



BIMplement

www.bimplement-project.eu

Rapport

Mise en œuvre de BIMplement en France : outils utilisés et retours d'expérience

Préparé par :

ASTUS, AVE

Date :

2020 / 12 / 28



Ce projet a reçu un financement du programme-cadre H2020 de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation dans le cadre de la convention de subvention n° 745510

tableau des versions pour les produits livrables

Version 1	28 Décembre 2020	Première version
Version 2	14 Janvier 2021	Version finale

TABLES DES MATIÈRES

1. Résumé.....	1
2. Préambule.....	1
3. Méthodologie développée en France.....	3
3.1. Organisation et production prévue.....	3
3.2. Campagnes de sensibilisation.....	4
3.3. Définition des projets pilotes et des projets expérimentaux.....	4
3.4. Présentation des résultats de formation.....	4
4. Campagnes de sensibilisation en France.....	5
4.1. Stratégie développée en France.....	5
4.2. Localisation des territoires sélectionnés.....	5
4.3. La situation des maîtres d'ouvrage.....	6
4.4. La situation des entreprises.....	6
4.5. Détail des campagnes de sensibilisation menées en France.....	6
4.5.1. Campagnes de sensibilisation menées en France.....	6
4.5.2. Exemple de campagne de sensibilisation en Bourgogne France-Comté.....	7
4.5.3. Exemple de réunions de sensibilisation avec des centres de formation en région PACA.....	8
4.5.4. Résultats quantitatifs en termes de campagne de sensibilisation pour BIMplement.....	9
4.6. Implication et retour d'information des coaches BIMplement.....	10
4.6.1. Activités des BIMplement coaches pour développer l'utilisation du BIM.....	10
4.6.1.1. Objectifs des réunions avec les autorités publiques et d'autres maîtres d'ouvrage.....	10
4.6.1.2. Objectifs des réunions avec les entreprises de construction.....	10
4.6.1.3. L'implication des BIMplement coaches.....	10
4.6.2. Activités des BIMplement coaches pour développer les activités FIT.....	11
4.6.2.1. Activités de sensibilisation au FIT.....	11
4.6.2.2. Résultats et commentaires sur la FIT.....	12
5. Les outils mis en œuvre sur les projets BIMplement en France.....	13
6. Approche 1 : utilisation sur site des modèles BIM.....	13
6.1. Méthodologie mise en œuvre en France pour les projets liés à l'utilisation de maquettes BIM sur chantier.....	13
6.1.1. Principes.....	13
6.1.2. Comment les acteurs sont-ils analysés ?.....	14
6.1.3. Comment les projets sont-ils analysés ?.....	16
6.1.3.1. le niveau BIM des parties prenantes.....	16
6.1.3.2. Modèles 3D et BIM.....	16
6.1.3.3. Documents contractuels relatifs au BIM.....	17
6.1.4. Comment les projets ont été archivés - La plate-forme KROQI.....	18
6.2. Projets utilisant des maquettes BIM sur chantiers.....	19
6.2.1. Le projet pilote Zodiac.....	19
6.2.1.1. Retour d'expérience sur les formations.....	19
6.2.1.2. Les enseignements tirés.....	20
6.2.2. Le projet Carrousel.....	20
6.2.2.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation.....	20
6.2.2.2. Les enseignements tirés.....	21
6.2.3. Le projet Voreppe.....	21

6.2.3.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation.....	21
6.2.3.2. Retour d'expérience des maîtrise d'ouvrage et d'œuvre.....	21
6.2.3.3. Les enseignements tirés.....	22
6.2.4. Atelier municipal, Port Saint Louis (PACA).....	22
6.2.4.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation.....	22
6.2.4.2. Retour d'expérience de la maîtrise d'ouvrage.....	22
6.2.4.3. Les enseignements tirés.....	22
6.3. Enseignements tirés des projets "utilisation de maquettes BIM sur chantier".....	23
6.3.1. Maître d'ouvrages, propriétaires et promoteurs.....	23
6.3.2. Maîtrise d'œuvre et BET - conception.....	24
6.3.3. BIM Manager.....	24
6.3.4. Entreprises de construction.....	25
6.3.5. Enseignement concernant l'information et les formations.....	26
7. Approche 1 bis : Maquette BIM dédiée à l'étanchéité à l'air"	26
7.1.1. La question de l'étanchéité BIM.....	26
7.1.2. Processus de création de la modélisation de l'étanchéité à l'air.....	27
7.1.3. Le processus de conception d'un modèle BIM d'étanchéité à l'air.....	27
7.1.4. Mettre en œuvre le modèle d'étanchéité sur place.....	28
8. Approche 2 : formation pratique et sur chantier pour une meilleure mise en œuvre de l'étanchéité à l'air	29
8.1. Le centre de formation mobile PRAXIBAT & BIM-PRAXIBAT.....	29
8.1.1. Objectifs <i>et</i> méthodes du centre de formation mobile original PRAXIBAT.....	29
8.1.1.1. Présentation du centre de formation mobile original PRAXIBAT.....	29
8.1.1.2. Les contenus de formation pour les travailleurs sur site.....	29
8.1.2. La deuxième version du centre de formation mobile, équipé du BIM.....	30
8.1.2.1. Description de la deuxième version du conteneur.....	30
8.1.2.2. Présentation détaillée de la version BIM du conteneur.....	31
8.1.2.3. 1-Améliorer les compétences en matière d'étanchéité et de ventilation.....	32
8.1.2.4. 2-Utilisation d'un modèle BIM pour améliorer l'étanchéité à l'air et la ventilation (cible principale : chefs de chantier).....	32
8.1.3. Feedback, présenté dans le module 4.....	33
8.2. Formation "sur site et pratique à l'étanchéité" (FIT).....	33
8.2.1. Éléments communs aux projets mis en oeuvre.....	33
8.2.2. Origny Sainte-Benoite, MdE Saint-Quentinois.....	34
8.2.2.1. Le projet.....	34
8.2.2.2. Retours d'expérience et enseignements tirés.....	34
a) le feedback des entreprises.....	34
b) commentaires du maître d'ouvrage.....	34
8.2.3. Rénovation de 118 logements, Méricourt, MdE LLHC.....	35
8.2.3.1. Le projet, et le programme ERBM.....	35
8.2.3.2. Retours d'expérience.....	35
a) Commentaires des maîtres d'ouvrage.....	35
8.2.3.3. les enseignements tirés.....	36
8.3. Enseignements tirés des sessions de formation FIT.....	36
9. Conclusions.....	36
9.1. Objectif du rapport.....	36
9.2. Résultats quantitatifs en France.....	37
9.3. Résultats quantitatifs pour l'ensemble du projet BIMplement.....	37
Annex 1 : Tableau des résultats : identification du projet et nombre de personnes formées....	1
Annex 2 : structuration de la plateforme KROQI/BIMplement.....	4
A 2.1. A l'ouverture de la plateforme vous avez ces différents dossiers au niveau de l'accueil.....	4
A 2.2. Pour accéder à un dossier, vous cliquez sur son nom, et pour accéder aux documents, vous cliquez sur l'icône indiquée :.....	5

A 2.3. Vous arrivez à la liste des différents projets dans ce dossier :.....	5
A 2.4. contenu des dossiers de projet.....	5
A 2.5. dossier « 2 projets expérimentaux ».....	7
A 2.6. dossier « 3 documents pour les BIMplement coaches ».....	7
A 2.7. dossier « 4 documents pour les formateurs BIMplement».....	8
A 2.8. Dossier « Kit BIMplement ».....	8
Annex 3 : Liste des événements de sensibilisation en France.....	9

Liste des illustrations

Illustration 1: schéma de travail qui illustre le fonctionnement du projet BIMplement.....	4
Illustration 2: 8 territoires en France.....	5
Illustration 3: Les entreprises du bâtiment en France, 2018, www.ffbatiment.fr.....	6
Illustration 4: Activités de sensibilisation en France.....	9
Illustration 5: identification des parties prenantes et liens en termes de processus BIM.....	14
Illustration 6: Schéma des relations réelles entre les parties prenantes du processus BIM.....	15
Illustration 7: exemple de données, téléchargées sur KROQI, pour le projet de Varennes.....	19
Illustration 8: 3 documents joints pour répondre à un problème d'étanchéité des fenêtres.....	28
Illustration 9: Le conteneur mobile de formation PRACTEE.....	29
Illustration 10: formation à l'étanchéité à l'intérieur du centre mobile PRAXIBAT.....	29
Illustration 11: Modèle BIM du centre mobile original Modèle BIM de la deuxième version du centre de formation.....	31
Illustration 12: les 5 dossiers principaux de la plateforme.....	4
Illustration 13: accès aux documents du dossier "1 Projets pilotes" en cliquant sur l'icône 	5
Illustration 14: affichage des sous-dossiers du dossier "1 Projets pilotes".....	5
Illustration 15: le dossier "Zodiak" contient des documents et des maquettes.....	6
Illustration 16: documents de formation.....	6
Illustration 17: maquettes du projet.....	6
Illustration 18: liste des projets expérimentaux.....	7
Illustration 19: documents support pour les campagnes de sensibilisation.....	7
Illustration 20: contenu des outils proposés aux formateurs BIMplement.....	8
Illustration 21: dossier "Kit BIMplement".....	8

Index des tableaux

Tableau 1: traductions partielles des livrables BIMplement.....	2
Tableau 2: documents en Français, disponibles sur la plateforme KROQI.....	3
Tableau 3: Réunions d'information et de formation des coaches BIMplement.....	6
Tableau 4: Type d'événements de la campagne de sensibilisation en France.....	7
Tableau 5: Participation aux événements de sensibilisation dans la région de Bourgogne Franche Comté, France.....	8
Tableau 6: campagne de sensibilisation dans les différentes régions françaises.....	9
Tableau 7: Temps nécessaire à la mise en œuvre de la formation.....	11
Tableau 8: "FIT - Formation Intégrée au Travail" / Réunions bilatérales de sensibilisation.....	12
Table 9 : "FIT – Formation Intégrée au Travail" / Réunion de sensibilisation de groupe.....	12
Tableau 10: niveau de connaissance requis pour correspondre au niveau "BIM_2", pour les acteurs de l'entreprise.....	16
Tableau 11: Spécifications BIM du maître d'ouvrage et demandes de MPE du maître d'oeuvre.....	18
Tableau 12: cadre des sessions de formation FIT dans le centre mobile PRAXIBAT.....	30
Tableau 13: cadre des sessions de formation FIT&BIMplement.....	33

Mise en œuvre de BIMplement en France : outils utilisés et retours d'expérience

1. Résumé

Ce rapport a été rédigé à partir des livrables D4.6 et D4.7 du projet BIMplement. Il présente les méthodologies mises en œuvre en France dans les projets réalisés en France et les résultats les plus importants obtenus.

Il a pour objectif de donner aux futurs BIMplement coaches et aux futurs formateurs/formatrices les éléments qui leur permettront de dupliquer les outils développés et de disséminer les résultats obtenus dans le contexte français.

Chaque projet BIMplement a été analysé afin de tirer les leçons de ces expériences. Les résultats présentés concernent la mise en œuvre des programmes de formation BIM sur des chantiers réels ainsi que les programmes de mise en œuvre de la FIT-Formation Intégrée au Travail. Il présente le cadre des cas d'application, les problèmes et difficultés rencontrés, et les solutions qui ont été conçues et mises en œuvre pour les surmonter et répondre au plus près aux besoins de ces chantiers.

Chaque projet a été documenté avec le type d'outil utilisé (voir D3.4, D3.5 et D4,5), la présentation du projet et les modèles BIM, les acteurs et l'identification du projet et des compétences, les sessions de formation réalisées. Ces données constituent une base de données qui sera réutilisée pour la diffusion (WP5) et diffusable/utilisable, sous conditions, à partir d'une plateforme KROQI.

2. Préambule

Ce document a été réalisé à l'attention des actuels et futurs BIMplement coaches, ainsi que des actuels et futurs formateurs qui mettront en œuvre les outils mis au point en France et testés sur sites réels en France pendant le projet BIMplement.

Les rapports rédigés pendant le projet sont en majeure partie en langue anglaise, et certains d'entre eux ont été classés confidentiels. Pour rendre les résultats les plus accessibles possible pour une réplique en France, ce document, rédigé en français, reprend les grandes lignes et les résultats principaux obtenus en France lors de la mise en œuvre de la phase de sensibilisation des acteurs du bâtiment, puis de lors de la mise en place des formations sur chantiers réels.

Le compte-rendu détaillé de l'ensemble des travaux réalisés en France et dans les pays partenaires est disponible, en anglais, sur le site www.Bimplement-project.eu.

En complément de ces documents, AVE et ASTUS ont souhaité faciliter l'accès aux résultats obtenus en traduisant une partie de ces documents. Ceux-ci seront accessibles aux BIMplement coaches et aux organismes de formation, à partir d'une **plateforme KROQI**, dont l'accès sera donné sur demande à :

contact@astus-construction.fr, ave@ville-emploi.asso.fr et info@lesgrandsateliers.fr

ATTENTION : ces documents contenant des informations non-diffusables, un accord de confidentialité sera demandé aux futurs utilisateurs. Cette demande concerne spécialement les formateurs qui pourront puiser dans la documentation pour réaliser leurs contenus de formation, sans toutefois citer les informations sur les projets.

Les documents rédigés en Français sont les suivants :

	Titre anglais	Titre français	Disponibilité en Français
D4.1	List of criteria and of the selected territories	Liste des critères et des territoires sélectionnés	Traduction du résumé et des conclusions principales
D4.2	Training content and list of tools for BIMplement coach	Contenu de la formation et liste d'outils pour le coach BIMplement	Traduction du résumé et des principales conclusions applicables au contexte français
D4.3	Methodology guide and tools for awareness campaign	Guide méthodologique et outils pour la campagne de sensibilisation	Traduction du résumé et des principales conclusions applicables au contexte français
D4.4	List of selected pilot field labs and experimental sites and trained BIM work place trainers	Liste des laboratoires de terrain et des sites expérimentaux pilotes sélectionnés et des formateurs BIM formés sur le lieu de travail	Disponible en anglais uniquement
D4.5	Tools, training content and qualification schemes for BIM work place trainers	Outils, contenus de formation et systèmes de qualification pour les formateurs sur le lieu de travail de la BIM	Disponible en anglais uniquement
D4.6	Review and report of the qualification scheme on the pilot field labs, the experimental sites and realization of the BIMplement- guide	Examen et rapport du système de qualification sur les laboratoires pilotes de terrain	Les 2 rapports (4.6 et 4.7) ont été résumés en français dans le présent dossier. Il présente les principales conclusions applicables au contexte français
D4.7	Monitoring reports from the involved member states and analysis	Rapports de suivi des États membres concernés et analyse	Les annexes de D4.7 présentent les différents types de modélisation numérique trouvés en France

Tableau 1: traductions partielles des livrables BIMplement

En complément des rapports et des traductions citées ci-dessus, des documents supplémentaires seront disponibles, en français, sur la plateforme KROQI.

Une présentation détaillée du contenu de la plateforme KROQI/BIMplement est donnée en [annexe A1.3](#) de ce document.

