

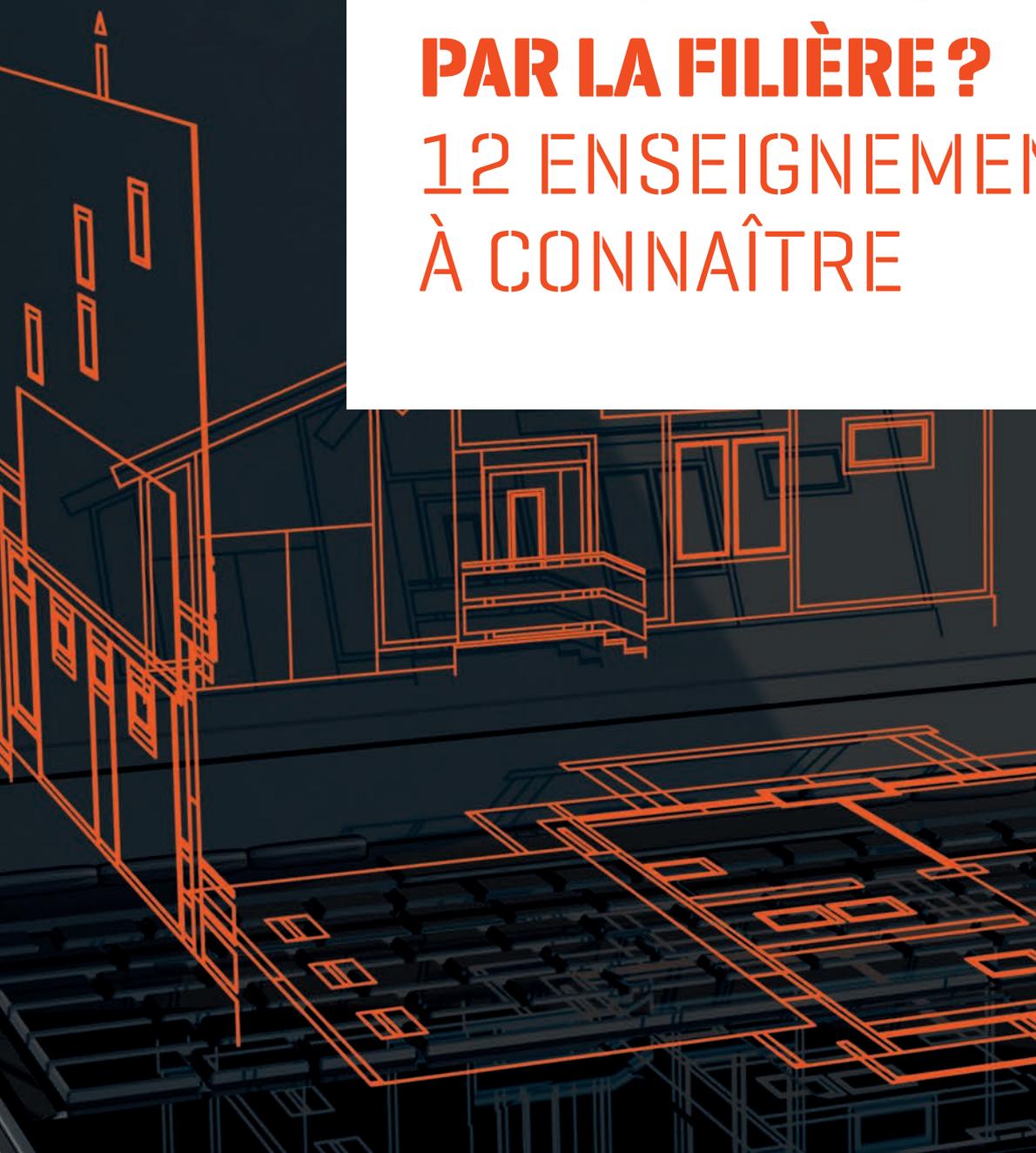


Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction

PÔLE
OBSERVATION

Dispositif REX
Bâtiments
performants

LE BIM : QUELLE APPROPRIATION PAR LA FILIÈRE ? 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



SOMMAIRE

Avertissement	2
PARTENARIAT AQC / ENVIROBAT CENTRE	2
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
Présentation générale.....	3
Fonctionnement du dispositif	3
Quelques chiffres	4
Focus sur l'enquête menée dans les bâtiments réalisés à l'aide d'outils BIM	6
LE CENTRE DE RESSOURCES ENVIROBAT CENTRE	8
LE BIM : QUELLE APPROPRIATION PAR LA FILIÈRE ?	10
12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....	11
1 S'informer, se former et disposer des outils nécessaires pour travailler en BIM	12
2 Définir les objectifs BIM de la maîtrise d'ouvrage pour les traduire en « cas d'usage »	13
3 Formaliser l'organisation du processus en conception par la rédaction d'une convention BIM.....	14
4 Respecter les règles de modélisation prévues dans la convention BIM	15
5 Gérer l'interopérabilité des formats IFC.....	16
6 Vérifier l'orientation de la maquette par rapport à l'orientation réelle.....	17
7 Assurer la mise à jour de la maquette en phase chantier	18
8 En rénovation, modéliser une maquette de l'existant fidèle à ce qui a été relevé	19
9 En rénovation, modifier la maquette en fonction des découvertes après curage	20
10 Définir les éléments qui doivent figurer <i>a minima</i> dans la maquette pour identifier des collisions pertinentes.....	21
11 Comprendre les différents types de conflits pour les résoudre.....	22
12 Utiliser un logiciel permettant de travailler avec des normes de calcul valables en France	23
CONCLUSION	24
DÉFINITIONS ET GLOSSAIRE.....	25

AVERTISSEMENT

Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.

Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail.

En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.

PARTENARIAT AQC / ENVIROBAT CENTRE

Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et Envirobat Centre. Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme PACTE et de l'ADEME. Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'Agence Qualité Construction.

Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs concernant le BIM et son appropriation par les acteurs de la filière. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se devait donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant sur les risques émergents induits par cette mutation de la filière Bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales et sur l'interview des acteurs qui ont participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à mettre en valeur les bonnes pratiques.

FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

COLLECTE SUR LE TERRAIN

ÉTAPE A

- Interview *de visu* et *in situ* d'acteurs précurseurs de constructions performantes.
- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.

CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES

ÉTAPE B

- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.
- Relecture des données capitalisées par des experts construction.

ANALYSE DES DONNÉES

ÉTAPE C

- Extractions de données en fonction de requêtes particulières.
- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.

VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS

ÉTAPE D

- Production de rapports.
- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du Réseau Bâtiment Durable. Les enquêteurs qui collectent les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux, qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN QUELQUES CHIFFRES

