radiateurs sous les fenêtres perturbe ce mécanisme d'auto-régulation¹¹. Elle permet pourtant de libérer de l'espace pour installer des meubles contre les murs.

Les occupants n'ont pas songé à aborder la question de l'emplacement des radiateurs lors de la visite technique et les plans, à notre connaissance, n'étaient pas suffisamment précis pour les faire apparaître. Compte tenu de ce que l'on sait de l'importance pour eux de l'aménagement intérieur, on imagine aisément leur surprise lorsqu'ils découvrent qu'ils ne peuvent pas installer leur buffet, ou un meuble fraîchement commandé, au bon endroit à cause de radiateurs sur les murs... On imagine aussi aisément les pertes de temps, occasionnées côté entreprise, pour permuter les radiateurs ou les prises afin de satisfaire au mieux les locataires (dans le respect des normes actuelles de construction). Les articles de presse évoqués plus haut ne sont pas étrangers à ce « malentendu » entre occupants et professionnels, ils en découlent directement :

« Sur la première tranche, ça s'est bien passé, mais on a eu quelques mécontents sur des sujets : ex le radiateur qui était sous la fenêtre là (et qui n'y est plus), mais moi j'avais mon buffet ici et on n'a pas... c'est le petit point d'amélioration pour la suite, on n'a pas assez communiqué sur : « c'est pas sûr qu'on arrivera à vous mettre les radiateurs au même endroit, alors que pour eux, c'était sûr qu'ils seront au même endroit » Ingénieur travaux.

A cet égard, une remarque d'un des BIM manager interviewé a longuement retenu notre attention : *« Je ne dirai pas que la maquette numérique facilite le dialogue. C'est juste que ça l'oblige »*. Comme le porte à croire, en quelque sorte par la négative, l'exemple des « radiateurs sous les fenêtres », la communication entre occupants et professionnels se développe lorsqu'elle peut se fixer sur un objet bien identifié qui fait converger toutes les attentions¹². En donnant mieux à voir la nature des travaux, une maquette numérique avec le bon niveau de détail peut sans doute provoquer des échanges qui, sans elle, n'auraient pas eu lieu. Telle est notre hypothèse. Et à ce stade de notre recherche, nous sommes d'ailleurs enclins à penser que la vertu principale des maquettes numériques réside justement dans ces effets de compréhension, susceptibles de favoriser, dans le logement social, la prise de parole des locataires.

C'est le cas dans l'exemple précédent des chaudières : la modélisation de la chaudière dans la maquette a permis au bailleur de demander une modification (sur la base de retours d'expérience quant à l'emplacement judicieux des chaudières dans ce type d'habitat). Pour reprendre les termes d'un des BIM manager interviewé : la maquette numérique permet de mieux comprendre les « intentions » du maître d'ouvrage. Car en modélisant les siennes propres, le BIM manager donne la possibilité aux autres parties prenantes d'exprimer leur approbation ou leur désapprobation.

Bien entendu, les plans en deux dimensions présentent les mêmes vertus. Cela dit, l'altimétrie et la représentation en trois dimensions rendent la compréhension beaucoup

¹¹ Il semble qu'il existe une norme fixant la distance entre radiateurs et fenêtres pour permettre justement à ce type de fenêtre de jouer pleinement leur rôle.

¹² Voir Philippe Zarifian, *Travail et communication, Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle*, PUF, Paris, 1998.

plus spontanée, voire tout simplement possible¹³. Car au fond, ce que nous essayons de montrer depuis le début de cet article pourrait se résumer simplement : en améliorant la compréhension individuelle, la maquette numérique réunie les conditions de la compréhension mutuelle entre acteurs. Si se comprendre ne signifie pas automatiquement tomber d'accord, la compréhension réciproque peut figurer à bon droit comme une condition de base pour rechercher un terrain d'entente, un compromis valable pour les différentes parties prenantes du projet.