Pour les BIMplement coaches	<ul style="list-style-type: none"> • Programme de formation pour BIMplement coaches • contenu des formations BIM pour BIMplement coaches
Pour les formateurs BIM références bibliographique de projets, y compris présentations de formations	<ul style="list-style-type: none"> • Documents techniques relatifs aux principaux projets BIM (maquettes, extraits de CCTP, conventions BIM ...) • diaporamas des formations dispensés pour ces projets, sur l'utilisation des maquettes BIM sur chantier • annexes du livrables D4.5 <ul style="list-style-type: none"> ◦ analyse du modèle de Zodiak, telle que réalisée par le formateurs ◦ diaporama détaillé de la formation dispensée sur le projet Carrousel, relatif à l'utilisation de maquettes BIM ◦ diaporama détaillé de la formation dispensée sur le projet Carrousel, relatif à l'approche étanchéité à l'air et ventilation, en lien avec la maquette BIM
Pour les formateurs BIM documents pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> • Scan de maturité des acteurs en BIM et nZEB (tableau Calc et XLS) • guide d'utilisation du tableau « maturité BIM et nZEB » • description du « Kit BIMplement » • quelques courtes vidéos qui apporteront un soutien didactique à certaines des sessions du Kit BIMplement

Tableau 2: documents en Français, disponibles sur la plateforme KROQI

3. Méthodologie développée en France

3.1. Organisation et production prévue

Pour mettre en place, puis mettre en œuvre les projets pour lesquels des actions de formation seront mis en place, trois phases ont été nécessaires :

- campagne de sensibilisation
- projet pilote (sur site ou projets de recherche)
- projets expérimentaux sur le terrain

Leur objectif commun est l'amélioration du travail sur le site du nZEB.

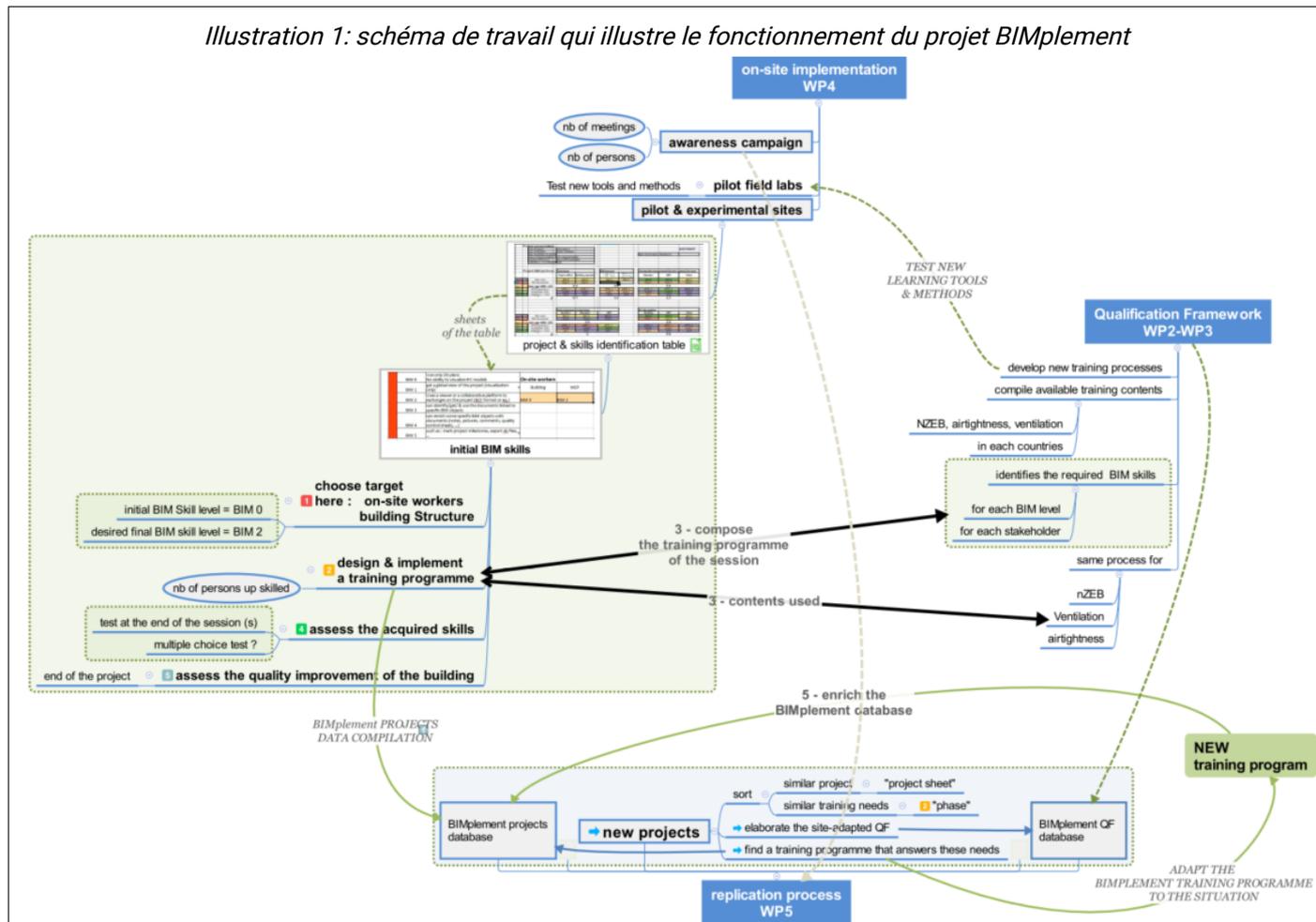
Une partie des programmes de formation ont été réalisés à partir de travaux préalables, menées pendant les workpackage 2 et 3. Le schéma (voir Fig. 1) a été réalisé pour illustrer les relations complexes qui ont été créées et développées dans le cadre du projet BIMplement pour régler les relations et les productions du projet BIMplement.

Cette figure (voir Fig. 1) montre les relations et les échanges qui ont été développés entre les workpackages pour la mise en œuvre de processus BIM sur chantier.

Avant de lancer les projets pilotes et expérimentaux, il a été nécessaire de dresser la liste des compétences nécessaires pour chaque type de projet et pour chaque type d'acteurs, ainsi que la liste des outils et des contenus de formation qui ont été collectés au début du projet (voir liste des livrables D3, disponibles en anglais sur le site www.Bimplement-project.eu).

Ensuite, pour la phase de diffusion/dissémination, un ensemble d'outils pédagogiques et de contenus de formation sont disponibles et directement applicables à l'utilisation des modèles BIM pour améliorer la qualité de la construction des Bâtiments zéro-énergies.

Illustration 1: schéma de travail qui illustre le fonctionnement du projet BIMplement



3.2. Campagnes de sensibilisation

Les campagnes de sensibilisation ont été organisées dans chaque pays partenaire pour inciter les acteurs principaux à participer au projet BIMplement.

Le niveau de maturité de la BIM est différent dans chaque pays et pour chaque type de parties prenantes. La campagne de sensibilisation vise à faire connaître et à améliorer les connaissances des acteurs de chaque pays et à les convaincre d'utiliser la méthodologie BIM.

Les objectifs développés en France, les moyens mis en œuvre et les résultats obtenus sont donnés au chapitre 4.

3.3. Définition des projets pilotes et des projets expérimentaux

Les projets pilotes sont le lieu où ont été expérimentés les outils décrits dans les produits D3.4, D3.5 et D4.5. Ces outils ont été expérimentés et validés et/ou améliorés au cours de cette phase.

Ensuite, ils ont été testés en grandeur réelle lors des projets expérimentaux afin de vérifier s'ils sont valables dans tous les cas.

Chaque pays a rédigé des recommandations et des propositions repris dans le livrable D4.7, ainsi qu'en conclusion de ce dossier (chapitre 9.)

3.4. Présentation des résultats de formation

Le tableau des résultats, Annexe 1 - Tableau des résultats : identification du projet et nombre de personnes formées.- présente la liste des projets menés en France et le nombre de personnes formées :

- la liste des projets pilotes et expérimentaux, telle que présentée dans le D4.6
- le nombre de personnes formées
 - pendant la mise en œuvre du projet
 - lors des sessions de formation réalisées dans des centres de formation lorsque la crise du COVID a annulé et fermé les chantiers . Ces sessions de formation sont identifiées dans les cellules grises.

4. Campagnes de sensibilisation en France

4.1. Stratégie développée en France

En France, le choix a été fait de prioriser les petites entreprises et les artisans qui sont les plus éloignées de la formation, qu'il s'agisse de l'utilisation de modèles BIM ou d'améliorer les pratiques en matière d'étanchéité à l'air.

A cette fin, la stratégie développée par les partenaires français vise à convaincre les autorités publiques de mettre en œuvre le processus BIMplement dans leurs projets. En tant que propriétaires, ils ont le pouvoir potentiel d'imposer, par le biais de leurs cahiers des charges, l'utilisation de maquettes BIM sur chantier pour atteindre les performances attendues en termes de nZEB, et de rendre obligatoire la formation pratique sur l'étanchéité et la qualité de la ventilation.

Afin de mettre en œuvre un tel objectif, les BIMplement coaches français sont des personnels des "Maisons de l'Emploi¹". A cette fin, ils ont reçu une formation de base par ASTUS sur des sujets tels que le nZEB, l'étanchéité et la ventilation et le BIM (voir D4.2, D4.4).

D'autre part, les BIMplement coaches français ont une connaissance approfondie des territoires où ils opèrent, ainsi qu'un bon accès à tous les acteurs, en particulier aux autorités publiques. Leur action vise à convaincre ces maîtres d'ouvrage publics et leurs personnels techniques de tester le processus BIMplement au sein des projets pilotes (un dans chacun des 4 territoires identifiés (voir fig 2, et 4.5., D4.2, D4.4), et décident ensuite d'imposer la mise en place d'un tel processus dans leurs projets ultérieurs, certains d'entre eux étant des projets expérimentaux.

Pour mettre en œuvre la phase de sensibilisation BIMplement en France, plusieurs outils ont été développés, certains spécialement pour les participants français (tableau de suivi des activités du MdE et des sessions de formation).

4.2. Localisation des territoires sélectionnés

AVE a sélectionné 8 territoires sur 4 régions françaises, dès le début du projet :

- Auvergne Rhône Alpes (AuRA)
- Bourgogne-France-Comté (BFC)
- Hauts-de-France
- Provence Alpes Côte d'Azur (PACA)

Dans ces 8 territoires, les "maisons de l'emploi" locales ont joué le rôle de coaches BIMplement pour motiver les autorités publiques et les entrepreneurs privés à l'égard du projet BIMplement, et sélectionner des projets expérimentaux.

Un territoire supplémentaire a rejoint le projet par la suite : La Nouvelle Aquitaine.



Illustration 2: 8 territoires en France

1 Maison de l'Emploi

4.3. La situation des maîtres d'ouvrage

Cependant, une telle stratégie prend certainement beaucoup de temps, beaucoup plus que prévu. Il est en effet difficile de convaincre les maîtres d'ouvrage et leurs équipes de changer leur façon de traiter les contrats, et de se perfectionner sur des sujets dont ils n'étaient pas vraiment conscients. C'est pourquoi, en plus des campagnes de sensibilisation menées à grande échelle, plusieurs réunions techniques et de sensibilisation supplémentaires ont été nécessaires pour expliquer en profondeur aux maîtres d'ouvrage et aux équipes de maîtrises d'ouvrage le processus de mise en œuvre du BIM, et les former, en particulier, à l'amélioration de leurs cahiers des charges.

Ce dernier point est très important car le maître d'ouvrage a le moyen de rendre obligatoire la mise en œuvre du BIM sur chantier et la formation au BIM sur chantier pour une qualité de construction meilleure et plus efficace.

4.4. La situation des entreprises

Un dernier sujet, mais non moins important, est le type d'entreprises françaises de la construction. La plupart d'entre elles sont de petite et moyenne taille, emploient moins de 50 personnes et n'ont souvent qu'un ou deux employés (voir fig. 3). En outre, la plupart d'entre elles présentent une faible maturité BIM, ce qui implique la nécessité d'un véritable processus d'acculturation BIM de base. L'accent a été mis sur ces entreprises car elles représentent une grande majorité, mais ce sont aussi celles qui sont le moins impliquées dans la formation, le nZEB et le BIM.

Convaincre ces PME d'être plus compétentes en matière de construction de nZEB et de BIM, et ainsi, améliorer leurs pratiques quotidiennes, est un enjeu important pour la France pour atteindre la directive européenne EPBD sur l'énergie.

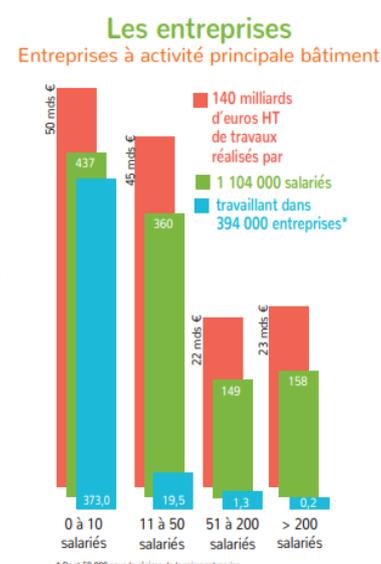


Illustration 3: Les entreprises du bâtiment en France, 2018, www.ffbatiment.fr

4.5. Détail des campagnes de sensibilisation menées en France

4.5.1. Campagnes de sensibilisation menées en France

Les 4 territoires initiaux (tels que décrits au § 4.2.) ont commencé leurs campagnes de sensibilisation fin 2017 ou début 2018. Chaque territoire est représenté par une "Maison de l'emploi" où un BIMplement coach a été désigné (voir D4.1, 4.2, 4.4). Les BIMplement coaches sont étroitement liés aux territoires locaux, tant en termes d'économie que de politiques publiques.

Plusieurs réunions (tableau 3) ont été organisées par AVE et ASTUS afin de présenter et d'expliquer le projet BIMplement et ses objectifs, de les former aux outils préparés à leur attention, de faire un suivi de la mise en œuvre et de proposer des échanges sur leurs sentiments et leurs réactions.

Date	Lieu	Nombre total de maisons de l'emploi concernées	Nombre total de participants
07/06/2019	En ligne	7	5
05/03/2019	Istres	3	5
11/10/2018	Dijon	6	8
13/03/2018	Paris	7	10
11/10/2017	Paris	8	11
06/07/2017	Paris	8	11

Tableau 3: Réunions d'information et de formation des coaches BIMplement

Leur rôle a été :

- **convaincre les organismes publics**, en particulier les bailleurs sociaux, ainsi que les promoteurs privés, de mettre en œuvre le processus BIMplement dans leurs propres projets de construction,
- **expliquer l'utilité de l'utilisation de maquettes BIM** aux entreprises du bâtiment et aux chefs de projet, y compris les employés,
- présenter le **processus FIT**, qui consiste à former sur chantier, afin que les opérateurs acquièrent de meilleures pratiques en matière d'étanchéité à l'air et de ventilation,
- et surtout, **d'animer les équipes des projets pilotes et expérimentaux**, de rédiger des accords entre les partenaires des projets de site et de suivre sur le terrain les activités liées à BIMplement.

À cette fin, les BIMplement coaches ont organisé ou participé à des événements publics (tableau 4) où ils ont pu expliquer le projet BIMplement et montrer l'intérêt de la mise en œuvre du processus BIMplement. Dans certains cas, une présentation sur le BIM a été réalisée par ASTUS pour rendre plus concret le message du BIMplement coach. Ils ont également participé à la majorité des sessions de formation et des réunions avec les partenaires du projet.