9 ANS

d'ancienneté

74 ENQUÊTEURS

depuis 2010

13 EN 2018

3 500 ACTEURS RENCONTRÉS

depuis 2010

500 EN 2018

610 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC OU RT 2012

labellisés ou non

190 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU PASSIF

labellisés ou non

520 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC RÉNOVATION

labellisés ou non

65 BÂTIMENTS RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM

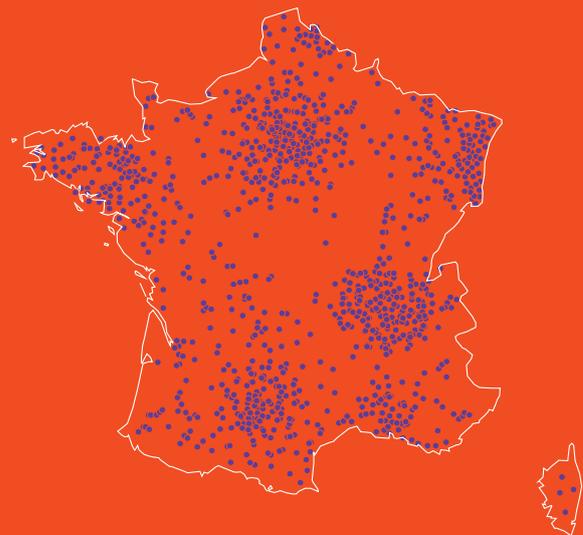
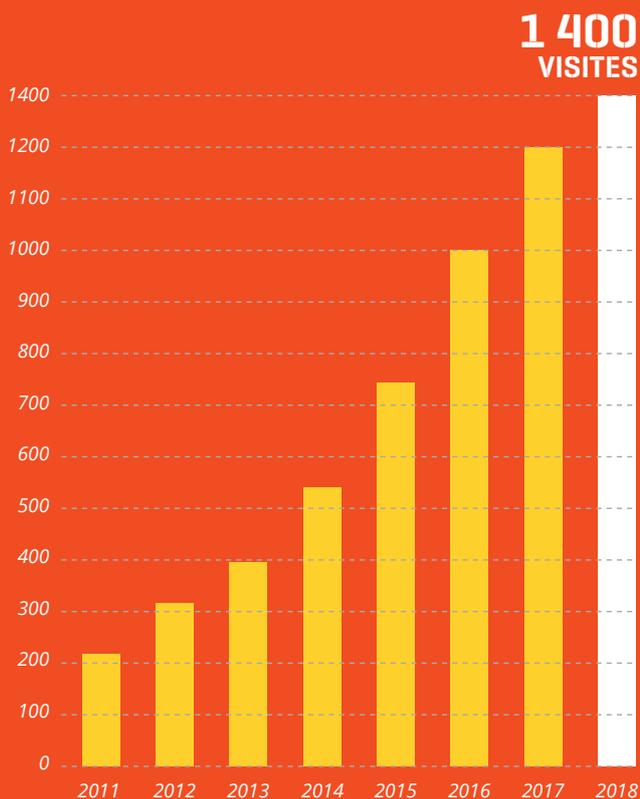
15 BÂTIMENTS INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/C-