La maquette peut alors se trouver au centre de ce qu'Yves Clot nomme une « coopération conflictuelle »¹⁴. Non pas autour des critères de qualité du travail comme ce serait le cas dans une controverse entre pairs, mais autour des effets utiles à produire pour le locataire. Autrement dit, autour du service. Lorsque les compagnons installent les radiateurs sur les murs plutôt que sous les fenêtres, ils obéissent à des consignes qui permettent à ces derniers de jouer pleinement leur rôle. Lorsque les locataires souhaitent que les radiateurs restent sous les fenêtres, ils songent principalement à l'aménagement de leur habitat. Les performances thermiques, les cadres réglementaires et les attentes des locataires ne convergent pas automatiquement. L'objet de cette « coopération conflictuelle », dont la communication est le vecteur principal, consiste précisément à trouver un compromis acceptable par les deux parties. En l'occurrence : une distance entre les fenêtres et les radiateurs permettant à la fois de satisfaire les exigences réglementaires et les besoins d'aménagement des occupants. D'une certaine manière, on peut dire que le BIM, par ses effets de compréhension, fait remonter ou pourrait mieux faire remonter les problèmes au lieu de les constater a posteriori. Ce qui s'expérimente, ou pourrait s'expérimenter dans le logement social, c'est une forme d'« ingénierie simultanée », dans laquelle l'utilisateur final a son mot à dire.

Comme le souligne C. Midler, c'est le propre de l'ingénierie simultanée de traiter les problèmes avant qu'il ne soit trop tard : « *Les équipes projets sont alors des machines à faire émerger des conflits qui, sans elles, auraient toute chance d'être enterrées : je suis là pour faire remonter la crise en amont nous disait un autre directeur de projet automobile* »¹⁵. En réalité, ces problèmes ne se sont jamais réellement enterrés. Lorsqu'ils ne sont pas abordés de front, ils refont surface de la plus mauvaise des façons, comme on le voit dans cette opération de réhabilitation.

¹³ Les BIM manager rencontré ont évoqué des cas où sans la représentation 3D, il serait tout simplement impossible de comprendre l'ouvrage à réaliser.

¹⁴ Yves Clot, *Le travail à cœur. Pour en finir avec les risques psychosociaux*, Editions la Découverte, Paris, 2010.

¹⁵ Christophe Midler, *L'Auto qui n'existait pas, Management des projets et transformation de l'entreprise*, DUNOD, 2004, p. 72

3. Le BIM pour les acteurs professionnels

L'insertion de l'outil BIM dans cette opération ne répond pas à une nécessité venant de la réglementation, formulée par le maître d'ouvrage via son cahier des charges, ou incontournable pour les financeurs. Son usage a été décidé unilatéralement par l'entreprise générale lauréate. A l'heure de ces lignes, celle-ci a dépassé le stade d'approche du BIM (principes, champs d'application, avantages, limites, conditions, potentiels) pour entrer dans ceux de l'application systématique en interne et de la promotion auprès de ces partenaires d'affaires. Il était donc logique que cette opération de réhabilitation intègre l'outil BIM, au niveau 1, puisque tous les professionnels impliqués ne sont pas au même degré de connaissance, d'outillage et d'apprentissage, et que le chantier de réhabilitation ne présente pas une complexité de nature à justifier l'adoption d'un niveau supérieur.

L'usage de l'outil BIM par l'entreprise générale relève avant tout et sans surprise d'une logique technique. Les paragraphes suivants éclaireront sur les intérêts et les points de vue des différents acteurs professionnels à cet égard. Cependant, il est important de préciser que l'enjeu du BIM est autant technique que social. En effet, les précédentes remarques analytiques l'ont montré, la réhabilitation est un vrai chambardement à l'échelle de chaque ménage qu'il convient de maîtriser au mieux, pour le bailleur à la manœuvre comme pour les acteurs politiques locaux. Les insatisfactions relayées par la presse dès la première tranche de 29 logements (sur plus de 600 logements à réhabiliter au final) ont démontré la sensibilité du tissu social local vis-à-vis des conditions de traitement de populations fragiles sur le plan socio-économique et vulnérables sur le plan culturel. Pour les acteurs professionnels impliqués dans l'organisation et le fonctionnement du chantier, il s'agit par conséquent de satisfaire aux critères habituels du métier (respect du budget, maîtrise du calendrier, qualité finale) sans malmener la dimension sociale. Les conditions générales d'intégration de l'outil BIM dans l'opération de réhabilitation sont à étudier à l'aune de ces enjeux.