Type d'événement de sensibilisation	Nombre d'événements
Conférences de sensibilisation, ateliers...	33
Sensibilisation des acteurs / ASTUS/ Maison de l'emploi	20
Formateurs en sensibilisation	1
Bulletins d'information	6
Articles en ligne	8
Conférences de sensibilisation en ligne, ateliers...	4
Réunion de préparation ASTUS/House of Employment	7
Réunion des entraîneurs du BIM	6
Comité de pilotage	2
Comité technique	4

Tableau 4: Type d'événements de la campagne de sensibilisation en France

4.5.2. Exemple de campagne de sensibilisation en Bourgogne France-Comté

En Région Bourgogne France-Comté, 23 réunions ont été organisées par CREATIV (voir tableau 5), le BIMplement coach local, avec plusieurs institutions publiques, bailleurs sociaux et professionnels, qui ont manifesté leur intérêt pour l'utilisation du BIM sur le chantier. La plupart du temps, ASTUS participe aux réunions.

Date	Description	Profil des participants	Nombre de participants
04/12/2017	Rencontre avec la Métropole de Dijon	Métropole Dijon	3
12/01/2018	Réunion avec Constructys	Constructys	2
26/03/2018	Conférence : BIM Technologie numérique et bâtiment	[Industrie]	20
05/04/2018	Présentation du projet BIM et Grand Dijon Habitat à l'Agence française de transition écologique - ADEME	ADEME BFC	1

Date	Description	Profil des participants	Nombre de participants
29/08/2018	Rencontre avec la FFB de la région BFC - Fédération française du bâtiment	FFB	2
16/10/2018	1st BFC Steering Committee BIMplement	Acteurs régionaux BFC	11
05/01/2019	Réunion avec l'Association des architectes - présentation du projet	CROAB FC	1
11/01/2019	Réunion avec l'AFPA - Journée portes ouvertes	AFPA	1
22/01/2019	Campus CFA des Métiers	CFA	2
14/02/2019	Réunion avec le Conseil du Recteur de Dijon	Recherche et enseignement supérieur	1
05/04/2019	Inauguration du site pilote - Piscine du Carrousel	Grand public	20
23/07/2019	Protocole BIM - Dijon	Associations professionnelles	9
18/12/2019	1st BFC Steering Committee BIMplement	Acteurs régionaux BFC	13

Tableau 5: Participation aux événements de sensibilisation dans la région de Bourgogne Franche Comté, France

A l'issue de ces réunions, 1 projet pilote et 2 sites de projets expérimentaux ont pu être proposés autour de l'introduction de l'utilisation du BIM sur chantier :

- Piscine du Carrousel : Projet pilote
- Lycée Pergaud : Site expérimental
- Lotissement bois St John Perse : Site expérimental

4.5.3. Exemple de réunions de sensibilisation avec des centres de formation en région PACA

En plus de ces campagnes de sensibilisation, des réunions spéciales ont été organisées pour les centres de formation dans différentes régions. Elles avaient pour but de présenter le projet BIMplement, et le rôle attendu de ces centres de formation dans le cadre du processus BIMplement, en matière de formation à l'utilisation des maquettes BIM par les entreprises.

Par exemple, le 23/05/2018, la MAISON DE L'EMPLOI OUEST PROVENCE a fait une présentation de BIMplement à 10 centres de formation, pour 13 participants.

Les centres de formation qui ont participé à la campagne de sensibilisation.

- Ad pro formation
- Agence Nationale pour la Formation Professionnelle des Adultes
- Formation Artech
- Assistance technique sécurité industrielle ATSI
- CIPEN Cluster d'innovation pédagogique et numérique
- Ei groupe
- Formel
- GRETA Provence
- Lycée professionnel Jean Moulin

- Squaresofts

4.5.4. Résultats quantitatifs en termes de campagne de sensibilisation pour BIMplement

Les activités de sensibilisation en France peuvent être quantifiées comme suit :

- Nombre de participants - événements de sensibilisation du public : 1697 personnes (ill. 4, tableau 6)
- Personnes touchées par la sensibilisation en ligne : 9900 personnes

Type d'événement de sensibilisation	Nombre d'événements
Conférences de sensibilisation, ateliers...	33
Sensibilisation des acteurs	20
Formateurs en sensibilisation	1
Bulletins d'information	6
Articles en ligne	8
Conférences de sensibilisation en ligne, ateliers...	4

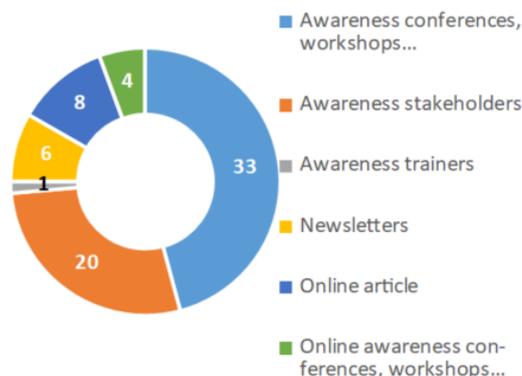


Illustration 4: Activités de sensibilisation en France

Région en France	Conférences de sensibilisation, ateliers...			Réunions de sensibilisation des parties prenantes		
	Nombre d'événements	Nombre de participants	Profil des participants	Nombre d'événements	Nombre de participants	Profil
Hauts de France	4	160	Grand public, communauté scientifique (enseignement supérieur, recherche)	10	20	Entrepreneurs privés et publics, gestionnaires,
BFC	4	25	Fédération Française du Bâtiment, Association des Architectes, AFPA, Campus CFA des Métiers	7	37	Industrie, ADEME, Communauté scientifique (enseignement supérieur, recherche), Associations professionnelles
Nouvelle Aquitaine	1	30	Décideurs politiques >> niveau national, régional et local			
Ile de France	4	750	Grand public, décideurs politiques, industrie			
PACA	7	74	Organismes publics, centres de formation, acteurs publics régionaux et nationaux, professionnels, grand public			
Auvergne-Rhône-Alpes	13	559	Demandeurs d'emploi, Travailleurs, Professionnels de l'emploi, Entrepreneurs publics, Entreprises, Décideurs politiques, Enseignement supérieur, Recherche	3	16	PME, gestionnaires, entrepreneurs et centres de formation
Total	33	1598		20	73	

Tableau 6: campagne de sensibilisation dans les différentes régions françaises

Voir en annexe Annex 3 ; liste des événements de sensibilisation.

4.6. Implication et retour d'information des coachs BIMplement

En France, deux principaux types d'outils ont été mis en place au cours du projet BIMplement :

- le modèle BIM comme outil pour améliorer la qualité des nZEB,
- et la "FIT" qui est une formation pratique et sur site pour améliorer la pratique de l'étanchéité des cols bleus.

4.6.1. Activités des BIMplement coaches pour développer l'utilisation du BIM

4.6.1.1. Objectifs des réunions avec les autorités publiques et d'autres maîtres d'ouvrage

Le processus de décision qui permet finalement d'accepter, et donc de mettre en œuvre la formation BIM et BIMplement dépend de nombreux facteurs, tels que le niveau de sensibilisation des maîtres d'ouvrage et des petites entreprises aux impacts positifs à long terme du BIM et de BIMplement, leur état de préparation technique et même leur dynamique interne. A cet égard, nous avons dû sensibiliser en premier lieu les maîtres d'ouvrage (autorités publiques et promoteurs privés) et leurs directions techniques afin de les convaincre d'inclure le BIM dans leurs projets, et de réaliser l'importance de la formation sur site. C'est pourquoi, en plus des campagnes de sensibilisation menées à grande échelle, plusieurs réunions de sensibilisation et réunions techniques supplémentaires ont été nécessaires :

1. pour expliquer en profondeur, aux maîtres d'ouvrage et aux équipes des maîtrises d'ouvrage, le processus de mise en œuvre du BIM
2. et les former, en particulier, sur la manière d'améliorer leurs cahiers des charges pour une mise en œuvre ultérieure à grande échelle.

La mise en œuvre sur place du processus BIMplement a conduit à la signature d'un accord entre les maîtres d'ouvrage (maîtres d'ouvrage public ou promoteur privé), le bailleur de fonds (Constructys) et le formateur (ASTUS). La communication et l'information ont été réalisées au niveau local pour valoriser ce type de projets innovants et d'amélioration des compétences de la main-d'œuvre.

4.6.1.2. Objectifs des réunions avec les entreprises de construction

Le processus d'identification des sites pilotes a été très complexe et long, surtout lorsqu'il s'agit de former les cols bleus et blancs qui sont les bénéficiaires finaux de ce projet.

Dans une grande majorité des cas, toutes les entreprises participantes ont découvert les potentialités du BIM grâce aux réunions des BIMplement coaches, et toutes ont été impressionnées par la capacité du BIM à les aider à atteindre les objectifs énergétiques et qualitatifs demandés par les cahiers des charges.

Cependant, ces entreprises ont également compris que, pour mettre en œuvre l'usage du BIM, il est nécessaire de réviser leurs propres pratiques, de mettre en place une nouvelle organisation de projet et de mettre en place des sessions de formation pour l'ensemble des acteurs de la construction de bâtiments, des maîtres d'ouvrage aux gestionnaires de patrimoine, y compris à tous les niveaux des entreprises de construction.

4.6.1.3. L'implication des BIMplement coaches

Face à l'ampleur de la tâche, le rôle des BIMplement coaches a été crucial, car ils ont dû aider les maîtres d'ouvrage et les chefs de projet à trouver la meilleure façon d'organiser la mise en œuvre du projet, y compris celle du processus BIMplement. Dans de nombreux cas, ils ont reçu l'aide du formateur principal d'ASTUS qui a donné quelques précisions techniques aux maîtres d'ouvrage et aux gestionnaires de projet.

En général, entre le premier événement de la campagne de sensibilisation et la signature d'un ac-

cord pour lancer un processus BIMplement, 3 à 10 réunions ont été nécessaires. Ensuite, il était possible de lancer un projet pilote ou expérimental.

Cette approche, qui prend beaucoup de temps, semble finalement avoir du succès. Les maîtres d'ouvrage tels que les maîtres d'ouvrage publiques peuvent avoir un réel pouvoir d'exécution d'une décision, et par exemple, rendre obligatoire la mise en œuvre d'un processus BIM dans leurs projets, inclus dans leurs contrats. Ce résultat a été obtenu en Bourgogne-France-Comté où un début de changement de leurs pratiques est en cours. Convaincre tous les acteurs impliqués et à différents niveaux de l'importance et de la valeur ajoutée de la BIM et de la mise en œuvre de la BIM a finalement nécessité plus de temps et d'efforts que prévu initialement (tableau 7).

Cependant, une implication aussi intense impliquait que seuls 4 projets pilotes BIM et 4 projets expérimentaux BIM devaient être accompagnés par des maisons de l'emploi locales. Les autres projets BIM ont été mis en œuvre grâce à l'action d'ASTUS.

Site	Région	Pilote/Exp	Date du 1er événement de sensibilisation ou de la session de préparation	Nombre de réunions de préparation	Date de la première formation	Nombre de sessions de formation	Période, en mois, entre la première réunion de préparation/événement de sensibilisation et la première formation
Voreppe-Bourg-Vieux	Auvergne-Rhône-Alpes	Pilote	07/12/2017	9	18/03/2019	1	16
Résidence de l'Idolay	Auvergne-Rhône-Alpes	Expérimental	20/02/2018	5	29/03/2019	1	13
Carroussel	BFC	Pilote	04/12/2017	15	25/04/2018	7	5
Lycée Pergaud	BFC	Expérimental	24/09/2018	4	02/05/2019	1	7
St John Perse	BFC	Expérimental	15/01/2019	3	14/10/2019	2	9
Zodiak / St Nicolas Les Arras	Hauts de France	Pilote	16/05/2018	NA	11/09/2018	1	4
Port Saint Louis	PACA	Pilote	08/01/2019	3	13/05/2019	3	4
Multi Accueil Entressen	PACA	Expérimental	13/06/2018	5	NA	0	NA

Tableau 7: Temps nécessaire à la mise en œuvre de la formation

4.6.2. **Activités des BIMplement coaches pour développer les activités FIT**

4.6.2.1. Activités de sensibilisation au FIT

La FIT (Formation intégrée au travail) vise à mettre en place des "formations pratiques sur site" pour améliorer les pratiques d'étanchéité à l'air des entreprises.

Comme il sera expliqué plus loin dans ce document (§ 8.1. Le centre de formation mobile PRAXIBAT & BIM-PRAXIBAT), un soutien financier spécifique a été apporté aux activités du FIT par le biais du programme national PACTE.

Ce programme a été développé plus spécifiquement dans la région des Hauts de France, où des manifestations de sensibilisation adaptées ont été organisées :

- les réunions bilatérales (tableau 8).
- les réunions de groupe pour la sensibilisation (tableau 9)

	Politique représentants	Gestionnaires de projets	Personnel technique	TOTAL
Autorités locales (communes, EPCI)	67	50	30	147
Propriétaires	3	13	13	29
Autres	8	13	15	36
TOTAL	78	76	58	212

Tableau 8: "FIT - Formation Intégrée au Travail" / Réunions bilatérales de sensibilisation

	Politique représentants	Gestionnaires de projets	Personnel technique	TOTAL
Autorités locales (communes, EPCI)	137	53	60	250
Propriétaires	0	8	76	84
PME	0	55	89	144
Les partenaires sociaux	9	2	76	87
Autres	0	27	109	136
TOTAL	146	145	410	701

Table 9 : "FIT – Formation Intégrée au Travail" / Réunion de sensibilisation de groupe

4.6.2.2. Résultats et commentaires sur la FIT

Il a été plus facile de convaincre les autorités publiques de mettre en place un processus de formation FIT que d'utiliser des modèles BIM sur le chantier.

En France, le règlement nZEB (RT2012) impose un test d'infiltrométrie pour tous les nouveaux bâtiments résidentiels. Une valeur maximale de résultat est imposée dans la réglementation, et son défaut entraîne le refus du permis de construire. En outre, les stratégies et politiques locales du Nord de la France lient l'attribution des subventions aux résultats du test d'infiltrométrie pour les bâtiments résidentiels rénovés.

En conséquence, l'étanchéité est devenue récemment un véritable défi pour les bailleurs sociaux qui doivent rénover des centaines de logements datant du début du XXe siècle. Les formateurs BIMplement ont mis l'accent sur ces bailleurs sociaux afin de leur expliquer et de les convaincre que le processus de formation BIMplement était une véritable réponse à ce problème.

En outre, ils ont sensibilisé ces maîtres d'ouvrages aux capacités qu'ils avaient d'imposer, dans le cadre de clauses contractuelles de formation, des formations obligatoires pour les opérateurs de terrain. Les entreprises de construction sont informées, lors de l'appel d'offres, qu'un certain nombre de leurs ouvriers sur le chantier devront suivre une formation d'une journée et demie qui sera dispensée sur le chantier et à l'aide du conteneur PRAXIBAT.

Bien sûr, il a fallu un certain temps pour convaincre les premiers maîtres d'ouvrage publics. Le résultat est que, une fois qu'ils ont été convaincus et qu'ils ont testé le processus de formation, tous les bailleurs sociaux publics, et plus tard de nombreuses municipalités, ont adopté la solution et l'imposent désormais à tous les nouveaux projets. En fait, comme le montrent les paragraphes 8.2. , les tests d'infiltrométrie ont donné de très bons résultats, bien meilleurs que prévu.