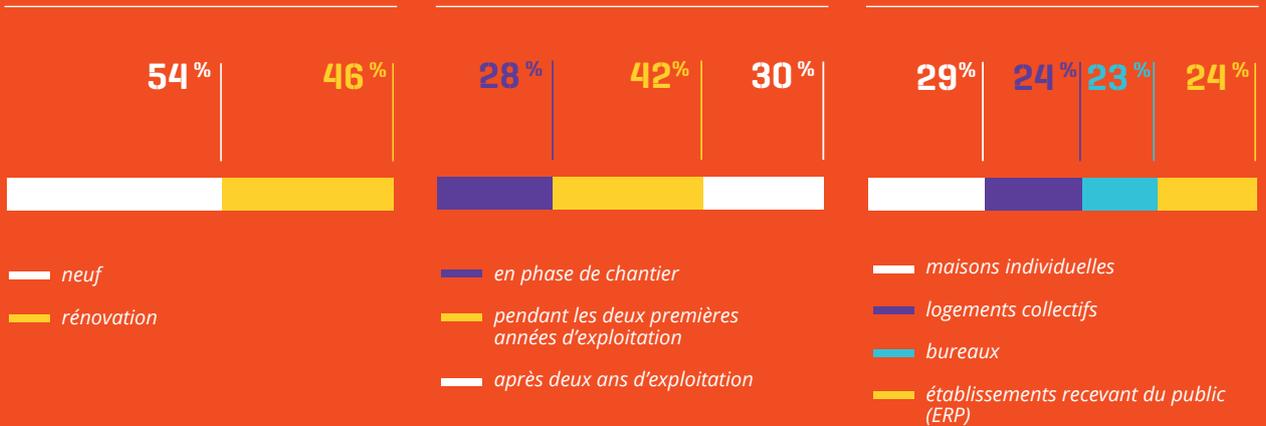
1 400 BÂTIMENTS VISITÉS

depuis 2010

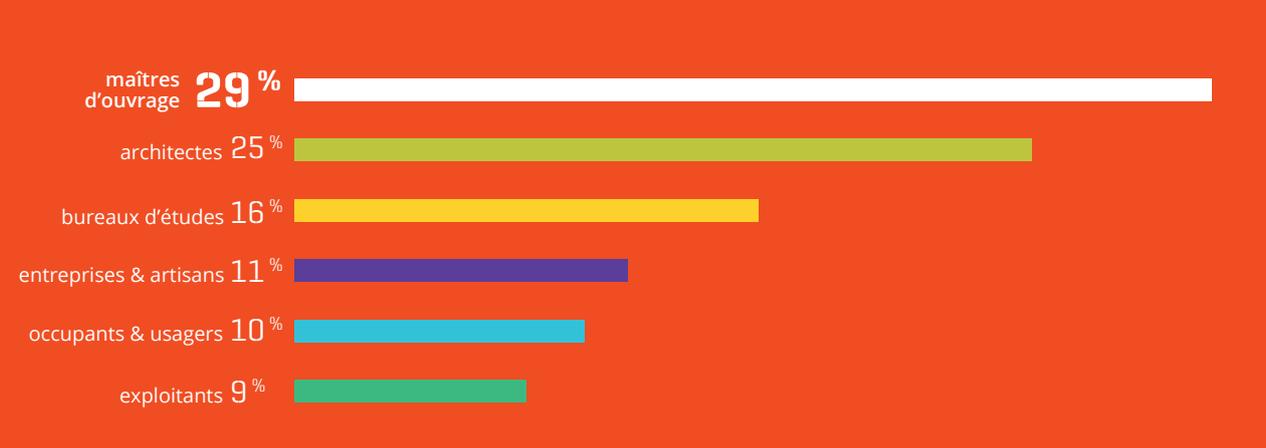
200 EN 2018

OPÉRATIONS VISITÉES

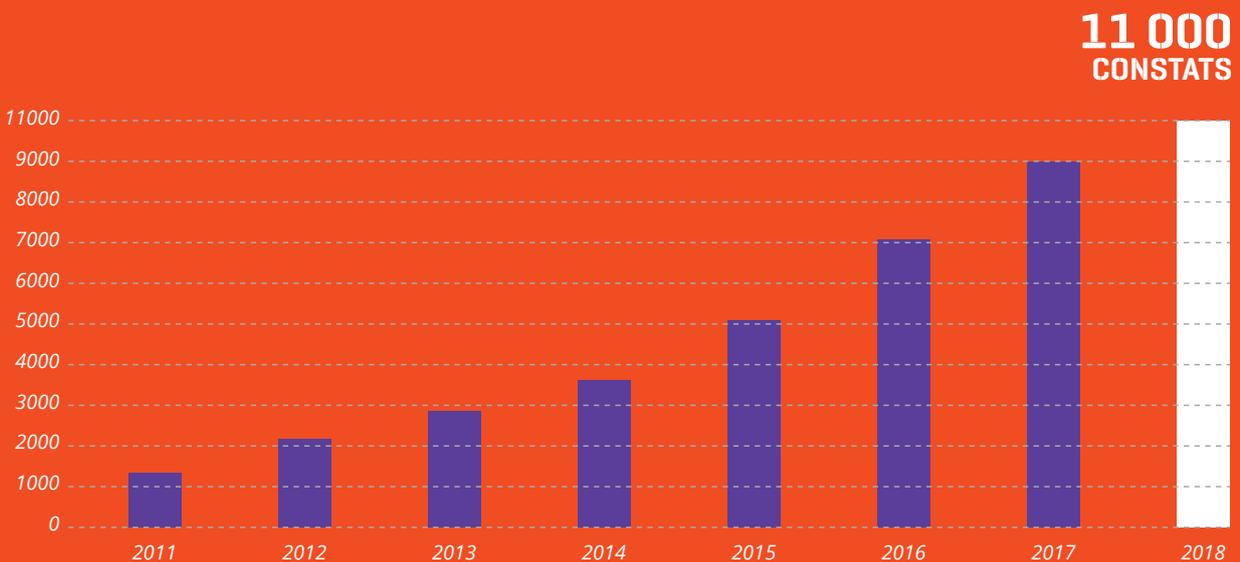




LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS



FOCUS SUR L'ENQUÊTE MENÉE DANS LES BÂTIMENTS RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM

65 OPÉRATIONS VISITÉES

15 en 2015
25 en 2017
25 en 2018

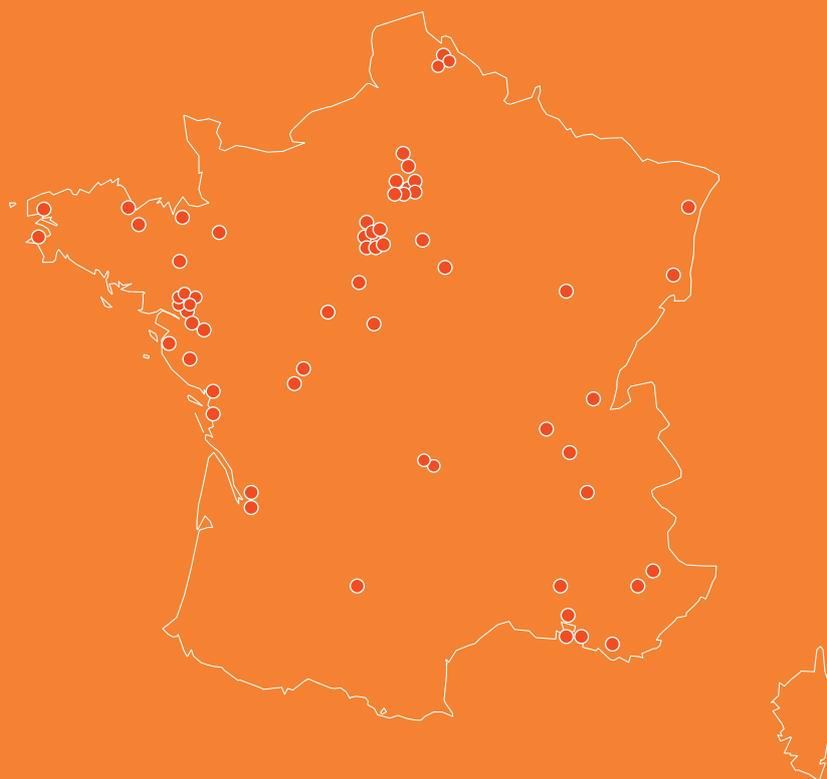
140 ACTEURS RENCONTRÉS

36 en 2015
54 en 2017
50 en 2018

385 CONSTATS RECENSÉS

107 en 2015
149 en 2017
129 en 2018

RÉPARTITION DES OPÉRATIONS BIM VISITÉES





LE CENTRE DE RESSOURCES ENVIROBAT CENTRE



Créée en 2009 sous l'impulsion de l'ADEME et du conseil régional du Centre, l'association ENVIROBAT Centre est un centre régional de ressources et d'échanges sur la thématique de la construction durable.

De la phase conception à l'usage en passant par la mise en œuvre, l'association est un outil mis à disposition de l'ensemble des professionnels de l'acte de construire qui vise à :

- Contribuer à la visibilité des initiatives publiques et professionnelles.
- Capitaliser et diffuser les bonnes pratiques professionnelles notamment au travers de la valorisation des retours d'expériences.
- Accompagner l'évolution des pratiques professionnelles face aux évolutions du secteur (réglementaire, environnementale, technique, etc.) et ainsi contribuer à leur montée en compétence.
- Mettre en réseau les acteurs régionaux et ainsi favoriser les synergies qui peuvent s'opérer au travers des thématiques que recouvre la construction durable.

LES MISSIONS D'ENVIROBAT CENTRE :

- Disposer d'une bonne connaissance de l'ensemble des actions menées sur le territoire en matière de construction et d'aménagement durable afin de contribuer à la lisibilité des actions en Région et à leur mise en synergie.
- Capitaliser et diffuser des bonnes pratiques par l'information, la sensibilisation, la présentation de retours d'expériences.
- Réaliser un travail de veille permettant de diffuser les informations, ressources et outils innovants.
- Accompagner les projets régionaux par la mise en œuvre d'un programme d'action annuel.
- Animer le réseau des adhérents et acteurs du territoire dans un objectif de décloisonnement.
- Soutenir les actions de sensibilisation des acteurs et réseaux locaux par la mise à disposition de connaissances, de ressource et d'un espace de dialogue.
- Accompagner les acteurs par du conseil en direct, la réalisation d'outils ou la mise à disposition de ressources et la mise à disposition d'un espace d'échange et de retours d'expériences.

QUELQUES ACTIONS CONCRÈTES :

Sensibilisation et accompagnement des professionnels sur le BIM.

Depuis 2015, l'association accompagne des professionnels sur la mise en place du BIM dans leurs structures.



Développement de l'utilisation des matériaux biosourcés dans le Bâtiment.

ENVIROBAT Centre promeut depuis 2011 l'utilisation des matériaux biosourcés dans le Bâtiment. Cela se traduit par une diversité d'actions en faveur des professionnels ayant toutes pour but, de sensibiliser, porter à connaissance, accompagner la montée en compétence sur l'utilisation des matériaux biosourcés. L'une des actions phare reste l'organisation tous les deux ans depuis 2015 d'un palmarès des bâtiments biosourcés mettant en avant des réalisations exemplaires en région.



Animation de réseaux et d'actions collectives.

ENVIROBAT Centre est également un réseau d'acteurs professionnels qui se réunissent au sein de la structure autour de questions et de sujets en lien avec leurs métiers.

Depuis 2012, ENVIROBAT Centre porte une action collective réunissant une vingtaine de bureaux d'études thermique, fluide, énergie en Région. Cette action a notamment porté l'organisation de plusieurs événements d'envergure régionale et la publication de documents de synthèse et de promotion.



Depuis 2016, l'association a réuni les acteurs de l'exploitation / maintenance afin de faire évoluer la filière et de pousser collectivement vers une meilleure exploitation des systèmes énergétiques. Le collectif réunissant des maîtres d'ouvrage, des bureaux d'études, des entreprises exploitantes ainsi que quelques acteurs associatifs et institutionnels portera l'organisation d'un premier événement d'envergure régionale en 2018 et publiera à cette occasion les premiers outils issus du travail collectif.

LE BIM : QUELLE APPROPRIATION PAR LA FILIÈRE ?

Si le BIM n'est plus totalement nouveau pour une partie des acteurs du bâtiment, la filière reste néanmoins largement en transition.

Ceci justifie l'intérêt de visiter des projets ambitieux réalisés à l'aide d'outils BIM pour continuer à progresser grâce aux retours d'expériences. Les opérations visitées lors de cette enquête ont volontairement été choisies avec des collaborations multiples MOE & Entreprises. Le plus petit projet visité comportait deux acteurs de la Maîtrise d'œuvre engagés dans une démarche séquentielle. Le projet le plus abouti comportait huit acteurs (MOE et entreprises) travaillant ensemble autour d'une plateforme collaborative.

Ces nouveaux modes de conception et de construction impliquant à la fois des outils numériques et des méthodes de travail collaboratives présentent de nombreux atouts pour une amélioration de la qualité de la construction. Les utilisateurs de la maquette BIM perçoivent rapidement cette amélioration notamment en conception par l'utilisation du détecteur de clashes. En phase chantier, la diminution du nombre de carottages de réservations nécessaires après coulage des voiles béton est un exemple parmi tant d'autres.

Néanmoins des points de vigilance sont à signaler. Ils doivent être connus pour permettre à la filière de monter en compétence. En effet, le niveau de maturité BIM des acteurs rencontrés reste très variable. En outre, les avis des professionnels sur le sujet du BIM sont parfois mitigés suite à une première expérience non concluante.

Les enseignements qui suivent ont pour but de faciliter le passage des professionnels au BIM en évitant les écueils rencontrés par d'autres sur leurs premiers projets.

Deux typologies d'enseignements sont abordées, une première série liée à l'organisation des acteurs autour de la maquette et une seconde série d'enseignements basés sur la technique et l'utilisation de l'outil numérique.

ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux sur le sujet du BIM issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés sur des opérations menées en BIM depuis 2015 dans le cadre du Dispositif REX Bâtiments performants. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats concernés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

✓ bonne pratique ✗ non qualité

1 S'INFORMER, SE FORMER ET DISPOSER DES OUTILS NÉCESSAIRES POUR TRAVAILLER EN BIM

CONSTAT

- L'entreprise n'est pas en mesure de produire des plans d'exécution (EXE) demandés en BIM.

PRINCIPAUX IMPACTS

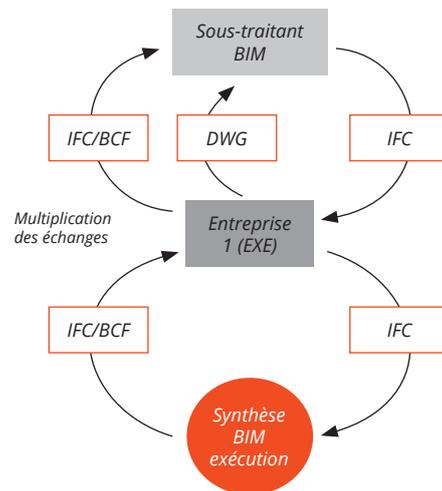
- Nécessité pour l'entreprise de passer par un sous-traitant pour produire sa maquette BIM :
 - Augmentation du nombre d'interlocuteurs et d'échanges d'informations techniques.
 - Augmentation du risque d'erreurs et de pertes d'information.
 - Allongement des délais de production des maquettes de synthèse et risque de décalage du lancement des travaux.
 - Risque de démarrage de la mise en œuvre avant la finalisation de la synthèse d'exécution.
- Immixtion du BIM manager de l'entreprise sous-traitante pouvant engendrer des problèmes de responsabilité en cas de désordres.