3.1. Le processus d'ajustement des interventions techniques

Les trois acteurs majeurs de l'opération ont une préoccupation commune de maîtrise des budgets, même si chacun reste dans son rôle : le maître d'ouvrage tient à respecter son enveloppe ; l'entreprise générale recherche de la rentabilité ; le bureau d'études doit veiller à ce que la gestion des inévitables aléas techniques et l'objectif de rentabilité de l'entreprise générale soient compatibles avec les limites budgétaires fixées par le maître d'ouvrage et les performances thermiques théoriques exigées par des financeurs (Cf. FEDER, Conseil Régional).

3.1.1. Des modes de régulation au croisement d'incertitudes techniques et financières

Dans ce cadre général, la principale difficulté émane de l'état réel des logements, seulement découvert une fois sa mise à nu terminée. Face à un problème, il faut trouver une solution technique, la chiffrer, puis la valider en fonction du risque de son renouvellement lors d'un curage suivant (des provisions sont prévues pour ces aléas) :

« On n'a pas accès aux combles, donc on démonte tous les plafonds et on découvre un peu l'état de la couverture en dessous, l'état de la charpente, l'état des murs qui sont dans les combles. C'est des vieilles maisons. Ça nous est arrivé de découvrir dans le mur des

combles, une fissure assez importante. (...). C'est des choses qu'on traite quand même car on ne peut laisser ça comme ça. » Bureau d'études

Cette recherche commune de maîtrise financière passe par des mécanismes d'ajustement, ou de régulation prévus au départ et officiels. En particulier :

- La visite systématique des logements : toutes les parties s'y retrouvent, y compris du ménage locataire épaulé de la pilote sociale. L'état des lieux est fait, les particularités sont listées, les demandes spécifiques sont traitées (« *Ce jour-là une fiche travaux est réalisée* » Pilote social). On a pu voir précédemment que le BIM n'est pas présent à cette étape, mais que ceci pourrait faciliter les échanges avec le locataire.
- La réunion de chantier hebdomadaire : elle est la régulation majeure où sont abordés tous les aspects du chantier : état d'avancement, problèmes techniques, facturation, planning, mais aussi étude des propositions de modification des principes techniques d'intervention formulées par l'entreprise générale. Il s'y dit des choses si importantes pour le déroulement du chantier qu'elle est réservée aux professionnels (nous n'avons pas obtenu le droit d'y assister). On est à la fois dans le contrôle, le rapport de force et la confiance mesurée :

« Théoriquement, le bureau d'études est notre seul interlocuteur. On leur envoie tous les mois ce qu'on a fait pour être payés d'autant. Il vérifie si ça correspond bien à l'avancement réel du chantier. Mais en réalité, le client est présent à chaque réunion de chantier. Il a son mot à dire. Donc, à chaque réunion sont là le maître d'ouvrage et le bureau d'études ». Entreprise générale
- La production d'un logement témoin : ce logement est le premier réhabilité et reste ouvert aux ménages tout au long de l'opération. Il aide à la visualisation du rendu des travaux, avant la visite du logement débouchant sur la fiche de travaux nominative. Mais ce logement qui fait donc office de prototype de référence, est aussi une sorte de logement « martyr » dans le sens où il sert à tester les solutions techniques :

« Le logement témoin ne sert pas qu'aux locataires pour valider si il y a des problèmes techniques, s'il y a des choses qui ne vont pas, ça arrive. S'il y a une prestation qui coince, c'est là qu'on essaie de résoudre les choses. Mais aussi c'est là qu'on se dit, tiens on a oublié ça, ça serait bien qu'on le fasse. (...) Le logement témoin nous sert en cas de doute. Même si le dossier est bien ficelé, qu'on sait comment ça va aller, il y a toujours des choses qui changent ». Bureau d'études

L'étalement de la réhabilitation des quelques 600 logements sur plusieurs années contribue au renouvellement des solutions techniques retenues. Le bâtiment est un secteur où changent en permanence techniques, produits et procédés de montage, et il est normal que ceci se retrouve dans l'opération étudiée. La combinaison des principes d'ajustement des options techniques et de leurs effets financiers est pensée pour accompagner ces changements.

3.1.2. La place et l'impact du BIM dans ce processus d'ajustement

L'ajustement des prestations techniques est le lieu où s'articulent le mieux les préoccupations communes et respectives des différents acteurs. Quelle que soit sa génération, le BIM a toute sa place dans ce processus puisque sa vocation est précisément de visualiser, calculer, simuler, dépister, quantifier, chiffrer, programmer et prescrire la nature du travail à faire sur les logements. Il couvre en totalité, ou au minimum très correctement, le spectre des préoccupations.