5. Les outils mis en œuvre sur les projets BIMplement en France

Sur la base des différents outils identifiés dans le livrable D3.4 et développés dans le WorkPackage4, les projets expérimentés en France ont testé différents outils, selon les sites, et souvent, selon les demandes des maîtres d'ouvrage.

Deux approches principales et cinq types d'outils ont été testés :

- 1) **BIM comme outil pour une meilleure mise en œuvre du projet, et ainsi, participer à la réduction de l'écart entre la phase de conception et d'exécution**
 - 1) **Utilisation de la BIM sur chantier** (livrable D4.5 & §6.). L'objectif est de faire en sorte que toutes les parties prenantes participent à un processus BIM et utilisent les maquettes BIM sur le chantier (et, pas obligatoirement de les créer), de la conception à la mise en œuvre sur site. L'objectif des formations est d'amener toutes les parties prenantes, et en particulier les entreprises, du niveau 0 en BIM au niveau 2 en BIM.
 - 2) **Mise en œuvre d'un modèle BIM spécifique à l'étanchéité à l'air** (§ 7.). Cet outil vient en complément du précédent (utilisation du BIM sur chantier) et vise à améliorer l'étanchéité des bâtiments par l'identification dans le modèle BIM de (tous) les points faibles et l'inclusion de documents pour illustrer les solutions techniques retenues.
 - 3) **Concevoir un cahier des charges BIM pour les maîtres d'ouvrage**, afin de rendre obligatoire l'utilisation du BIM de la phase de conception à la phase d'exécution.
- 2) **Améliorer les pratiques en matière d'étanchéité à l'air et de ventilation**
 - 1) **Formation pratique sur chantier sur l'étanchéité et la ventilation** (§ 8.1.1.). Les sessions de formation sont mises en œuvre à l'intérieur d'un conteneur spécialement conçu à cet effet et utilisé comme centre de formation installé sur le site de construction.
 - 2) **Comprendre un processus BIM avec le conteneur BIM_Mobile** (§ 8.1.2.). Les sessions de formation utilisent le conteneur PraxiMobile comme une maquette grandeur nature pour présenter un modèle BIM et expliquer l'intérêt de son utilisation pour améliorer l'étanchéité et la mise en œuvre de la ventilation.

6. Approche 1 : utilisation sur site des modèles BIM

6.1. Méthodologie mise en œuvre en France pour les projets liés à l'utilisation de maquettes BIM sur chantier

6.1.1. Principes

En France, la stratégie a été d'impliquer principalement les PME et les artisans dans BIMplement. Ils participent généralement à des projets dans lesquels la maturité BIM est faible, y compris pour les maîtres d'ouvrage et les chefs de projet (architectes et bureaux d'études).

Les modèles BIM sont généralement "basiques" (voir annexe du livrable D4.7), et souvent, il ne s'agit que de modèles 3D qui peuvent être exportés au format ifc, devenant ainsi un modèle BIM de base avec principalement des données géométriques et des données spatiales. C'est pourquoi les partenaires français ont décidé d'accepter des projets où il n'y avait que des modèles 3D, qu'ils soient architecturaux, et parfois des modèles 3D métier (ex : Menuiserie, Structure, ou MEP).

Dans ces cas, le modèle 3D a été transformé par le Master formateur, en un modèle BIM, grâce à un export au format ifc. Ensuite, selon le cas, le modèle peut avoir été enrichi de documents afin de répondre à des besoins spécifiques.

Dans tous les cas, les objectifs de la formation ont été d'expliquer les bases d'un processus BIM sur chantier et de démontrer l'intérêt d'utiliser les maquettes BIM sur chantier, pendant la phase de construction, et par les opérateurs (pas seulement les cadres).

6.1.2. Comment les acteurs sont-ils analysés ?

Chaque projet a été analysé, ainsi que la méthodologie présentée dans le livrable D4.5.

- analyse des acteurs, et de leur niveau BIM et nZEB (Tableau de maturité BIM et nZEB, présenté en annexe D4.5, et disponible sur la plateforme KROQI)
- analyse du modèle 3D ou BIM, et amélioration du modèle BIM exporté par l'ifc afin de l'utiliser lors des différentes formations.

En plus de l'analyse des outils et des documents disponibles, une analyse spécifique des parties prenantes a été effectuée. Les parties prenantes ont été identifiées, ainsi que leurs relations en termes de BIM.

Ces relations sont présentées dans le schéma générique ci-après (voir figure 5). Elles sont représentées sous forme de liens qui peuvent apparaître à différents stades du projet.

Lorsqu'il est appliqué à chaque projet, un trait plein signifie qu'un processus BIM a été pris en compte, et un trait pointillé signifie que le processus BIM n'est pas mis en œuvre.

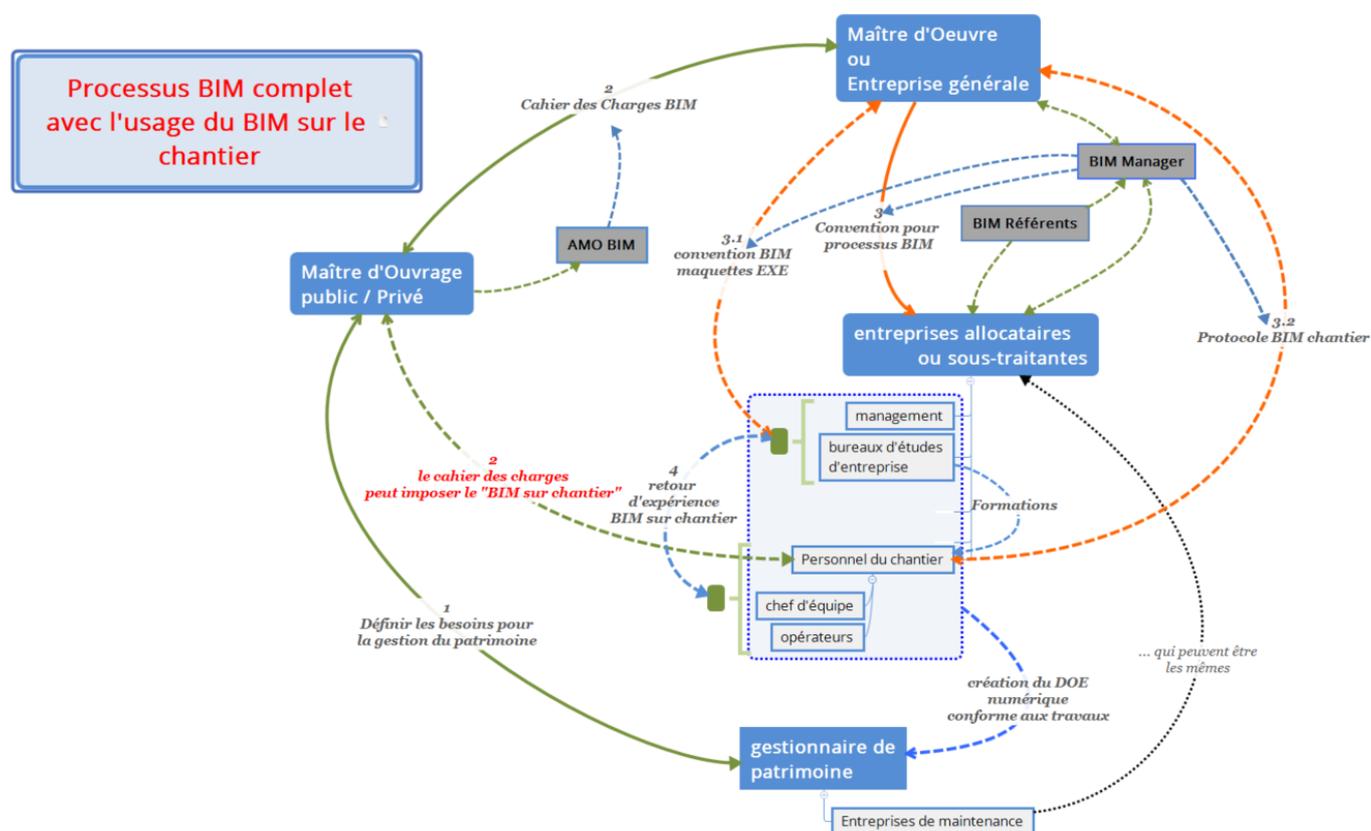
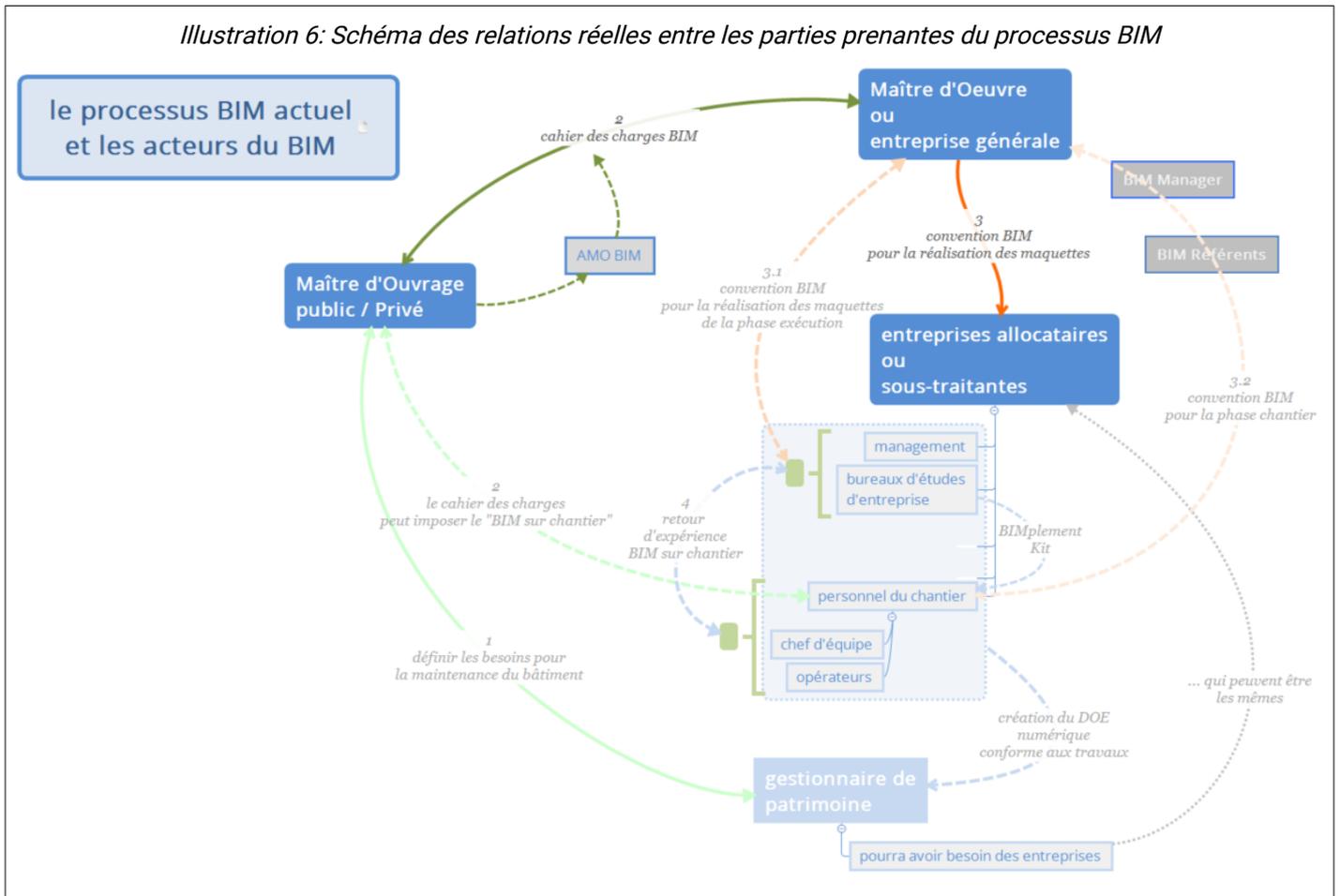


Illustration 5: identification des parties prenantes et liens en termes de processus BIM

Cependant, cette présentation semble assez idyllique et actuellement, aucun projet ne met réellement en œuvre un tel processus. En fait, les liens et les relations entre les parties prenantes sont actuellement beaucoup plus simples (Fig.6). L'un des objectifs des sessions de formation est d'expliquer l'importance et l'intérêt de ces nouveaux liens, et cette explication doit être donnée à toutes les parties prenantes, du maître d'ouvrage aux cols bleus sur le site.

Illustration 6: Schéma des relations réelles entre les parties prenantes du processus BIM



Les questions soulignées par ce schéma sont :

1. le niveau de programme du projet
Pourquoi le maître d'ouvrage demande-t-il un modèle BIM ?
Pour quoi faire ? Est-ce pour un meilleur design ? Pour une meilleure mise en œuvre ? Ou pour une collaboration avec le gestionnaire des installations qui assurera l'entretien du bâtiment en utilisant le modèle DOE "tel que construit" ?
2. le lancement du projet par le maître d'ouvrage
Le maître d'ouvrage a-t-il rédigé un cahier des charges BIM à l'attention du maître d'oeuvre ?
Quel est leur niveau de détail ?
Y a-t-il des demandes spécifiques en termes d'objectifs à atteindre (nZEB, étanchéité, QAI ...) ?
Y a-t-il des demandes spécifiques en termes de qualité de la main-d'œuvre, en termes de compétences obligatoires ?
3. Convention BIM du maître d'œuvre
Le maître d'œuvre a-t-il rédigé une convention BIM (BEP) à l'attention des entreprises de construction ? Quel est son niveau de détail ?
Les spécification de la convention BIM sont-elles applicables uniquement à la phase de conception ? Ou bien intègrent-elles l'utilisation du BIM sur chantier ? Un modèle DOE BIM, conforme à l'exécution, est-il demandé ?
Quels sont les lots qui doivent concevoir leur propre modèle commercial ? Y aura-t-il un BIM manager pour la synthèse ? Qui est en charge de la mise à jour de la maquette BIM pour les modifications identifiées pendant la phase exécution ?
4. La formation des opérateurs de chantier au sein des entreprises de construction
Les entreprises de construction organisent-elles des sessions de formation sur l'utilisation du BIM sur les chantiers pour leurs ouvriers ?

Y a-t-il un retour d'information organisé au sein de l'entreprise pour évaluer si les données contenues dans le modèle BIM sont pertinentes pour les travailleurs sur site ?

La réalisation d'un tel schéma donne un aperçu général de la situation du processus BIM, en complément du niveau de compétences évalué dans le "tableau d'identification des projets".

6.1.3. Comment les projets sont-ils analysés ?

6.1.3.1. le niveau BIM des parties prenantes

Dans la plupart des projets expérimentés en France, le niveau de maturité BIM des entreprises, cadres comme opérateurs, est bas ou très bas, il correspond en général à un niveau 0 (aucune connaissance) ou à un niveau 1 (sensibilisation).

L'explication de cette classification est donnée dans le tableau « maturité BIM et nZEB. Son usage est donné dans les documents « guide d'utilisation du tableau « maturité BIM et nZEB disponible sur la plateforme KROQI.