ORIGINES

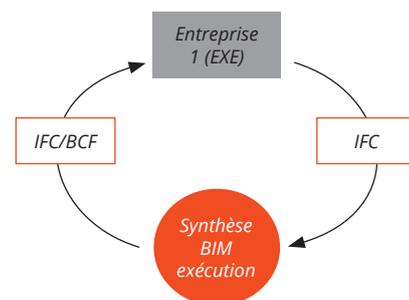
- Attentes de la Maîtrise d'ouvrage en décalage avec les capacités des entreprises au moment de la passation des marchés.
- Manque de temps et de ressources au sein de l'entreprise afin de monter en compétence sur le BIM entre le moment de la passation des marchés et le lancement de l'opération.

BONNES PRATIQUES

- Dès la programmation, adapter les attentes aux capacités de la filière locale à répondre en BIM et prévoir un temps pour que chacun puisse se former avant l'émission de l'ordre de service.
- Prévoir la possibilité d'un accompagnement des entreprises vers le BIM pour aider la montée en compétence.
- Prévoir un budget complémentaire dédié au BIM et des délais de conception plus longs laissant le temps aux équipes de produire les maquettes de manière cohérente avec les objectifs.



La sous-traitance d'études et de plans d'exécution en BIM entraîne une multiplication des échanges. Le circuit de transfert des informations et les changements de format sont sources d'erreurs et d'allongement des délais. ©AQC



Sans sous-traitance de la production de plans d'exécution en BIM, les échanges sont fluides et directs entre l'équipe de synthèse et chaque entreprise. ©AQC

2 DÉFINIR LES OBJECTIFS BIM DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE POUR LES TRADUIRE EN « CAS D'USAGE »

CONSTAT

- Les informations renseignées dans la maquette BIM d'exploitation et de maintenance ne répondent pas aux besoins de la Maîtrise d'ouvrage.

PRINCIPAL IMPACT

- La Maîtrise d'ouvrage n'utilise pas la maquette d'exploitation pour la gestion et la maintenance du bâtiment. Les gains de temps et de qualité de gestion espérés ne sont pas au rendez-vous.

ORIGINES

- Absence de charte BIM permettant de transcrire les besoins de la maîtrise d'ouvrage en objectifs BIM dans le cahier des charges du projet.
- Incompatibilité entre l'outil de gestion du patrimoine actuel de la maîtrise d'ouvrage et les informations renseignées dans la maquette BIM livrée.

BONNES PRATIQUES

- S'entourer d'une AMO pour traduire efficacement les attentes de la maîtrise d'ouvrage en termes d'exigences BIM et les retranscrire dans un cahier des charges.
- Rédiger et diffuser un cahier des charges BIM définissant concrètement les attentes et besoins de la Maîtrise d'ouvrage vis-à-vis du BIM.
- Définir, au plus tard lors de la rédaction du Dossier de Consultation des Entreprises, les informations devant figurer dans la maquette.
- Vérifier la compatibilité et donc l'interopérabilité entre la maquette numérique souhaitée et le logiciel de gestion technique de la maîtrise d'ouvrage.

N.B. : Les objectifs peuvent être très différents d'un projet à l'autre et aller de la visualisation pour valider le projet, à la réalisation de l'entretien maintenance. De ce niveau d'utilisation futur, doivent découler les informations qui devront figurer *a minima* dans la maquette.



Le cahier des charges BIM précise, pour le projet, les exigences et objectifs des intervenants successifs. Il reprend des éléments de la charte BIM lorsque la maîtrise d'ouvrage en dispose. Les éléments du cahier des charges sont ensuite retranscrits en méthodologie pour chaque acteur.

©AQC

Cas d'usage	Gestion des ouvrages et équipements						
4							
Cas d'usage retenu	Oui						
Phases concernées							
Programmation	Non	Conception	Oui	Réalisation	Oui	Exploitation	Oui
Préciser si besoin							

Il est nécessaire de renseigner les éléments suivants :

- * Définir précisément les données et documents nécessaires à la gestion des ouvrages et équipements
- * Définir précisément les modalités d'imports des données BIM (géométrie et alphanumérique) au système de gestion (par ex. : COBie pour la GMAO)
- * Identifier les responsabilités de chaque acteur pour la livraison des données et les impacts en termes de LOD
- * Mettre en place un processus de contrôle des livrables BIM
- * Paramétrer le logiciel de modélisation avant export (intégration des paramètres spécifiques)
- * Paramétrer le logiciel de Gestion avant import
- * Suivre et intégrer les données issues de l'exploitation du bâtiment

Exemple d'outil pour la rédaction du « Cas d'usage » « Gestion des ouvrages et équipement ». Ce document, partie intégrante de la convention BIM permet de retranscrire concrètement, à partir des objectifs BIM définis dans la charte et/ou dans le cahier des charges, ce que chaque acteur doit fournir, de quelle manière et à quel moment il doit le faire. © PTNB, CEREMA

Références

- Guide de recommandation à la maîtrise d'ouvrage - 2016 - Plan transition numérique dans le bâtiment
- Outil d'aide à la rédaction de convention BIM - novembre 2018 - PTNB

3 FORMALISER L'ORGANISATION DU PROCESSUS EN CONCEPTION PAR LA RÉDACTION D'UNE CONVENTION BIM

CONSTAT

- Les maquettes échangées entre les acteurs ne sont pas à jour.

PRINCIPAL IMPACT

- Perte d'information tout au long du processus de conception.

ORIGINES

- Pas de clarification des rôles, des responsabilités et des limites de prestation de chacun.
- Absence de définition contractuelle des livrables BIM attendus à chaque phase du projet et de leur niveau de détail.
- Défaut de communication de l'équipe de conception.

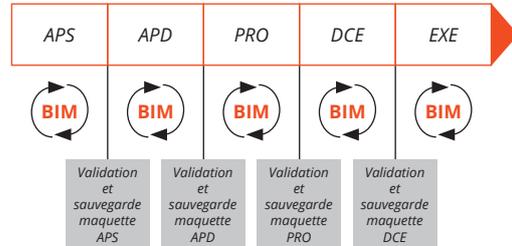
SOLUTION CORRECTIVE

- Mettre à jour et vérifier l'intégration de toutes les modifications pour fournir une maquette numérique fiable dans le dossier de consultation des entreprises (DCE).

BONNES PRATIQUES

Rédiger une convention BIM en amont d'un projet permet de :

- Clarifier les règles d'intervention de chacun sur la maquette.
- Préciser les procédures de modification et de validation.
- Détailler les livrables dus par chaque intervenant et leur temporalité.
- Clarifier les objectifs BIM et les niveaux de détail attendus en regard des besoins de la Maîtrise d'ouvrage.
- Mettre en place des outils de partage numériques permettant de disposer de la dernière version de la maquette validée.



Processus de validation et de sauvegarde des maquettes suivant les recommandations écrites dans la convention BIM. ©AQCE



The image shows the cover of a document titled 'Convention BIM type' and 'Document de présentation'. It features the logo 'Plan Transition Numérique dans le Bâtiement' at the top left. The main title 'Convention BIM type' is in large blue letters. Below it, 'Document de présentation' is written in white on a blue background. There are two images: one of a building model and one of a meeting room with a screen displaying 'OSCAR NIEMEYER'. At the bottom, there is a date 'Octobre 2018' and logos for 'Cerema' and 'BIM IN MOTION'. A small text box at the bottom states: 'Document issu de la convention type élaborée par le Cerema et BIM in Motion, dans le cadre du PTNB'.

Convention BIM type élaborée dans le cadre d'une mission confiée par le PTNB au Cerema et à BIM in Motion. ©PTNB, CEREMA

4 RESPECTER LES RÈGLES DE MODÉLISATION PRÉVUES DANS LA CONVENTION BIM

CONSTAT

- Le niveau de détails géométriques et/ou d'informations sémantiques de certains objets ne permet pas la récupération automatique des données utiles par les logiciels métier (calcul, vérification réglementaire, vérification certification).