Dans le cas de l'opération étudiée, on a pu voir que le BIM n'est pas une ressource commune et partagée avec l'ensemble des parties prenantes, et seulement détenue par l'entreprise générale. La raison tient à ce que le BIM, tel qu'il est perçu et diffusé aujourd'hui, répond en priorité à des attentes spécifiques en conception et surtout en exécution, ce que l'entreprise nomme des « cas d'usage ». Il s'agit par exemple d'extraire rapidement des « métrés » (besoin en peinture, portes, cloisons...), modéliser les cheminelements des réseaux de plomberie, ou s'assurer que la hauteur de plafond des maisons est suffisante pour accueillir la nouvelle Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC). A partir de ces modélisations, des plans papier en 2D sont extraits pour l'ingénieur travaux (véritable responsable de l'exécution opérationnelle) jusqu'aux personnels de chantier. Plusieurs questions se posent alors : quels sont les effets induits de l'adoption du BIM par l'entreprise générale, placée en première ligne ? Quel jeu joue précisément l'entreprise générale en utilisant le BIM, et surtout quel degré de transparence entretient-elle vis-à-vis du maître d'ouvrage et du bureau d'études.

3.2. L'impact positif du BIM pour l'entreprise générale

Notre intuition est que l'accumulation des contraintes (financières, thermiques, techniques, productives, concurrentielles, sociales, esthétiques, etc.) que doit en partie contribuer à surmonter le BIM, pousse l'entreprise générale vers une transformation profonde de son approche métier que nous considérons comme plutôt bénéfique, voire vertueuse.

3.2.1. Une conversion vers plus de transparence

L'exigence réglementaire (notamment en matière thermique) combinée à la contrainte financière, accentue l'intensité de la vigilance des autres acteurs et les contrôles. Au lieu de jouer le flou autour des options, des montages et des temps passés, l'entreprise générale semble plutôt rechercher une forme d'alliance objective, en direction de la maîtrise d'ouvrage et de son assistance. Plusieurs indices favorisent cette hypothèse :

- l'entreprise communique sans souci les productions venant du BIM (maquette, plans, métrés, etc.) ;
- l'entreprise peut mener des actions de promotion du BIM auprès du maître d'ouvrage est pour un indice de ce changement d'attitude.

3.2.2. Une conversion à plus d'anticipation du travail

Elle se concrétise par des efforts en termes de préparation des conditions matérielles d'intervention, dans le double but explicite de réduire les temps de non-valeur ajoutée (déplacement, réflexion, préparation, nettoyage) et d'élever la qualité des interventions, d'où des gains de productivité et de rentabilité. Cette conversion qui repose d'abord sur le

duo BIM manager-ingénieur de travaux, illustre le changement en cours du paradigme de la performance sur les chantiers. L'intention nouvelle donne la priorité à l'anticipation (visualisation du produit final, briefing des équipes, préparations des matériaux et outils au plus tôt, etc.) contre une valorisation des capacités d'improvisation sur site.

3.2.3. Une élévation de la qualité des interventions techniques

Le repli du marché de la construction a poussé l'entreprise originellement de gros œuvre, à se positionner sur celui de la réhabilitation en tant qu'entreprise générale. Ceci a eu des effets d'adaptation en cascade, en particulier un élargissement de la gamme des prestations (par exemple la plomberie et l'électricité), la polyvalence des personnels de chantier et le recours à des sous-traitants pour couvrir les prestations non maîtrisées.

L'évolution décrite s'est faite sans lien avec le BIM. Cependant, l'outil numérique procure un levier de prescription du travail d'une grande utilité dans le contexte actuel de fortes contraintes (Cf. paragraphes précédents), notamment qualitative. S'impose aujourd'hui l'exigence de produire mieux et plus vite, ce qu'est en mesure de favoriser le BIM par le biais de la visualisation 3D, de l'anticipation des clashes, de la décomposition des phases de travail et des tâches à entreprendre allant dans le respect des bonnes pratiques de montage. La citation ci-dessous décrit bien la nature et l'ampleur de l'enjeu. Il est double : il s'agit non seulement de convertir les personnels internes de chantier à une organisation du travail la plus en amont possible, mais également d'embarquer dans le même mouvement l'ensemble des sous-traitants :