Dans ce cas très fréquent, l'objectif est de faire passer les équipes des entreprises formées :

- du niveau 0 = aucune connaissance du BIM
- au niveau 2 = capacité de visualiser un modèle 3D, d'échanger avec d'autres parties prenantes, de lire et de relier des documents au modèle BIM.

maitre d'ouvrage	vous demandez dans votre cahier des charges une maquette 3D ou BIM pour pouvoir suivre l'évolution du projet de l'esquisse au DCE, mais n'imposez pas de données BIM.
BIM manager	Vous pouvez rédiger un protocole BIM simple Vous savez vérifier l'export/import d'un modèle BIM pour collaborer avec plusieurs maquettes métiers (même famille de logiciels et/ou IFC) et en vérifier la cohérence
maitre d'oeuvre/archi et BET	Vous pouvez exporter / importer un modèle 3D pour collaborer avec plusieurs maquettes métiers (même famille de logiciels et/ou IFC)
entreprises _ dirigeant ou chef de projet	Vous savez utiliser des viewers pour analyser les modèles BIM du chef de projet Vous pouvez proposer une liste de documents à faire ajouter au modèle (par le chef de projet)
entreprises : chef de chantier/chefs d'équipes	Vous avez une pratique active des viewers ou d'une plateforme collaborative, et savez lire et utiliser des documents liés aux objets des maquettes
entreprises opérateurs de chantier & compagnons	vous êtes capable de prendre connaissance d'un projet, à l'aide de viewers, grâce aux maquettes existantes pour ce chantier

Tableau 10: niveau de connaissance requis pour correspondre au niveau "BIM_2", pour les acteurs de l'entreprise

Le niveau 2 correspond au niveau minimum que devraient atteindre tous les acteurs d'un projet pour permettre de mettre en œuvre un processus BIM global, qui permet la participation active de tous les acteurs.

Le tableau 10 présente les compétences BIM de niveau 2 que doivent avoir les différents acteurs d'un projet.

Dans de nombreux cas, en complément des sessions de formation pour les entreprises, des sessions de formation supplémentaires ont dû être dispensées aux maîtres d'ouvrage, et parfois à certains acteurs de la maîtrise d'oeuvre, afin de les amener également au niveau 2 au minimum.

6.1.3.2. Modèles 3D et BIM

Comme expliqué précédemment, en France, l'accent a été mis sur les entreprises qui sont encore loin des processus BIM. Cela signifie que, dans la plupart des projets, la qualité des modèles BIM est assez faible.

En fait, il y a trois principaux cas différents (dans l'annexe du livrable D4.7, 5 niveaux de cas de figures est présenté) :

1. Modèles 3D uniquement

Dans ce cas, l'architecte a conçu son projet à partir d'un modèle 3D (Archicad par exemple). La stratégie développée en France par le formateur BIMplement a alors été :

- d'exporter ce projet 3D dans un format ifc, grâce à la fonction d'exportation d'un logiciel d'architecture, pour avoir accès aux données de base (espace, dimensions, niveau, ...)

- de vérifier la qualité du modèle, parfois corriger/faire corriger certaines erreurs, puis le rendre accessible aux parties prenantes du projet via les visionneuses BIM gratuites,
 - enrichir ce modèle BIM de base avec des documents (tels que présentés en D4.5) afin d'améliorer la compréhension et la mise en œuvre du projet par les travailleurs sur site.
2. Un seul modèle BIM du projet
- Dans ce cas, l'architecte ou le maître d'oeuvre a conçu un modèle BIM, comprenant l'architecture et certains équipements tels qu'un système de ventilation globale. Il n'y a pas d'autres modèles BIM techniques. Ce qui a été fait dans ce cas :
- vérifier les données introduites dans le modèle BIM. Habituellement, le système de ventilation n'est qu'indicatif et utilise des objets BIM génériques
 - lier des données et des documents supplémentaires, par exemple : plans électriques ou de ventilation détaillés en 2D, détails architecturaux,
 - enrichir le modèle avec des documents relatifs à l'étanchéité et à la ventilation, afin d'améliorer la compréhension et la mise en œuvre des projets par les opérateurs.
3. S'il y a plusieurs modèles BIM
- Dans ce cas, rare dans le cadre de BIMplement, le formateur BIMplement doit
- vérifier la cohérence entre les différents modèles, et éventuellement vérifier/gérer la détection des conflits,
 - enrichir les modèles avec des documents relatifs à l'étanchéité et à la ventilation, afin d'améliorer la compréhension et la mise en œuvre des projets par les opérateurs.

Ces modèles, quel que soit leur niveau de précision, sont ensuite utilisés pour concevoir les différentes sessions de formation.

6.1.3.3. Documents contractuels relatifs au BIM

Ces documents concernent, d'une part, les demandes des maîtres d'ouvrage en termes de BIM envers l'architecte ou le maître d'oeuvre, et d'autre part, les demandes de l'architecte ou du maître d'oeuvre envers les entreprises de construction, et éventuellement les ouvriers du chantier (voir Tab. 11).

Équipe de maîtrise d'Ouvrage	
Texte 0	aucune demande d'utilisation de modèles 3D ou d'outils BIM
Texte 1	Le cahier des charges BIM demande un modèle 3D, aucune spécification de données n'est requise
Texte 2	Le cahier des charges BIM intègre une rédaction d'une spécification BIM généraliste
Texte 3	Le cahier des charges BIM comprend un tableau d'objets BIM
Texte 4	Le cahier des charges BIM demande l'utilisation de logiciels BIM professionnels, tels que les vérificateurs de modèles
Texte 5	les demandes du cahier des charges BIM sont liées à l'utilisation d'un logiciel de gestion de patrimoine (GMAO - système informatisé de gestion de la maintenance, GTC - gestion technique centralisée)
BIM Manager	
Texte 0	Il n'y a pas de cahier des charges BIM de la part du maître d'ouvrage, et il n'est pas nécessaire d'avoir un responsable BIM du côté du maître d'oeuvre
Texte 1	Il n'y a pas de cahier des charges BIM de la part du maître d'ouvrage, mais le maître d'oeuvre peut demander à un BIM manager de gérer les différents modèles métier réalisés par les entreprises de construction
Texte 2	Le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage est simple et impose un BIM manager pour mettre en place une collaboration de base entre toutes les acteurs et vérifier les modèles dans les visionneuses
Texte 3	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage impose un BIM manager pour mettre en œuvre un processus BIM de base et une collaboration entre toutes les parties prenantes, en particulier pour les lots comportant les modèles BIM requis et vérifier les modèles dans les visualiseurs pour s'assurer de leur conformité avec le cahier des charges du maître d'ouvrage
Texte 4	Le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage impose un BIM manager - pour assurer la mise en œuvre d'un processus BIM - d'utiliser un logiciel BIM pour vérifier la cohérence géométrique entre les différents modèles (vérifier les conflits géo-

	métriques) - de vérifier la qualité des données des objets BIM, comme demandé par la table d'objets du maître d'ouvrage Le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage impose un BIM manager - de vérifier le modèle conforme à l'exécution, - de vérifier que les propriétés de l'objet BIM répondent au cahier des charges du maître d'ouvrage
Texte 5	
	Maître d'Oeuvre / Chef de projet de l'Équipe de conception
Texte 0	le cahier des charges du maître d'ouvrage ne demande que la conception de plans en 2D
Texte 1	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage ne demande que la conception d'un modèle 3D d'architecture. Mais certaines entreprises de construction peuvent proposer un modèle commercial 3D ou BIM
	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage
Texte 2	- demande d'exportation de modèle(s) 3D au format ifc pour la collaboration, et exportation de plan 2D - impose le remplissage de propriétés avec un tableau d'objets BIM de base
	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage
Texte 3	- demande l'exportation de modèles 3D au format ifc, utilisé pour l'intégration de plans 2D, ou pour modèles BIM-métier - impose le remplissage des propriétés selon un tableau d'objets BIM de base le maître d'oeuvre met en œuvre un processus BIM décrit dans un protocole BIM de base
	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage
	- spécifie les lots qui doivent présenter un modèle BIM - demande l'exportation de modèles 3D au format ifc utilisé pour l'exportation de plans 2D ou pour les modèles BIM commerciaux - exige le remplissage des propriétés avec un tableau d'objets BIM de base
	Le maître d'oeuvre
Texte 4	- met en œuvre un processus BIM décrit dans un protocole BIM précis, y compris un tableau d'objets BIM précis - travaille en étroite collaboration avec un BIM manager pour la vérification des conflits
	le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage contient des demandes précises à la fois
Texte 5	- pour la phase de construction (données des objets BIM, processus BIM, collaboration, contrôle de qualité, mise en service ...) - et pour le DOE numérique : tables d'objets BIM, documents joints, ...)

Tableau 11: Spécifications BIM du maître d'ouvrage et demandes de MPE du maître d'oeuvre

Dans la plupart des cas, en France, les exigences BIM des maîtres d'ouvrage pour les "petits" projets sont de niveau 0 ou 1.

L'objectif des partenaires français est de convaincre toutes les parties prenantes qu'un modèle BIM de base - mais correct et cohérent - (au lieu de fournir uniquement des plans 2D) est obligatoire pour atteindre la qualité et l'efficacité du nZEB, et de démontrer qu'un tel modèle est d'une grande aide pour une mise en œuvre sur site conforme à la conception.

L'accompagnement des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'Oeuvre par les partenaires français de BIMplement a pour but de les former afin qu'ils soient capables de rédiger des documents BIM de niveau 2 (voir "tableau de scan de maturité").

6.1.4. Comment les projets ont été archivés - La plate-forme KROQI

Les partenaires français ont ouvert une [plateforme collaborative spécifique KROQI](#) (Fig. 5) afin d'archiver les documents nécessaires qui seront ensuite réutilisés par les formateurs BIMplement actuels et futurs.

Chaque projet, pilote ou expérimental, est stocké sur la plate-forme et différents types de fichiers ont été téléchargés, en fonction du projet, tels que :

- les premiers modèles 3D du maître d'oeuvre et de l'entreprise
- Les modèles BIM, tels que créés à partir du modèle 3D par les formateurs du Master BIMplement d'ASTUS
- diaporamas de la session de formation

Cette plateforme et ses données ne sont accessibles que sur demande à ASTUS. Une partie de ces données sera rendue accessible aux futurs formateurs BIMplement.

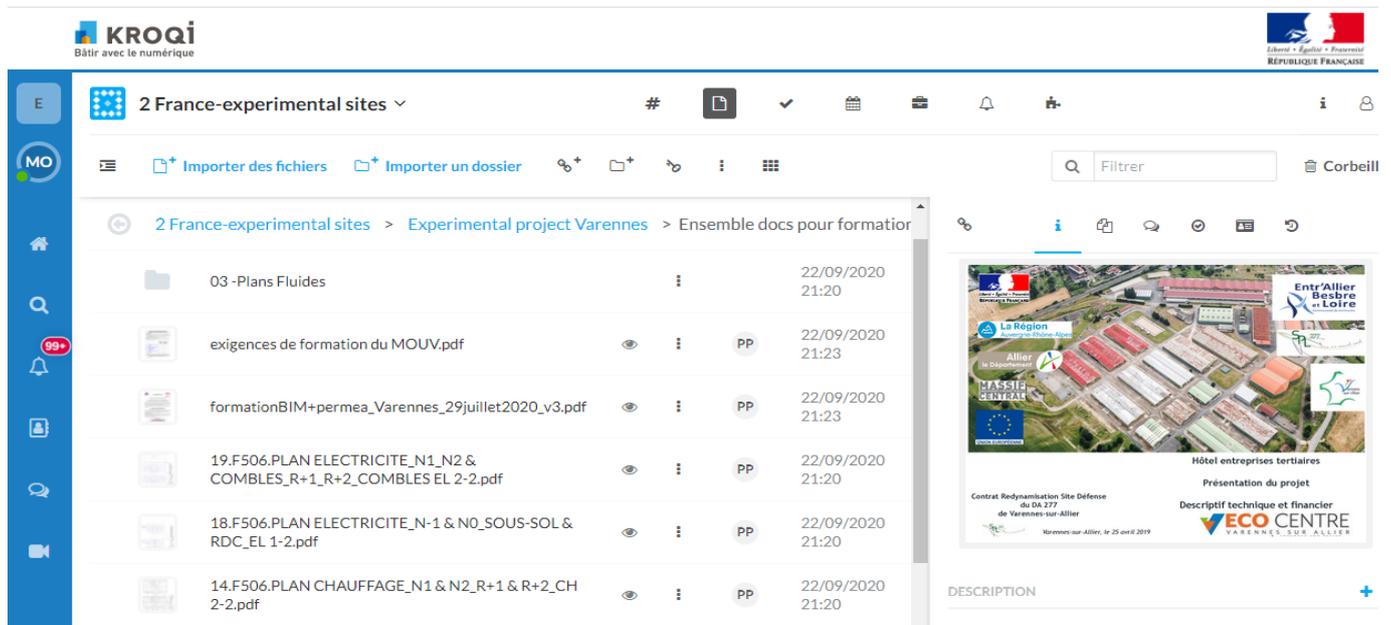


Illustration 7: exemple de données, téléchargées sur KROQI, pour le projet de Vareennes

6.2. Projets utilisant des maquettes BIM sur chantiers

L'utilisation de maquettes BIM sur chantiers a été testée dans le cadre de 4 projets pilotes

6.2.1. Le projet pilote Zodiak

Le projet Zodiak est un immeuble de bureaux situé à Saint Nicolas-Lez-Arras, dans le territoire des "Hauts de France". Ce projet est le **tout premier** à avoir été mis en œuvre en France dans le cadre du projet BIMplement. Il a donc servi d'expérimentation grandeur nature en termes d'"utilisation du modèle BIM sur site". Zodiak est constitué de 2 bâtiments, 600m² et 400m².

6.2.1.1. Retour d'expérience sur les formations

Tous les participants ont été très intéressés par le contenu de la formation car ils ont pu découvrir ce qu'est le BIM, même si, au préalable, ils n'étaient pas vraiment enthousiastes à l'idée de participer ! Lors de cette formation, c'était la première fois que les entreprises de construction voyaient le modèle 3D du projet. Ils n'avaient reçu que des plans en 2D.

Cependant, il semble que les concepts qui ont été développés pendant la session de formation étaient bien trop innovants pour être mis en œuvre par les entreprises de construction sans un soutien extérieur supplémentaire.

Mais ce n'est pas la seule raison pour laquelle le BIM n'est pas utilisé sur la deuxième tranche de la construction :

- le maître d'œuvre n'était pas vraiment prêt pour le BIM (manque de compétences) et craignait que l'utilisation du BIM ne génère des retards sur le site
- en raison des retards de construction, il n'a pas été possible de dispenser des formations supplémentaires
- aucun détail technique n'a été conçu pour résoudre les problèmes d'étanchéité, et les entreprises ont dû traiter ces questions directement sur place. Pourtant, le BIM aurait pu être d'une grande aide en raison de la structure métallique des bâtiments.

Quoi qu'il en soit, le promoteur a convenu que la mise en œuvre d'un processus BIM sur chantier serait d'une grande aide pour atteindre les objectifs énergétiques et qualitatifs demandés. Par conséquent, il serait intéressé par la mise en œuvre d'un processus BIM sur un autre projet, sous réserve d'un meilleur encadrement des entreprises de construction. Cependant, jusqu'à présent, il n'y a pas eu de suivi.