PRINCIPAUX IMPACTS

- Retards dans la réalisation des études d'exécution.
- Nécessité pour les bureaux d'études de reprendre ou faire reprendre tout ou partie de la modélisation.

ORIGINES

- Non respect des règles de modélisation des éléments prévus dans la convention BIM pour chaque acteur.
- Absence de définition de cas d'usage concernant la modélisation des objets dans la convention BIM.
- Niveau de détail de la maquette (LOD) insuffisant par rapport aux besoins.

BONNES PRATIQUES

- Prévoir un accompagnement pour la montée en compétence des acteurs et une sensibilisation aux enjeux d'une modélisation collaborative de la maquette.
- Détailler à l'aide des cas d'usage « modélisation » prévus dans la convention BIM les niveaux de détails attendus (LOD : Level Of Detail, niveau de détail) pour chaque phase du projet en rappelant les acteurs concernés.

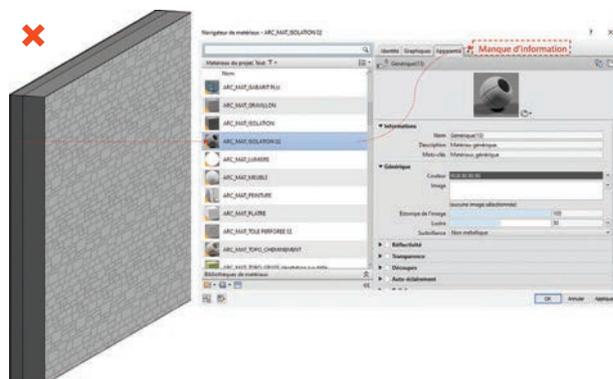


Illustration issue du logiciel de modélisation. Lors de la modélisation des parois, les « objets » représentant les parois et les isolants ne sont pas suffisamment détaillés. Le bureau d'étude thermique ne peut pas réaliser son étude à partir de la maquette récupérée.

Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes

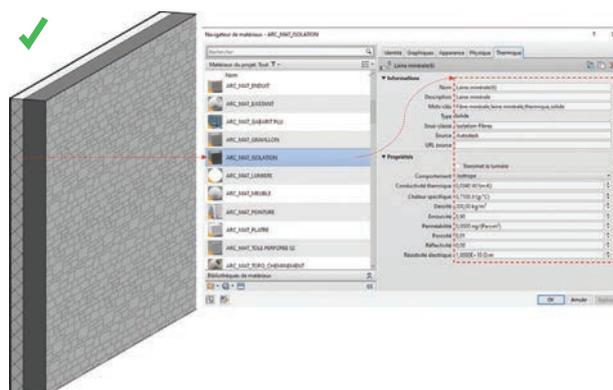


Illustration issue du logiciel de modélisation. La modélisation des parois a été réalisée conformément aux règles de modélisation demandées dans la convention BIM. Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques de l'isolant pour que le bureau d'étude thermique puisse réaliser son étude. Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes

5 GÉRER L'INTEROPÉRABILITÉ DES FORMATS IFC

CONSTAT

- Lors de l'export en IFC, les informations portées par la maquette « native » sont supprimées ou modifiées.

PRINCIPAUX IMPACTS

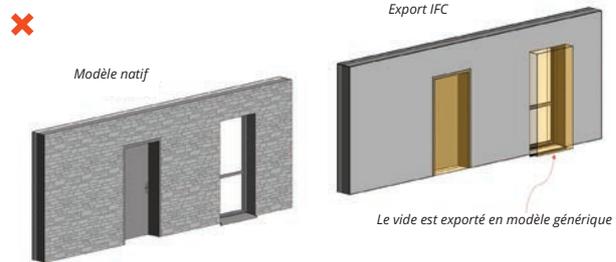
- La maquette produite suite à l'export au format IFC n'est pas exploitable pour une application métier.
- Des conflits types « clash » sont créés lors de la synthèse des maquettes IFC.
- Allongement de la phase de conception.

ORIGINES

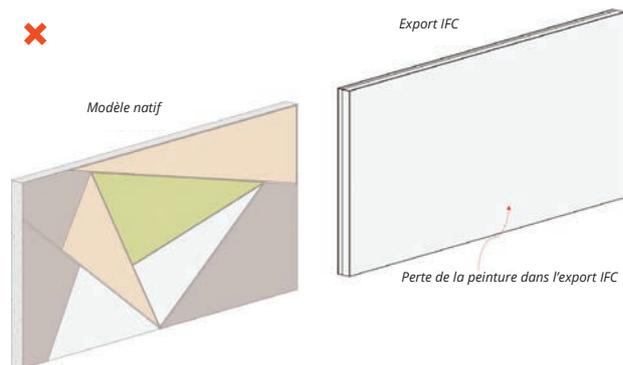
- Absence de connaissance des incompatibilités entre les outils de conception et l'export IFC.
- Absence de modification des paramétrages d'export IFC renseignés par défaut dans le logiciel.

BONNES PRATIQUES

- Rappeler dès le démarrage du projet les règles de paramétrage d'export des maquettes IFC.
- Respecter les formats d'échanges normés prévus dans la convention BIM.
- Tester des exportations et des importations sur des parties de projet validant l'interopérabilité entre les logiciels des acteurs.
- Utiliser des fiches méthodologiques d'échange BIM entre logiciels. Ces fiches reprennent les points clés pour assurer une bonne transmission des informations d'un logiciel à un autre.
- Utiliser les plateformes collaboratives pour transmettre rapidement, d'un acteur à l'autre, les défauts majeurs relevés.

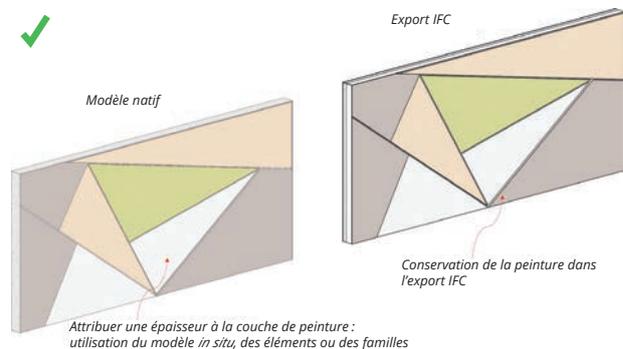


Lors de l'export de la maquette « native » au format IFC, les vides sont transposés en « modèle générique » et représentés par des volumes (jaunes). Pour ne plus faire apparaître ces volumes l'opérateur peut choisir de masquer la catégorie « modèles génériques », mais risque de perdre des éléments utiles volontairement répertoriés dans la catégorie « modèles génériques ». Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes



La modélisation des peintures de surface sur le logiciel natif n'est pas transposée lors de l'export en format IFC. Les RAL et les mètres ne sont plus disponibles pour le lot peinture qui n'a accès qu'au format IFC.

Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes



Pour assurer le transfert des données concernant le lot peinture, il a été convenu d'attribuer une épaisseur à la peinture de surface sur le logiciel natif. Cette convention, notifiée dans la convention BIM du projet, permet de retrouver les informations dans le modèle IFC. Le lot peinture peut extraire les quantités et informations le concernant.

Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes

6 VÉRIFIER L'ORIENTATION DE LA MAQUETTE PAR RAPPORT À L'ORIENTATION RÉELLE

CONSTAT

- L'orientation du bâtiment modélisé sur la maquette native ne reflète pas la réalité.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Impossibilité d'utilisation de la maquette, ou risque d'erreurs pour certaines études directement liées à l'orientation du projet.
- Mauvaise superposition des maquettes métiers lors de leur importation.

ORIGINES

- Absence de prise en compte de l'orientation réelle. Le Nord géographique n'a pas été implanté sur l'axe Y de l'outil de modélisation.
- Pour des raisons de simplification de modélisation, le nord « projet » et le nord « géographique » sont différents. Ce choix de modélisation n'a pas été rappelé à l'ensemble des acteurs au démarrage du projet.