« Les gros problèmes de qualité qu'on rencontre en entreprise, c'est souvent des initiatives qui sont mal maîtrisées et qui sont prises par nos partenaires sous-traitants. Il y a quelque chose qui les embêtent sur le chantier. Donc, ils font autrement. Ils ne suivent pas leurs plans. Donc, voilà. Il y a peut-être une partie qui est de notre faute car on ne l'avait pas anticipé le problème. Mais dans la lancée, ils ont une cadence à tenir et ils ne viennent pas forcément nous voir pour nous poser la question et pour nous demander la meilleure solution. Ils font leur travail et puis c'est parfois sur ces ajustements là qu'on a des sinistres. » BIM Manager

3.2.4. Un gain de temps et d'efficacité qui finalement profite à tous

La visualisation actuelle et possible de chaque paramètre du chantier (localisation des éléments, dépistage des clashes, etc.) est une ressource précieuse pour l'organisation du travail, comme on l'a vu. Au-delà, dans le contexte de l'opération étudiée marquée par une interface délicat avec des ménages locataires, le BIM procure également les conditions d'un processus d'ajustement sans délai entre les parties sur la réhabilitation à entreprendre, logement par logement. La citation suivante émane du maître d'ouvrage. Elle illustre le confort et le gain de temps permis par l'introduction du BIM par l'entreprise générale, et qui se diffuse à l'ensemble des acteurs concernés :

« On a le programme travaux de base et on a un programme travaux qui peut être particulier au logement en termes de sol souple, d'escalier, etc. On va confirmer tous les points particuliers à réaliser dans le logement. (...) Bien souvent, le point bloquant, c'est la position des radiateurs parce qu'il a un buffet au milieu du salon et si on met le radiateur à tel

endroit, il ne peut pas remettre son buffet. (...) Avec l'entreprise générale, ça va, ils ont des tablettes numériques et les plans. Quand on est sur place, il regarde le plan et effectivement, le radiateur après les travaux sera là. On ne va essayer de pas le mettre ailleurs mais on ne garantit rien. La tablette, ça je ne l'ai pas avec l'entreprise Y. On fait la visite, il n'y a pas la tablette numérique, il n'y a pas le plan. Tout de suite, on est moins efficace dans la réponse qu'on apporte aux locataires. » Maître d'ouvrage

Conclusion

En réhabilitation de logements sociaux sur site occupé, la nécessité de se mettre à la portée des locataires pour leur expliquer la nature des travaux est particulièrement prégnante. De la qualité de l'information et des communications vivantes qui peuvent se nouer entre occupants et professionnels dépendent non seulement l'acceptation de la réhabilitation, mais aussi une personnalisation du programme des travaux qui semble difficilement contournable. On a vu quel rôle la maquette numérique pourrait jouer sous ce rapport, par ses effets de compréhension, comme outil au service du bailleur ou du pilote social de l'opération, lorsqu'il y en a un.

Deuxièmement, nous avons souligné certains apports de la maquette sur chantier qui reposent in fine sur les mêmes ressorts : en permettant de mieux anticiper la nature des travaux en phase de conception et de réalisation, la maquette permet, ou pourrait permettre, des gains de temps précieux, aux moments forts de la régulation sociale entre différentes logiques : les revues de projet et les réunions de chantier.

Vecteur de transparence, la maquette numérique peut provoquer des échanges entre les parties prenantes, qui n'auraient sans doute pas eu lieu sans la visualisation en trois dimensions, pour concilier dans la mesure du possible des points de vue nécessairement différents.

Bibliographie

Charles Sanders Peirce, *Ecrits logiques*, Paris, Editions du Cerf, 2002.

Éric Lebègue et José Antonio Cuba Segura, *Conduire un projet de construction à l'aide du BIM*, Eyrolles 2015.

Philippe Zarifian, *Travail et communication, Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle*, PUF, Paris, 1998.

Yves Clot, *Le travail à cœur. Pour en finir avec les risques psychosociaux*, Editions la Découverte, Paris, 2010.

Christophe Midler, *L'Auto qui n'existait pas, Management des projets et transformation de l'entreprise*, DUNOD, 2004.

Erhard Friedberg, *Le pouvoir et la règle*, Seuil, 1997