6.2.1.2. Les enseignements tirés

Dans la période du projet BIMplement (2017-2020), les projets de type "Zodiak" sont, en France, les cas le plus fréquents, sauf pour les opérations estampillées "BIM". Dans ces cas, l'objectif principal est de montrer les utilisations potentielles d'un processus BIM « global » et de convaincre tous les acteurs qu'ils devront mettre en œuvre ce processus dans leurs différentes structures.

Ce premier projet BIMplement a permis de préciser le contexte des acteurs et les objectifs et contenus des futures formations pour les entreprises du bâtiment :

1. Faire comprendre à la maîtrise d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre l'intérêt de l'utilisation du BIM et le rendre inévitable par la suite.
2. Montrer que dès qu'il y a un modèle 3D, il est possible de montrer l'intérêt d'utiliser un processus BIM sur le site. En particulier, montrer l'intérêt d'avoir un modèle BIM pour effectuer la détection des collisions et éviter les problèmes futurs, par exemple avec la ventilation.
3. S'il n'existe pas de modèle MEP, il est intéressant de montrer les possibilités de relier les plans de fluides 2D au modèle existant pour mieux définir et signaler les points critiques, par exemple en liant les détails techniques et les guides de mise en œuvre à la maquette.
4. Démontrer les possibilités sur un projet de considérer à l'avance les points critiques et les procédures à appliquer pour une étanchéité à l'air correcte, en liant des explications sur ces points à certains objets du modèle.
5. Montrer la possibilité, via des tablettes, d'établir un système de communication entre le personnel de conception et le personnel du site.

6.2.2. Le projet Carrousel

Le projet Carrousel est situé à Dijon, en "Bourgogne-Franche-Comté". Il consiste en la rénovation d'une piscine, comprenant des bâtiments de bureaux et de services, et la construction de nouvelles infrastructures d'activités.

6.2.2.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation

Les sessions de formation ont fait comprendre aux entreprises l'intérêt du BIM et les ont convaincues que la maquette BIM est un outil qui les aidera à atteindre une mise en œuvre de qualité. Ces sessions ont aussi permis de les informer que le BIM sera bientôt généralisé.

Des modèles métiers ont été exigés lors de l'appel d'offres pour plusieurs lots :

- Pourtant, seule l'entreprise de charpente métallique a utilisé son modèle BIM sur le site.
- L'entreprise chargée des VRD a conçu son modèle, même si ce n'était pas obligatoire : elle a décidé de travailler avec le BIM sur chantier pour ses futurs projets.
- Quant aux autres entreprises concernées par la demande de modèles BIM (structure en béton, MEP, installations de natation ...), elles n'étaient pas vraiment concernées par le processus BIM dans lequel elles étaient impliquées, principalement parce qu'elles n'avaient pas la maturité BIM requise par le cahier des charges. Ces entreprises ont donc dû externaliser la conception de leur modèle BIM. La synthèse BIM a mis en évidence le coût élevé d'une telle procédure.
- Finalement, ces entreprises n'ont pas non plus utilisé leurs modèles sur place, et n'ont pas vérifié les interfaces avec les autres lots, ce qui a entraîné d'importantes erreurs sur place.

Une autre raison pour laquelle le modèle BIM n'a pas été utilisé sur place est liée au premier BIM manager du projet :

- il n'a pas essayé de jouer le jeu de l'utilisation sur place du BIM
- aucune plateforme de collaboration n'a été mise en place, ce qui a créé une confusion sur

les dernières versions des modèles BIM

- les modèles BIM n'ont pas été livrés à temps sur le chantier
- et surtout, lors des réunions de chantier, aucun modèle BIM n'a été utilisé, seuls des plans en 2D ont été utilisés pour répondre aux points critiques.

6.2.2.2. Les enseignements tirés

Ce projet Carrousel a montré que :

- Pour que les entreprises s'engagent dans un processus BIM, il faut les convaincre de l'intérêt d'avoir un modèle BIM qui montre ce qu'elles doivent mettre en œuvre et comment traiter les questions inter-métiers.
- La participation active du maître d'ouvrage est une question clé pour le succès d'un processus BIM global.
- Malgré l'implication du formateur de BIMplement, le problème de l'étanchéité s'est soldé par des résultats plutôt faibles. Un modèle BIM, enrichi de documents techniques et utilisé sur place aurait dû améliorer ces résultats (voir §7. : Projet pilote sur le modèle BIM d'étanchéité à l'air).

Cependant, le maître d'ouvrage est maintenant absolument convaincu de l'importance de mettre en place un processus BIM tout au long de la conception, de la construction et de la maintenance du projet.

En conséquence, il a inclus, dans le cahier des charges du gestionnaire de l'installation, une utilisation obligatoire du modèle BIM-DOE - tel que construit, et a demandé une formation BIM supplémentaire pour le gestionnaire de l'installation.

6.2.3. ***Le projet Voreppe***

Le bâtiment Voreppe consiste en la rénovation d'un bâtiment résidentiel, 338 logements, 3000m², construit les années 70.

6.2.3.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation

Lors des premières sessions de formation, l'entreprise était assez à l'aise avec l'utilisation des tablettes. La plupart d'entre eux avaient entendu parler de BIM, mais cette session leur a permis de découvrir pour la première fois comment cela fonctionne.

Le principal résultat concerne les chefs d'entreprise qui ont compris l'intérêt d'avoir accès à des données situées sur une plateforme collaborative et accessibles avec une tablette. Cependant, comme expliqué dans le paragraphe suivant, les formations complémentaires prévues n'ont pas pu être mises en place.

6.2.3.2. Retour d'expérience des maîtrise d'ouvrage et d'œuvre

L'avancement de la partie formation du projet a rencontré de nombreuses difficultés, principalement dues à l'absence de stratégie globale en termes de BIM. Cela explique pourquoi une seule session de formation a été organisée et montre l'importance, pour tous les acteurs, d'être convaincus de l'intérêt du BIM et d'être impliqués dans le processus BIM.

- Le Maître d'ouvrage

Au début, le Maître d'ouvrage n'était pas intéressé par l'utilisation du BIM sur le projet, encore moins sur le chantier. Cependant, en expliquant les objectifs de la mise en œuvre du BIM et en proposant une session de formation gratuite pour son équipe, un changement est intervenu. Suite à un changement d'un membre de l'équipe, un contrat a été signé avec un AMO BIM et un cahier des charges BIM a été produit, avec un effet rétroactif.

Ce cahier des charges BIM n'a pas été acceptée par l'entreprise car, le document était beaucoup trop complexe et complètement déconnecté de la réalité du site. En raison d'un important manque

de compétences, le maître d'ouvrage et l'entreprise générale ne comprenaient pas ce qu'il fallait faire. Le formateur ASTUS a fait une nouvelle proposition de formation, mais non suivie d'effets.

- L'entreprise générale

Le modèle 3D de l'architecte était ancien, et sur une version du logiciel qui n'avait pas été mise à jour (le projet avait été conçu 3 ans plus tôt) lorsque le chantier a commencé. L'architecte ne voulait pas le retravailler davantage. L'entreprise générale aurait pu réaliser un nouveau modèle, car elle disposait de suffisamment de compétences internes pour le faire. Mais l'entreprise générale ne voulait pas consacrer plus de temps à ce projet, et considérait que le BIM n'était pas vraiment utile pour ce projet. Elle a également estimé que le BIM risquait d'entraîner des difficultés supplémentaires qui allaient entraîner un retard supplémentaire. Finalement, ils ont décidé de faire comme toujours, et de ne pas changer leurs habitudes.

6.2.3.3. Les enseignements tirés

Ce projet est une étude de cas où l'absence de stratégie BIM claire de la part du maître d'ouvrage n'a pas permis la mise en place de programmes de formation pour les opérateurs de chantier, même si le chef de chantier de l'entreprise générale qui a demandé ce programme de formation.

6.2.4. Atelier municipal, Port Saint Louis (PACA)

Ce 4ème projet pilote a été ajouté pour servir de test sur le 4^e territoire, le PACA. Il consiste en la construction des nouveaux ateliers municipaux de Port-Saint-Louis, y compris les bureaux, pour un total de 1000m².

6.2.4.1. Retour d'expérience des entreprises sur les sessions de formation

Les entreprises ont été très intéressées par la possibilité de visualiser des modèles en 3D à partir de visionneuses, et ont compris l'aide qu'elles pouvaient en obtenir pour la phase d'exécution. Suite à la première session de formation, un questionnaire a été envoyé aux participants afin de déterminer les questions à traiter lors de la deuxième session. Une grande majorité a demandé des exercices pratiques sur l'utilisation des visionneuses et des outils d'échange/communication. Toutefois, la plupart des dirigeants des entreprises ont estimé qu'il était trop tôt pour une mise en œuvre à grande échelle du BIM sur place, probablement parce que la direction des entreprises n'a pas confiance dans les compétences des opérateurs.

6.2.4.2. Retour d'expérience de la maîtrise d'ouvrage

Bien que l'architecte n'ait pas vraiment été intéressé par le processus BIM, le maître d'ouvrage a clairement compris l'intérêt de mettre en œuvre un processus BIM sur ses projets ultérieurs. Il regrette également de ne pas avoir eu cette expérience plus tôt pour ses projets précédents.

En effet, la municipalité venait de terminer une piscine où de nombreux problèmes sont apparus. On lui a présenté le projet Carrousel qui l'a convaincu de l'intérêt d'un processus BIM exigé par le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage pour la gestion du patrimoine.

6.2.4.3. Les enseignements tirés

Les entreprises impliquées dans la phase exécution ne sont pas les seules à être intéressées par la visualisation de modèles BIM.

Dans ce projet, la société chargée du nettoyage du chantier, et plus tard du nettoyage du bâtiment, s'est montrée très intéressée par le BIM, à la fois pour organiser le travail de ses employés, et pour leur expliquer comment et où le travail doit être effectué. Le responsable a compris que plus on est loin du secteur du bâtiment, plus un bon modèle peut être utile.

6.3. Enseignements tirés des projets "utilisation de maquettes BIM sur chantier"

La principale leçon tirée de ces quatre projets pilotes français est la suivante : pour **intéresser les entreprises du bâtiment à l'utilisation des maquettes BIM sur les chantiers** afin d'améliorer leurs pratiques et d'atteindre l'objectif de mise en œuvre du nZEB, toutes les parties prenantes doivent être impliquées dans un processus BIM « global », étendu et appliqué à la phase d'exécution, ce qui signifie qu'il y inclut officiellement les entreprises de construction.

Pour chaque partie prenante, les résultats et les propositions sont présentés ci-dessous.

6.3.1. Maître d'ouvrages, propriétaires et promoteurs

Les maîtres d'ouvrage, qu'il s'agisse d'organismes publics ou privés, ont les moyens d'obliger à utiliser le BIM sur chantier, afin d'améliorer les pratiques des entreprises et d'atteindre les objectifs d'efficacité énergétique demandés. Cela peut se faire lorsque les maîtres d'ouvrage sont accompagnés pour rédiger des cahiers des charges BIM à l'attention de leurs maîtres d'œuvre, qui incluent de manière explicite :

- L'utilisation du BIM pour la phase exécution, et pas seulement pour la phase conception,
- Préciser le niveau de compétence des travailleurs à imposer sur le chantier,
- et si ce niveau n'est pas atteint, imposer des sessions de formation pour tous les personnels de chantier concernés par l'efficacité énergétique, y compris l'utilisation sur chantier des modèles BIM.

Ainsi, ils peuvent agir à grande échelle et permettre la reproduction et la diffusion du processus. Cependant, il faut du temps pour convaincre ces acteurs qu'il vaut la peine d'investir dans cette nouvelle technologie.

En outre, les maîtres d'ouvrage doivent améliorer leurs compétences pour être capable de rédiger des cahiers des charges BIM à l'attention des équipes de conception. Dans la plupart des cas, lorsque le processus BIM était prévu dans son projet, il a été remarqué que :

- soit des documents contractuels "génériques" sont utilisés, et dans ce cas, ils ne sont pas adaptés au projet
- ou les spécifications BIM sont adaptées au projet, ... mais, en général, pour la conception SEULEMENT, et il est rarement fait référence à l'utilisation future pour la gestion du patrimoine ... "on verra plus tard !
- il n'est jamais fait mention de l'utilisation du BIM sur les chantiers par les entreprises de construction

Les propositions consistent à améliorer la qualité des cahiers des charges BIM :

- il doit inclure un tableau d'objets, même simple, qui implique un questionnement des maîtres d'ouvrage en termes d'utilisation finale du modèle BIM,
- ce tableau d'objets peut aider le maître d'ouvrage à faire une différence claire entre le modèle d'exécution, le modèle DOE, conforme à l'exécution, et le modèle pour le système d'information pour la gestion des installations
- il doit spécifier au maître d'œuvre de donner une place aux entreprises de construction, pendant la phase d'exécution, y compris l'adaptation du modèle BIM pour l'utilisation sur chantier et, incluant, si nécessaire, la formation des opérateurs de terrain.

6.3.2. Maîtrise d'oeuvre et BET - conception

Les modèles BIM sont généralement créés par des équipes de maîtrise d'oeuvre et les BET pour leur propre usage. Dans la plupart des cas, le maître d'ouvrage et le maître d'oeuvre n'étaient pas conscients que les travailleurs sur le site avaient des besoins spécifiques en matière de modèles BIM adaptés à la mise en œuvre.

Si les grandes entreprises françaises ont l'habitude de concevoir des modèles BIM complexes, la plupart des chefs de maîtres d'oeuvre français sont des architectes travaillant en collaboration avec une équipe de bureaux d'études (structure, MEP, HVAC, électricité ...). Ils produisent :

- soit un modèle 3D qui peut être exporté au format ifc, puis visualisé à l'aide d'une visionneuse,
- ou un modèle BIM de base, selon la spécification BIM de base du maître d'ouvrage,
- ou encore un ensemble de modèles BIM, en relation avec différents bureaux d'études.

Dans tous les cas, ces modèles sont destinés à la phase de conception, jusqu'à la phase d'appel d'offres. Ils n'ont jamais été conçus dans l'optique d'être utilisés sur le chantier pour la phase de mise en œuvre. Dans la plupart des cas, les entreprises de construction n'avaient pas connaissance des modèles existants et personne ne les leur ont montrés.

Les constats sont les suivantes :

- Les objets BIM sont trop souvent mal renseignés et mal classés
- dans les conventions BIM, les rôles et responsabilités des parties prenantes ne sont pas clairement établis, y compris pour les entreprises de construction
- lorsque les modèles BIM sont envoyés aux entreprises de construction, il n'y a jamais d'adaptation aux besoins du chantier.

Les propositions consistent d'abord à améliorer la qualité et le contenu du (des) modèle(s) BIM lors de la phase de conception et pour l'appel d'offres :

- respecter le cahier des charges du maître d'ouvrage s'il existe
- s'il n'y a pas de spécification BIM du maître d'ouvrage, respecter les bases en termes de données (données objet BIM, classification, géo-localisation, ...)
- assurer une cohérence absolue des données entre les modèles et les documents d'appel d'offres.

Ensuite, avant le début des travaux sur le site, les concepteurs doivent adapter leurs modèles pour que les travailleurs sur le site puissent les utiliser :

- simplifier les modèles pour ne laisser apparaître que des parties utiles du bâtiment,
- ajouter des documents et des guides d'instructions en les liant à la maquette BIM,
- proposer aux opérateurs de chantier de faire un feedback sur le modèle,
- leur proposer de participer à la création du modèle BIM DOE.