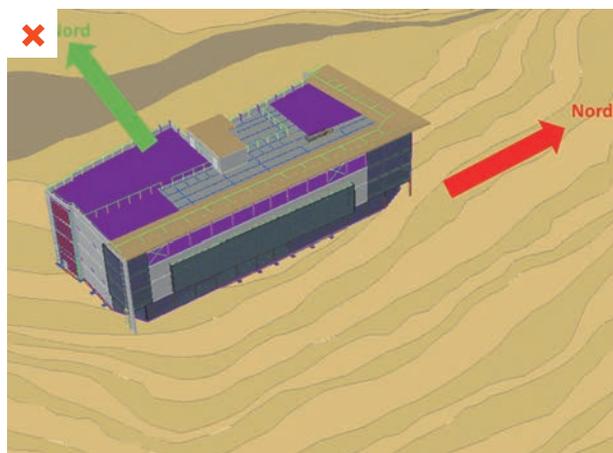
SOLUTION CORRECTIVE

- Recaler manuellement les maquettes en fixant une origine commune et en veillant à respecter l'orientation réelle (Nord).

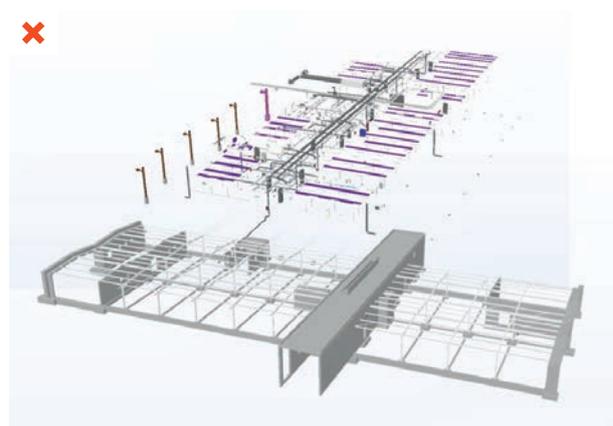
BONNES PRATIQUES

- Définir en démarrage du projet, lors de la réunion de lancement, un système de référence unique pour l'ensemble des acteurs. Ce système de repérage pourra se faire soit par la définition d'un point « zéro » identifié sur le projet soit par l'utilisation d'une coordonnée géographique ronde.
- Inscire dans la convention BIM et rappeler à tous les acteurs les données concernant le géoréférencement.
- Utiliser les données du géoréférencement pour établir le point zéro du projet.
- Modéliser un élément 3D facilement identifiable pour matérialiser le point zéro du projet. Cet élément facilitera la synthèse des maquettes.

N.B. : La correspondance entre le point « zéro » du projet et les coordonnées géographiques réelles se fait via les attributs IfcSite.RefLatitude et IfcSite.RefLongitude exprimés en degrés, minutes, secondes ; ainsi que la valeur d'altitude via l'attribut IfcSite.RefElevation.



En rouge l'orientation de la maquette modélisée, en vert l'orientation réelle. Lors de la réalisation de la maquette, le projet n'a pas été modélisé en suivant l'orientation réelle. Les études d'éclairage n'ont pas pu être réalisées directement à partir de la maquette fournie. Le bureau d'étude a remodelisé le bâtiment pour son étude. ©AQC



Lors de l'importation de la maquette « fluide », un décalage de 90° apparaît avec la maquette structure native. Lors de la modélisation des fluides, l'orientation réelle n'a pas été prise en compte. ©AQC

Références

- <https://www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr>

7 ASSURER LA MISE À JOUR DE LA MAQUETTE EN PHASE CHANTIER

CONSTAT

- Les éléments mis en œuvre sur le chantier ne correspondent pas à ce qui est présent dans la maquette EXE.

PRINCIPAUX IMPACTS

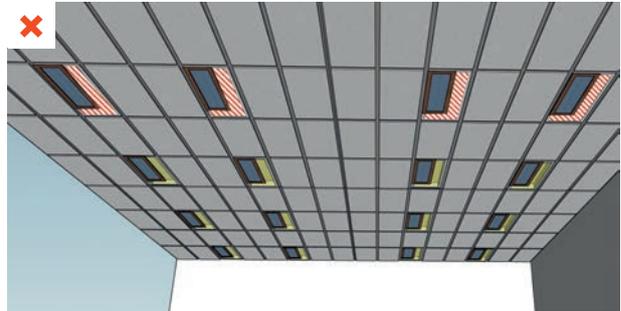
- Absence d'ajustement des lots impactés par les modifications réalisées en phase chantier.
- La maquette livrée en fin de chantier n'est pas le reflet de la réalité et ne peut être utilisée pour les opérations de maintenance.

ORIGINE

- Acceptation par la Maîtrise d'ouvrage de variantes proposées par les entreprises sans modification de la maquette BIM et sans analyse des impacts de ces modifications sur les autres lots.

BONNE PRATIQUE

- Le travail en BIM et la maquette apportent une valeur ajoutée tout au long du déroulement du projet et peuvent servir de base à un DOE numérique. Pour cela, il est nécessaire de mettre à jour la maquette au fur et à mesure de l'avancement du projet pour y intégrer les modifications qui peuvent être décidées. Cela permet d'une part de bénéficier, à la livraison de l'ouvrage, d'un avatar virtuel exact du bâtiment construit ; d'autre part, la mise à jour de la maquette en cours de chantier permet d'identifier des collisions et de les résoudre avant la mise en œuvre.



Une variante a été proposée par l'entreprise : augmentation de la dimension des dalles de faux-plafond. Elle n'a pas été implémentée sur la maquette BIM.
Un nouveau calepinage doit être étudié entraînant la modification de l'emplacement des luminaires. Cette modification impacte le cheminement des réseaux fluides en faux plafond et le positionnement des attentes électriques. ©AQC



Sur ce projet, l'ensemble des organes présents en faux plafond ont été modélisés, Aucun conflit n'a été relevé lors de la mise en œuvre. ©AQC

8 EN RÉNOVATION, MODÉLISER UNE MAQUETTE DE L'EXISTANT FIDÈLE À CE QUI A ÉTÉ RELEVÉ

CONSTAT

- La maquette numérique, modélisée à partir du relevé de points par scan 3D, n'est pas le reflet exact de l'existant.

PRINCIPAUX IMPACTS

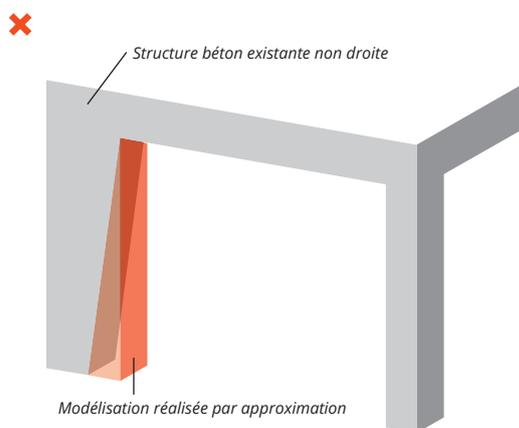
- Les plans de chantier transmis aux entreprises sont erronés.
- Les éléments neufs préfabriqués ne sont pas adaptés au support existant.
- Sous estimation des travaux nécessaires.

ORIGINE

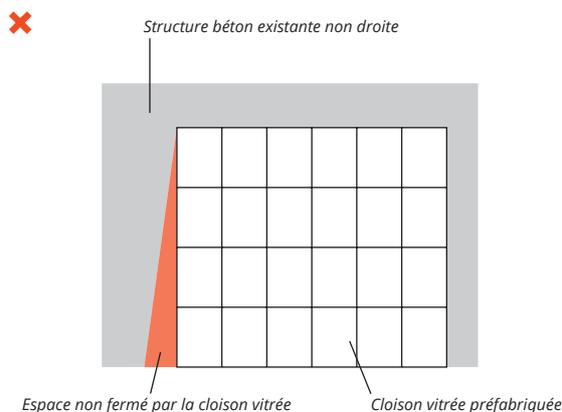
- Des approximations ont été faites pour modéliser des éléments structurels déformés. Tous les acteurs travaillant sur la maquette n'ont pas été informés de ces approximations.

BONNE PRATIQUE

- La modélisation issue d'un scan 3D doit impérativement être réalisée par un opérateur maîtrisant à la fois la modélisation BIM et ayant des compétences techniques afin de :
 - Maîtriser parfaitement l'outil de scan 3D.
 - Interpréter correctement ce qui a réellement été scanné.
 - Représenter les éléments conformément à la réalité.