6.3.3. BIM Manager

Les BIM manager dépendent généralement de l'équipe du maître d'oeuvre, et parfois des entreprises de construction lorsqu'elles sont expérimentées et souhaitent gérer leurs propres modèles BIM pour la phase exécution.

Dans tous les cas, les compétences du BIM manager et son rôle n'étaient pas précisés par le maître d'ouvrage ou le maître d'oeuvre.

Lorsque les entreprises de construction ont un faible niveau de compétence en BIM, le BIM manager peut les aider à maîtriser le contenu des maquettes BIM, tandis que les formateurs BIM-plement s'assureront de leurs compétences pour utiliser les maquettes BIM.

6.3.4. ***Entreprises de construction***

La plupart des PME françaises ont peu ou pas de compétences ni de connaissances en BIM (faible maturité BIM), contrairement aux grandes entreprises qui ont investi ce sujet depuis assez longtemps avec leurs propres bureaux d'études. Mais en France, parce qu'elles représentent une grande partie du secteur de la construction, l'attention et les efforts doivent être portés sur les petites entreprises et les artisans. C'est aussi pour cette raison que CONSTRUCTYS est si impliqué dans le projet, apportant une réponse financière à la problématique de formation.

Plusieurs raisons peuvent expliquer leur faible niveau de compétences BIM :

- La communication sur la BIM porte principalement sur les logiciels de conception, et les aspects complexes de la modélisation, le coût élevé des logiciels et la nécessité de formations associées,
- Aucune communication n'est faite sur l'intérêt d'utiliser les modèles BIM pendant la phase de mise en œuvre,
- Dans de nombreuses entreprises, les cadres ne sont pas formés pour répondre aux appels d'offres du BIM.
- Ils ne se sentent pas concernés, "ce n'est pas une utilisation directe", "c'est un travail supplémentaire" ...

Les propositions de formation visant à améliorer les compétences des entreprises sur l'utilisation du BIM sont difficiles à concrétiser :

- La majorité des dirigeants et des bureaux d'études des PME ne maîtrisant pas le BIM, ils se sentent d'autant plus réticents à former leurs collaborateurs sur site. "L'information et la connaissance, c'est le pouvoir". Les formateurs doivent donc, non seulement développer une approche technique, mais aussi avoir une approche sociologique lorsqu'ils discutent avec les entreprises de construction, pour les convaincre d'étendre la formation aux compagnons sur le chantier.
- Les entreprises qui sont prêtes à former leurs bureaux d'études sur le BIM, ne ressentent pas le besoin de faire de même avec les opérateurs du chantier, car les chefs d'entreprise considèrent que les opérateurs ne sont pas assez compétents ! Les directeurs doivent donc d'abord être formés avant de pouvoir aborder les personnels de chantier.
- Il est intéressant de noter que, par ailleurs, les entreprises acceptent la formation FIT (voir §8.1.), à la fois parce que la formation est rendue obligatoire par les maîtres d'ouvrage et est dispensée sur le chantier, et parce que les entreprises sont très concernées depuis la mise en œuvre de la réglementation française RT2012 dans laquelle l'étanchéité est une question importante.

Les objectifs de formation des entreprises de construction sont d'utiliser (et non de concevoir) des modèles BIM en complément des plans en 2D, car cet outil est beaucoup plus puissant. Les contenus de formation proposés aux personnel de chantier des entreprises de construction ont pour objectif de :

- visualiser en 3D le travail à accomplir,
- être capable de communiquer/échanger,
- avoir un accès facile aux documents techniques numériques liés aux objets BIM du modèle,
- pouvoir enrichir le modèle avec des documents prouvant la qualité du travail sur place,
- participer activement à la création d'un modèle numérique DOE conforme à l'exécution.

En complément, lorsque le directeur ou le BET d'une entreprise a besoin de se perfectionner, une formation spécifique comprendra une explication du concept de processus BIM global, et du rôle et des responsabilités de toutes les parties prenantes.

Cependant, les sessions de formation ne suffisent pas à changer les pratiques :

- à chaque fois que possible, comme lors de BIMplement, la formation doit être appliquée au projet réel mis en œuvre par les participants à la formation, et afin qu'ils puissent directement appliquer le contenu à leur propre expérience sur le projet. Les formateurs peuvent avoir enrichi les modèles BIM pour les rendre plus pédagogiques.
- Pour les PME, changer les pratiques et utiliser la BIM, en particulier sur un chantier, est un véritable et difficile défi. Il ne suffit pas de présenter et d'expliquer les outils et le processus. Il faut un accompagnement pas à pas, par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre qui doivent être convaincus de son intérêt, ou par une personne désignée pour le faire (BIM manager ou AMO BIM du maître d'ouvrage).
- Les travailleurs sur site seront beaucoup plus disposés à modifier et à améliorer leurs pratiques s'ils sont considérés comme des parties prenantes reconnues.
- La plupart de ces questions peuvent être gérées en contrepartie d'un investissement important et de l'implication des BIMplement coaches, ainsi que des formateurs.

6.3.5. Enseignement concernant l'information et les formations

En sus des éléments présentés ci-dessus, quelques éléments supplémentaires ont été identifiés :

- Les campagnes de sensibilisation sont nécessaires et très importantes en raison du faible niveau d'information des entreprises et des maîtres d'ouvrage sur le BIM,
- Les maîtres d'ouvrage sont des acteurs clés, ils ont le pouvoir d'améliorer l'ensemble du processus BIM qui inclut effectivement les entreprises de construction,
- La communication doit être grandement améliorée pour expliquer pourquoi et comment les entreprises de construction peuvent être impliquées dans un processus BIM,
- Les formations destinées aux entreprises doivent être adaptées aux cadres d'une part, et aux ouvriers, d'autre part.
- Les managers doivent comprendre ce que signifie un processus BIM et être capables d'utiliser des visionneuses. D'après l'expérience de BIMplement, deux jours de formation sont nécessaires.
- Les personnels de chantier doivent être capables de visualiser les modèles BIM et d'utiliser les outils de visualisation. Il faut une journée pour atteindre cet objectif, mais il est nécessaire de répartir la formation en sessions de 1 ou 2 heures.

7. Approche 1 bis : Maquette BIM dédiée à l'étanchéité à l'air"

7.1.1. La question de l'étanchéité BIM

Le processus BIM qui crée des modèles BIM est adapté à presque tous les systèmes constructifs et à toutes les questions de construction ... et permet une bien meilleure représentation de presque tous les types de matériaux de construction, de produits et de structures que les plans en 2D ... sauf pour la question de l'étanchéité à l'air !

Pourtant, cette question est un point central pour assurer une haute qualité d'efficacité énergétique d'un bâtiment. En fait, deux questions se posent quand il s'agit d'inclure les questions d'étan-

chété à l'air dans les maquettes BIM :

1. Il n'existe pas d'IfcObjet lié à l'étanchéité à l'air. Cela signifie que, contrairement à la ventilation pour laquelle il est possible de lister et d'assembler tous les IfcObjects qui constituent l'ensemble du réseau de ventilation, il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de concevoir un modèle BIM incluant des solutions d'étanchéité à l'air.
2. L'étanchéité à l'air relève de la compétence de nombreux lots différents dans un projet de construction : structure, plomberie, menuiserie, ventilation, électricité, CVC, ...

Une tentative a été faite en utilisant l'IfcOpening. Cet IfcObject est utilisé par de nombreux modélisateurs BIM afin de créer des trous/ouvertures/réservations dans un objet. Par exemple, créer un vide pour laisser la place à un conduit ou un tuyau, ou pour créer une fenêtre dans un mur. L'objectif était de relier à cet objet toute information relative à l'étanchéité à l'air. Malheureusement, ces objets ne sont pas visibles pour la plupart des visionneuses. Et lorsqu'ils le sont, la plupart des données liées à cet objet disparaissent. Une autre solution a dû être conçue.

7.1.2. Processus de création de la modélisation de l'étanchéité à l'air

Dans le cadre du projet BIMplement, un concept de « maquette BIM dédiée à l'étanchéité à l'air » a été développé, puis testé sur quelques chantiers réels en France. Il vise à créer un modèle BIM spécifique centré sur toutes les questions d'étanchéité à l'air et à donner accès à tous les acteurs du chantier afin de leur apporter toutes informations nécessaires à la mise en œuvre des produits et matériaux pouvant affecter la qualité de l'étanchéité à l'air.

Ce projet a été présenté sur les sites BUILD-UP (<https://www.buildup.eu/en/news/bimplement-project-greater-energy-efficiency-using-bim-airtightness-model>) et Cordis.

Le principal enjeu de cette expérimentation est de collecter et d'intégrer dans le modèle BIM qui sera utilisé par les opérateurs de chantier toutes les informations nécessaires à la mise en œuvre de matériau/produit/solution pour rendre un bâtiment étanche à l'air.

Au cours de l'élaboration d'un tel projet, plusieurs phases doivent être suivies, avec l'aide et la participation de toutes les parties prenantes :

1. le maître d'œuvre (architecte ou équipe de conception) conçoit un modèle BIM, dans lequel des solutions standard sont données pour répondre à la question de l'étanchéité. Des tentatives de prise en compte de ce problème ont été faites en 2011 (<https://www.effiner-gie.org/web/index.php/49-premeabilite-a-l-air/permeabilite-a-l-air-du-batiment/932-documents-sur-la-mise-en-oeuvre-de-l-etancheite>)
2. les entreprises qui répondent à un appel d'offres fournissent des détails techniques (avec l'aide éventuelle d'un fabricant), y compris le nom des produits à utiliser. Ces explications peuvent faire partie du processus de sélection des offres.
3. enfin, l'entreprise de construction choisie ou le maître d'œuvre simplifie le modèle BIM original pour ses opérateurs de chantier (§7.1.3.). Cette phase a été largement accompagnée par les partenaires du projet, et principalement par le formateur français. En outre, une formation a été mise en place tant au niveau de l'encadrement qu'au niveau du site, par les partenaires français de BIMplement, pour expliquer comment utiliser et enrichir un tel modèle BIM.

7.1.3. Le processus de conception d'un modèle BIM d'étanchéité à l'air

La conception d'un modèle BIM spécifique dédié à l'étanchéité à l'air nécessite les étapes suivantes :

1. vérifier la qualité des modèles BIM et minimiser les conflits entre les modèles : structure, menuiserie, MEP, électricité ...

2. identifier tous les points faibles de l'étanchéité à l'air, qui dépendent généralement de différents lots, et qui doivent être traités (une carte mentale présente ces points dans le livrable D3.4).
3. établir des solutions d'étanchéité détaillées pour répondre à chacune de ces questions (produits adaptés, détails techniques de conception et de mise en œuvre, guide d'instructions de mise en œuvre, croquis, vidéos, ...). Dans le cadre de l'expérience BIMplement, cette étape a été réalisée avec l'aide de la société ILLBRUCK, spécialisée dans les solutions d'étanchéité à l'air,
4. extraire, du modèle BIM original, un modèle "simplifié" où, par exemple, on aura supprimé un grand nombre d'éléments qui ne sont pas liés aux points faibles de l'étanchéité,
5. intégrer les données identifiées au point 3) dans ce modèle BIM d'étanchéité à l'air et l'enrichir de fichiers techniques annexes (documents, notes, photos, guides techniques, fiches de contrôle qualité, ...) pour une meilleure mise en œuvre de l'étanchéité à l'air sur site. Ces éléments ont été adaptés à tous les artisans et corps de métiers concernés par la question de l'étanchéité à l'air.

Dans la figure 5, des documents ont été liés à la fenêtre-objet BIM : un document technique pdf, une vidéo et une fiche de contrôle de qualité à remplir par l'opérateur.

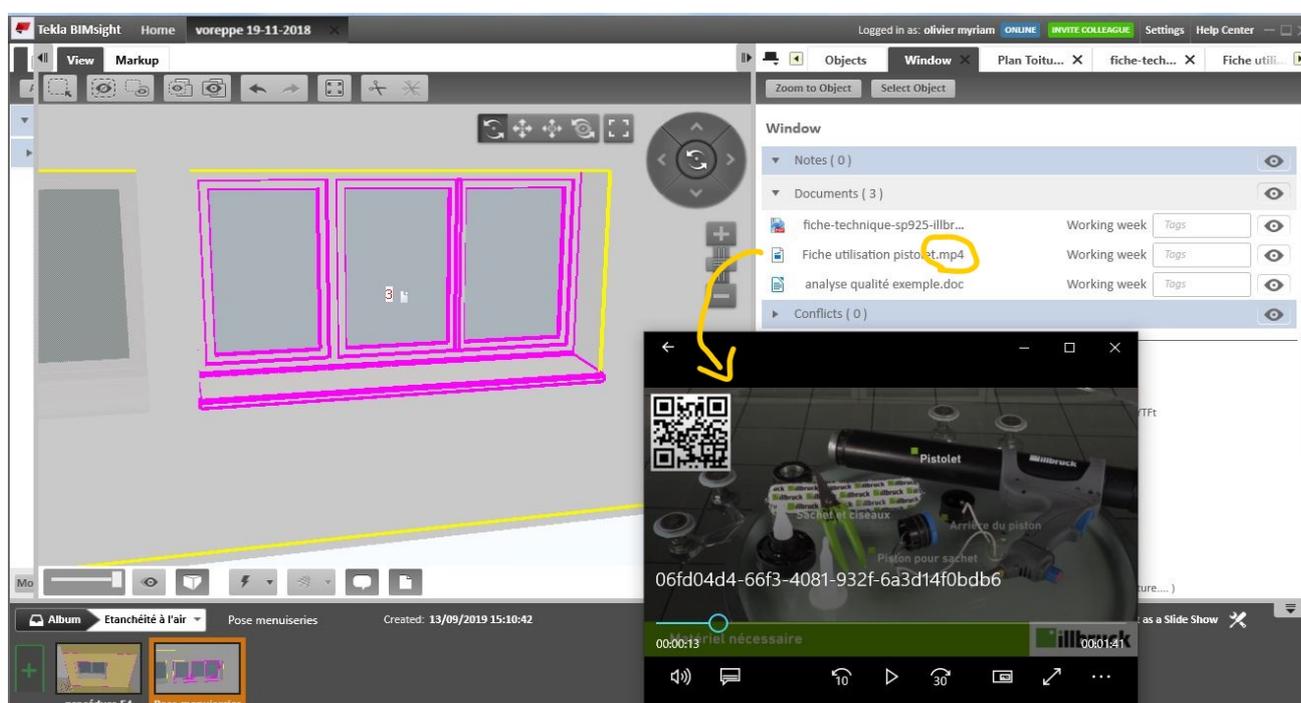


Illustration 8: 3 documents joints pour répondre à un problème d'étanchéité des fenêtres

7.1.4. Mettre en œuvre le modèle d'étanchéité sur place

La réalisation d'une formation sur l'utilisation de maquettes BIM sur chantier est bien sûr nécessaire avant d'apprendre à utiliser le modèle dédié à l'étanchéité à l'air.