Les éléments structurels modélisés, parfaitement droits dans la maquette (représentés en orange sur le schéma ci-dessus), ne le sont pas en réalité. Bien que le scan 3D ait révélé que la structure était gauche, une approximation a été faite par l'opérateur. ©AQC



Suite à l'approximation de la modélisation, les cloisons intérieures vitrées ne sont pas jointives avec les éléments de structure existants. Les reprises de maçonnerie nécessaires et non planifiées entraînent un retard et un surcoût. ©AQC

9 EN RÉNOVATION, MODIFIER LA MAQUETTE EN FONCTION DES DÉCOUVERTES APRÈS CURAGE

CONSTAT

- Les informations et les maquettes transmises aux entreprises ne sont pas à jour.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Impossibilité de travailler en BIM en s'appuyant sur la maquette de conception.
- Retard potentiellement important sur le planning de démarrage du chantier.

ORIGINES

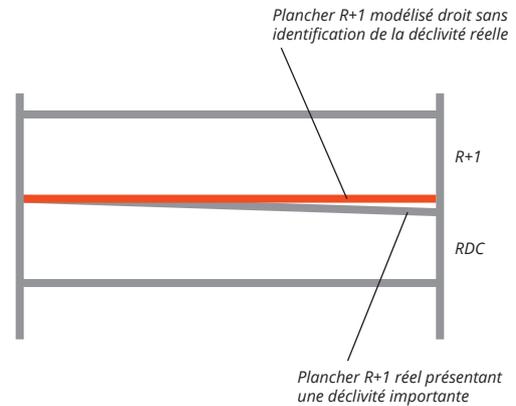
- Modélisation de l'existant réalisée avant curage du bâtiment sans prise en compte des hypothèses après curage.
- Modélisation de l'existant réalisé après curage incomplet.

SOLUTION CORRECTIVE

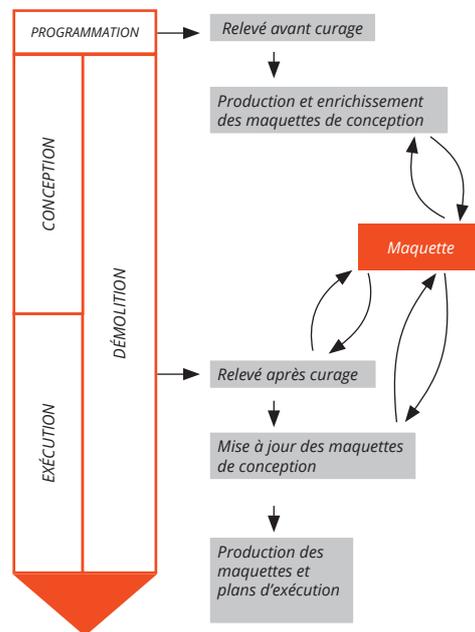
- Missionner un BIM manager externe en phase EXE avec pour objectif de reprendre :
 - Le relevé de l'existant par scan 3D ;
 - La modélisation de l'existant après curage sur la base du scan 3D ;
 - Le management de la synthèse d'exécution BIM.

BONNES PRATIQUES

- Au démarrage du projet, bien définir qui doit fournir les données de base, et notamment en rénovation, qui fournit la maquette de l'existant. Définir également les exigences de précision sur sa modélisation.
- Toujours prévoir un relevé de l'existant avant et après curage du bâti.
- Mettre en place des règles de contrôle qualité et de vérification tout au long du projet.



Le relevé réalisé avant curage n'a pas permis d'identifier une déclivité du plancher R+1 constaté après curage, et la modélisation a été réalisée en intégrant ces erreurs. ©AQC



Exemple de schéma de fonctionnement à adopter en rénovation afin de s'assurer de la qualité de la maquette. ©AQC

10 DÉFINIR LES ÉLÉMENTS QUI DOIVENT FIGURER A MINIMA DANS LA MAQUETTE POUR IDENTIFIER DES COLLISIONS PERTINENTES

CONSTAT

- Des éléments importants n'ont pas été modélisés alors qu'ils impactent fortement la conception du projet.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Modifications du projet en phase chantier entraînant des retards et des surcoûts.
- Création de situations conflictuelles entre les acteurs du projet.

ORIGINES

- En rénovation : modélisation partielle du bâti et des équipements existants.
- En construction neuve : choix délibéré de ne pas modéliser certains objets sans anticiper l'impact potentiel sur le reste du projet.

BONNE PRATIQUE

- En neuf comme en réhabilitation, il est nécessaire de bien définir en amont le niveau d'enrichissement de la maquette ainsi que les niveaux de détails des objets modélisés. Cette définition en amont est intégrée à la convention BIM. Elle permet d'assurer, lors de la conception, la résolution d'un maximum de collisions et de conflits potentiels.



Un convoyeur traverse des parois coupe-feu après restructuration. Cet élément existant n'ayant pas été modélisé, la question de la sécurité incendie n'a pas été traitée en conception. ©AQC

11 COMPRENDRE LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONFLITS POUR LES RÉSOUDRE

CONSTAT

- De très nombreux conflits sont générés lors de l'importation des maquettes métiers.

PRINCIPAL IMPACT

- Difficulté, voire impossibilité pour la personne en charge du management de la maquette de faire une analyse complète. Certaines collisions pertinentes ne sont pas identifiées et donc non résolues en phase conception.

ORIGINES

- Utilisation tardive d'un logiciel de détection des conflits.
- Absence de processus d'accompagnement continu de détection des conflits.
- Absence de différenciation entre les conflits type « clash » et les conflits type « collision ».

BONNES PRATIQUES

- En amont, il est important de bien comprendre et définir les différents types de « conflits » qui peuvent survenir :
 - Des clashes générés par des paramétrages d'import/export de fichiers IFC non adaptés.
 - Des clashes générés par un mauvais paramétrage des tolérances minimales du détecteur.
 - Des collisions réelles sur la maquette qui sont celles intéressantes et recherchées lors de l'analyse.
 - Des collisions d'usage, collisions non automatiquement identifiées par le détecteur et nécessitant des analyses « humaines ».
- Définir en amont du projet un processus de « tests de conflits » permettant de détecter les problèmes au bon moment pour les résoudre efficacement.
- En complément d'un détecteur de conflits automatique, une immersion dans la maquette permet de lever des problématiques particulières, des opportunités d'optimisations et de résoudre des conflits non relevés par les logiciels.

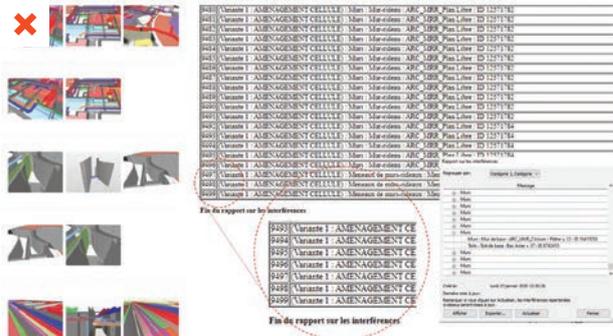


Illustration issue du logiciel de détection des conflits. Lors de la synthèse des maquettes, le logiciel de détection des conflits relève plus de 9 000 interférences (collisions). Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes

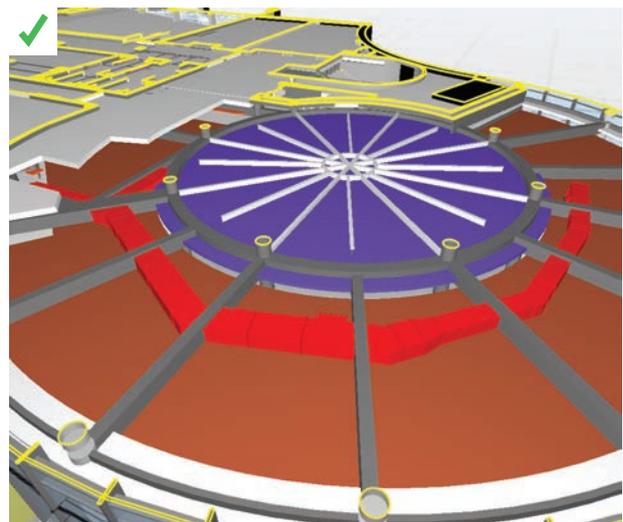


Illustration issue du logiciel de visualisation de la maquette numérique. Collision répétée : le réseau de ventilation (en rouge) se trouve en conflit avec la structure des cloisons (en gris). Cette collision intervient à chaque passage de cloison. L'immersion dans la maquette a permis d'identifier ces collisions répétées. Une seule action concernant l'altimétrie du réseau de ventilation a permis de résoudre ces nombreuses collisions. Illustration © MEIGNAN ENGASSER PERAUD Architectes

N.B. :

Afin de traduire efficacement ce qui est rencontré couramment, nous avons choisi de distinguer, parmi les conflits relevés par les outils informatiques, les collisions des clashes :

- Les collisions sont des événements « conflits » de type « oubli de réservation » ou bien « collision entre réseaux dans des plénums » qui sont identifiés par des détecteurs dans la maquette en amont de la réalisation. Ce sont des événements « positifs » qui sont recherchés lors de l'analyse des maquettes.
- Les clashes quant à eux sont des conflits perturbateurs. Ils ont pour origine par exemple des imports / exports de fichiers.ifc issus de logiciels différents entraînant des erreurs d'altimétrie de réseaux par exemple. Ils peuvent également être issus d'un mauvais paramétrage des détecteurs et de leurs seuils de tolérance. Ces clashes sont des événements « négatifs » qui engendrent une perte de temps et de confiance dans le processus BIM et la maquette.

12 UTILISER UN LOGICIEL PERMETTANT DE TRAVAILLER AVEC DES NORMES DE CALCUL VALABLES EN FRANCE

CONSTAT

- Les notes de calcul générées directement par l'outil BIM n'ont pas été acceptées car elles n'ont pas été réalisées selon les normes applicables en France (Eurocodes...).

PRINCIPAUX IMPACTS

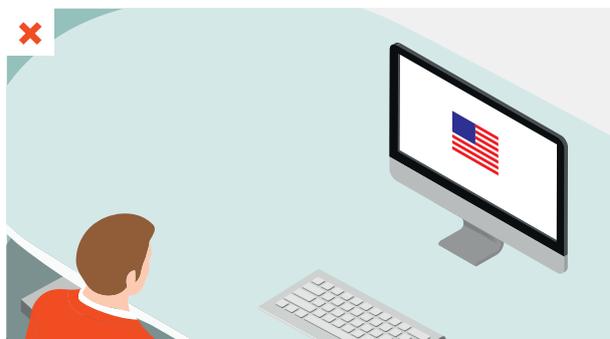
- Perte de temps en conception pour le bureau d'étude qui doit réaliser les notes de calcul de manière traditionnelle et non automatisée.
- Perte d'intérêt de l'outil BIM.

ORIGINES

- L'outil BIM utilisé ne permet pas de produire des notes de calcul selon les référentiels français.
- L'opérateur n'a pas modifié le pays lors du paramétrage de la note de calcul. Par défaut, les notes de calculs sont réalisées selon le référentiel d'Amérique du Nord.

BONNE PRATIQUE

- Au démarrage du projet, vérifier que la version des outils BIM utilisés permet de produire les livrables demandés dans le cadre normatif du pays dans lequel est réalisé le projet.



Le logiciel permet de produire des notes de calcul selon les référentiels américains mais pas selon le référentiel français. ©AQC



Le logiciel permet de produire des notes de calcul selon les référentiels américains et français. ©AQC

CONCLUSION

Les retours d'expériences menés sur la thématique du BIM depuis 2015 montrent une meilleure appropriation des outils et des méthodes de travail au fil du temps. Cette montée en compétence reste néanmoins hétérogène et fluctue notamment en fonction de la taille des structures et des moyens alloués (investissement en temps et en argent).

On constate également une certaine récurrence des problèmes relevés concernant principalement l'aspect organisationnel et la maîtrise technique des outils informatiques. Ce sont les deux principales voies d'amélioration.

L'ORGANISATION

Le processus organisationnel du BIM démarre par une bonne définition des objectifs de la MOA. Ainsi, sur la base de la charte BIM du maître d'ouvrage, le cahier des charges du projet doit mentionner clairement les attentes de la MOA et ne pas rester généraliste, au risque d'obtenir des livrables inexploitable. La convention BIM et sa déclinaison en cas d'usages doit permettre à chaque acteur de prendre conscience de son implication. C'est l'organisation de la collaboration qui sera le garant du résultat final : qui fait quoi à quel moment et pour qui.

LA TECHNIQUE

Les outils numériques mis à disposition des acteurs sont très nombreux et vont de la conception 3D aux outils de visualisation en passant par les logiciels de détection des conflits, les scans 3D, les logiciels métiers mais aussi les outils de gestion du patrimoine de la MOA. Une formation des acteurs est indispensable pour une bonne connaissance de ces outils et de leurs potentialités. Il est aussi nécessaire que chaque acteur soit conscient du niveau de connaissance BIM des interlocuteurs avec lesquels il interagit.

Les points mis en avant par les retours d'expériences se situent à l'interface des métiers et des acteurs. L'enjeu de l'interopérabilité via les formats IFC se révèle encore un frein à la qualité des informations transmises et de nombreuses solutions techniques restent à trouver. Le respect des règles de modélisation et des niveaux de détails (LOD) en fonction de l'avancement du projet permet de limiter les écueils.

Le développement des plateformes collaboratives se révèle être une solution permettant de fluidifier le processus BIM aussi bien du point de vue organisationnel que technique. L'hébergement et le partage d'informations en temps réel, le suivi des validations, la traçabilité des échanges, la visualisation commune des maquettes et l'accessibilité depuis les logiciels métiers sont autant d'atouts pour améliorer l'accessibilité de tous les acteurs de la filière au processus BIM.

DÉFINITIONS

Cahier des charges BIM : le cahier des charges BIM d'une opération est un document précisant pour le projet les exigences et objectifs des intervenants successifs du projet, incluant ceux de la charte BIM du maître d'ouvrage. Il constitue le volet BIM d'un programme.

Convention BIM : La convention BIM traduit le cahier des charges rédigé au stade de la programmation par la maîtrise d'ouvrage. Les objectifs du projet sont interprétés en objectifs BIM. Une fois hiérarchisés, ils sont associés à des cas d'usage BIM. La convention permet de représenter les interactions autour de la maquette numérique.

Niveaux de détail : Les niveaux de détail permettent de régler le niveau de « richesse » de la base de données BIM à chaque étape du projet. Ils déterminent la quantité d'information intégrée pour chaque objet de la maquette.

Conflits (clashes et collisions) : Ce sont les événements relevés par les logiciels analysant de manière automatique la maquette. Ils révèlent les conflits entre les différentes maquettes compilées des différents métiers.

GLOSSAIRE

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

APD : Avant-Projet Définitif

APS : Avant Projet Sommaire

AQC : Agence Qualité Construction

BE : Bureau d'études

BIM : Building Information Modeling

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

EXE : Études d'EXécution

IFC : Industry Foundation Classes

LOD : Level of Detail (Niveau de détail de la maquette numérique)

MOA : Maîtrise d'ouvrage

MOE : Maîtrise d'œuvre

PACTE : Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique

PRO : Études de PROjet

PTNB : Plan Transition Numérique dans le Bâtiment

REX : Retours d'EXpériences



LES MISSIONS DE L'AQC

OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYstème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction et les journées destinées aux formateurs, la présence active sur des salons comme BePOSITIVE ou BATIFRAIS, sont l'illustration dynamique de la **volonté** permanente de communication de l'AQC avec son environnement.

DANS LA MÊME COLLECTION

Retrouvez nos publications sur :

www.qualiteconstruction.com/nos-ressources



DU BON USAGE DU BIM - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport présente les premiers enseignements capitalisés sur le terrain en 2015. Il s'appuie sur la visite de 15 opérations et la rencontre de 36 acteurs.



-  CONSTRUCTION MODULAIRE TRIDIMENSIONNELLE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LA CONSTRUCTION BOIS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  BÂTIMENTS ÉQUIPÉS DE SYSTÈMES DE PILOTAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LES MENUISERIES EXTÉRIEURES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  HUMIDITÉ DANS LA CONSTRUCTION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  AMBIANCE LUMINEUSE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  PRÉVENTION ET REMÉDIATION DU RISQUE RADON - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LES MATÉRIAUX BIO-SOURCÉS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  ISOLATION DES COMBLES PERDUS PAR SOUFFLAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  CONFORT D'ÉTÉ ET RÉDUCTION DES SURCHAUFFES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LA RÉHABILITATION EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

réalisé avec le soutien financier de :