1. Les bases de l'utilisation de maquettes BIM sont : former les ouvriers à la visualisation des projets avec des logiciels de visualisation gratuits, puis former les ouvriers à l'ouverture des documents attachés au modèle, à l'échange avec d'autres acteurs avec des notes, à l'ajout d'une photo, à remplir une fiche de contrôle qualité ...
2. former les personnels de chantier à la manipulation des produits et des matériaux, et à la mise en œuvre de la solution en grandeur réelle et sur place. Cette partie a été réalisée avec l'aide de la société ILLBRUCK. Une telle formation peut être réalisée avec l'aide de la formation pratique et sur site présentée au chapitre § 8.
3. faire le lien avec les documents et les données du modèle BIM d'étanchéité à l'air,

- contrôler la qualité de l'étanchéité du bâtiment pendant la phase de construction, ce qui signifie demander aux opérateurs de prendre des photos de la mise en œuvre et de les lier à l'objet BIM dans le modèle, et remplir des fiches de contrôle qualité à partir du modèle BIM.

8. Approche 2 : formation pratique et sur chantier pour une meilleure mise en œuvre de l'étanchéité à l'air

8.1. Le centre de formation mobile PRAXIBAT & BIM-PRAXIBAT

8.1.1. Objectifs et méthodes du centre de formation mobile original PRAXIBAT

L'objectif de ce centre de formation mobile (PraxiMobile) est d'améliorer les compétences et les pratiques des travailleurs en matière d'étanchéité à l'air et de ventilation, en réalisant ces formations sur le chantier du projet. Ces formations ont été réalisées dans des projets situés dans le Nord de la France, où se trouve ce centre mobile original PRAXIBAT.

Cependant, différentes autres régions françaises sont en discussion pour louer ce conteneur et mettre en place des formations similaires.

8.1.1.1. Présentation du centre de formation mobile original PRAXIBAT

Le principe du centre mobile PRAXIBAT est de réaliser des formations pratiques directement sur le chantier, car l'étanchéité à l'air n'est pas encore un concept concret et clair pour la plupart des acteurs de chantier.

Dans le cadre du projet BIMplement, un conteneur avec des solutions d'étanchéité à l'air réelles et grandeur nature, présentées dans un conteneur, est installé sur le chantier (voir Fig. 9 & 10). Les personnels des entreprises sont invités à suivre la formation dans le container, tel que précisé au § suivant. Cette approche pédagogique a été mise en œuvre sur différents projets de la région Hauts de France dans le cadre du projet BIMplement.



Illustration 9: Le conteneur mobile de formation PRACTEE



Illustration 10: formation à l'étanchéité à l'intérieur du centre mobile PRAXIBAT

Pour mettre en œuvre sur place cette démarche expérimentale, un soutien financier spécifique a été apporté par le programme national PACTE appelé "FIT - Formation Intégrée au Travail".

8.1.1.2. Les contenus de formation pour les travailleurs sur site

Les sessions de formation se déroulent sur le chantier et durent 15 heures (3 sessions de 4 ou 7 heures), dont 7 dans le conteneur mobile. :

- 2 sessions sont communes aux cols blancs et bleus sur site. (module 1 et 4)
- 1 session est dédiée aux chefs de chantier/d'équipe (module 2),
- et seuls les opérateurs de terrain suivent une session dans le conteneur (module 3).

Au final, les sessions de formation des opérateurs de terrain durent 15 heures, et celles des chefs de chantier/d'équipe 11 heures.

Dans le container PRAXIBAT Mobile, l'étanchéité est le sujet principal de la formation. Les stagiaires testent des produits et des matériaux (joint, membrane, bande de renfort, bande d'étanchéité imprégnée, ...) pour traiter différents types d'interfaces entre la menuiserie-structure (bois, béton, maçonnerie, ...) et autour des conduits de ventilation et d'électricité. En outre, plusieurs maquettes de ventilation sont expliquées aux stagiaires.

Le tableau 12 présente le contenu et la répartition de la session de formation.

Module	Contenu de la session de formation FIT	Durée / Participants
Module 1	Sujet : Sensibilisation de base à l'efficacité énergétique - Comprendre l'importance de l'étanchéité à l'air - Expliquer la réglementation thermique et les labels	Durée : 4 heures → salle sur le site de construction Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres, chef de chantier
Module 2	Sujet : coaching du chef de chantier sur l'étanchéité - Mettre en place un suivi technique du projet pour obtenir une enveloppe étanche à l'air - Communiquer sur un projet nZEB - Concevoir et améliorer "les détails techniques/architecturaux dédiés à l'étanchéité à l'air".	Durée : 7 heures → salle sur le site de construction Participants : contremaîtres, chef de chantier
Module 3	Sujet : formation pratique pour les opérateurs de terrain - Acquérir de bonnes pratiques en matière d'étanchéité à l'air - Comprendre les différentes options techniques - Comprendre les points forts et les points faibles des systèmes constructifs	Durée : 7 heures → container Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres,
Module 4	Sujet : évaluer la qualité du travail réalisé - Analyser le rapport d'essai d'étanchéité à l'air - Évaluer les résultats des tests d'étanchéité à l'air - Apprendre les solutions techniques appropriées pour atteindre l'objectif souhaité	Durée : 4 heures → salle sur le site de construction Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres, chef de chantier

Tableau 12: cadre des sessions de formation FIT dans le centre mobile PRAXIBAT

Les impacts attendus concernent :

- un accès plus facile à la formation pour les ouvriers
- une meilleure qualité de la mise en œuvre de l'étanchéité

Au cours du projet BIMplement, ce dispositif original a été testé dans plus de 20 projets (voir § 8.2. et suivants).

8.1.2. La deuxième version du centre de formation mobile, équipé du BIM

8.1.2.1. Description de la deuxième version du conteneur

Le but de ce nouveau dispositif est de former à l'utilisation du BIM sur le chantier, pour les travailleurs du chantier. La formation au BIM est basée sur le modèle BIM du conteneur, de sorte que les stagiaires peuvent voir en même temps le modèle BIM et la structure finale (voir Fig. Erreur : source de la référence non trouvée). Le conteneur et le modèle BIM se concentrent sur l'étanchéité à l'air et la ventilation. Toutes les solutions physiques et techniques pour les deux sujets (étan-

chéité à l'air et ventilation) sont présentées dans le modèle BIM du conteneur, et le modèle BIM comprend tous les documents techniques nécessaires tels que les dessins techniques, les documents de mise en œuvre ... comme présenté dans le projet pilote "Modèle BIM pour l'étanchéité à l'air", §7. .

Par rapport aux projets précédents (§ 6.2.) où l'utilisation de maquettes BIM sur chantier est expérimentée, la session de formation réalisée avec ce nouveau conteneur est une approche pédagogique complémentaire sur "comment utiliser le BIM pour mieux mettre en œuvre l'étanchéité et la ventilation".

Ce dispositif fusionne deux approches pour les ouvriers du chantier :

- acquérir les bonnes pratiques et les compétences pour la mise en œuvre sur chantier de l'étanchéité à l'air, à partir d'un modèle BIM enrichi sur ce sujet,
- comprendre l'intérêt d'un modèle BIM enrichi de documents grâce à la visualisation physique du conteneur.

8.1.2.2. Présentation détaillée de la version BIM du conteneur

La figure 11 montre une vue du modèle BIM du conteneur d'entraînement mobile.

Le niveau de définition de ce modèle BIM est de niveau 2, intégrant le format IFC. Pour atteindre le niveau de détail du modèle de formation BIM, les exigences des fiches GID du guide BIM EIR pour le Luxembourg ont été mises en œuvre.

- Le niveau de construction (ou niveau G) est suffisamment détaillé et documenté pour permettre d'effectuer les travaux, soit les exigences de développement du G400.
- Le niveau de détail des informations contenues dans le modèle de formation BIM (ou niveau I) est LOD350. Tous les objets, éléments ou informations sont disponibles et on a un accès complet dans le modèle aux informations réelles sur les produits et travaux mis en œuvre. Idem pour le niveau de détail de la documentation incluse

Le modèle de formation BIM vise un niveau GID 444, à l'exception du fait qu'il n'inclut pas les rapports d'étude (étude des sols, étude thermique, ...).

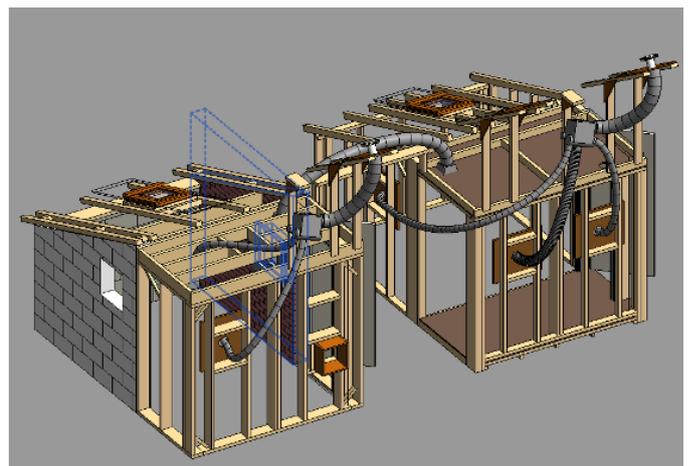
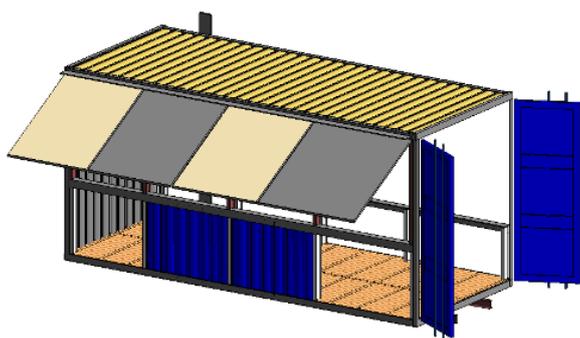


Illustration 11: Modèle BIM du centre mobile original / Modèle BIM de la deuxième version du centre de formation

Deux types de programmes de formation ont été conçus sur la base de ce dispositif :

1. améliorer les compétences en matière d'étanchéité à l'air et de ventilation, tout en apprenant à utiliser un modèle BIM sans s'en rendre compte (§ 8.1.2.3.)
2. utiliser de manière efficace un modèle BIM pour améliorer l'étanchéité à l'air et la ventilation (§ 8.1.2.4.)

8.1.2.3. 1-Améliorer les compétences en matière d'étanchéité et de ventilation

Les projets de terrain montrent qu'il n'est pas si facile d'obtenir des opérateurs de chantier d'améliorer leur pratique, liée à leur propre métier. Il est donc facile de comprendre que la transition numérique est loin de leurs préoccupations. L'approche développée ici vise à introduire le concept de BIM et à utiliser le modèle BIM sans le dire clairement.

Le contenu de la formation est axé sur la pratique de l'étanchéité à l'air et de la ventilation, et est identique au "programme original des conteneurs", décrit au §8.1.1.2. . La différence réside dans la pédagogie développée : lors des sessions données dans une salle sur le chantier, le formateur montre toutes les données et informations liées au modèle BIM du conteneur, au lieu de présenter des documents papier, des diaporamas, des photos ... L'objectif est d'utiliser un modèle BIM sans s'en rendre compte.

Cette pédagogie est mise en œuvre dans les modules 1 et 3 pour les opérateurs. La même pédagogie est mise en œuvre pour les chefs de chantier et les contremaîtres, modules 1 et 2. Module 4, le retour d'expérience reste le même.

8.1.2.4. 2-Utilisation d'un modèle BIM pour améliorer l'étanchéité à l'air et la ventilation (cible principale : chefs de chantier)

Le conteneur est présenté comme un micro-bâtiment, dans lequel les stagiaires sont initiés au BIM en étudiant son modèle. Ce programme permet de former les personnels du chantier lorsque le projet n'est pas un projet BIM.

Le contenu de la formation vise à une utilisation efficace du BIM, pour les acteurs du site, y compris le chef de chantier et les contremaîtres. Il est également mis en œuvre sur le site. Quatre sessions sont proposées aux chefs de chantier/d'équipe et aux compagnons, soit séparément, soit simultanément (voir tableau 13).

En fin de compte, les sessions de formation visent à amener les personnels de chantier, et en particulier les chefs de chantier et les contremaîtres au niveau 2 du BIM, comme spécifié au §.6.1.3. Les contenus sont similaires à ceux présentés dans le livrable D4.5, annexe 2.

Le tableau suivant donne le contenu des formations avec le nouveau conteneur BIM.

Module	Contenu des sessions de formation FIT-&BIMplement	Durée & Participants
Module 1	Thème : présentation du concept de processus BIM - Cartographie du processus BIM - Comprendre l'importance d'un modèle BIM - Visualiser la relation de performance entre la maquette du projet et les questions énergétiques	Durée : 4 heures → salle sur le site de construction Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres, chef de chantier
Module 2	Thème : notions de base sur le nZEB et les performances d'étanchéité à l'air - Mettre en place un suivi technique de la construction d'une enveloppe étanche à l'air - Communiquer sur un projet nZEB - Concevoir et améliorer les "détails architecturaux sur l'étanchéité à l'air".	Durée : 7 heures → salle sur le site de construction Participants : contremaîtres, chef de chantier
Module 3	Thème : approches complémentaires de l'étanchéité (BIM & pratique) - Acquérir et valider les bonnes pratiques - Apprendre à utiliser sur place un modèle BIM avec une tablette / un smartphone pour son lot et comment archiver les preuves de bonne mise en œuvre	Durée : 7 heures → container Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres,

Module 4	Thème : évaluer la qualité du travail - Apprendre à utiliser une plateforme de collaboration - Évaluer l'appropriation des modèles commerciaux et des preuves de bonne mise en œuvre qui y sont associées - Évaluer l'amélioration de l'étanchéité à l'air et du niveau de ventilation - Apprendre les solutions techniques appropriées pour atteindre l'objectif souhaité	Durée : 4 heures → salle sur le site de construction Participants : opérateurs de chantier, contremaîtres, chef de chantier
----------	--	--

Tableau 13: cadre des sessions de formation FIT&BIMplement

Des sessions de formation supplémentaires peuvent être mises en place dans le conteneur "original" pour atteindre un niveau d'étanchéité supérieur grâce à une formation pratique.

De la même manière, des sessions de formation supplémentaires peuvent être mises en place pour améliorer les compétences BIM obtenues lors de la formation initiale sur les conteneurs, en les appliquant à un projet BIM réel.

8.1.3. Feedback, présenté dans le module 4

Toutes les sessions de formation réalisées avec le conteneur "original" sont faites suffisamment tôt pour que les acquis de la formation puissent être appliqués sur le projet. La plupart des cahiers des charges de ces projets prévoient un test obligatoire d'infiltrométrie à la fin du projet. Pour ces projets, un retour d'expérience direct est réalisé avec toutes les parties prenantes, en particulier les maîtres d'ouvrage et les entreprises de construction. Le module 4 est consacré à la présentation de ce retour d'information et des résultats du test d'infiltrométrie aux opérateurs du site, et donc à la confirmation de l'amélioration des compétences.

Un retour d'information similaire est attendu sur la formation "container+BIM" afin d'évaluer l'amélioration des résultats en termes de niveau d'étanchéité de la qualité. Le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre peuvent alors vérifier si les exigences d'étanchéité ont été obtenues plus facilement ou non, et si le BIM a été un outil supplémentaire efficace.

Comme présenté dans le chapitre §7. , un outil optionnel est de concevoir un modèle BIM d'étanchéité à l'air spécifique pour le projet, qui inclut tous les documents que les participants au module 4 estiment nécessaire d'ajouter. Cette liste de documents peut être faite à partir des retours d'expérience des sessions de formation.

8.2. Formation "sur site et pratique à l'étanchéité" (FIT)

8.2.1. Éléments communs aux projets mis en œuvre

Les projets qui ont mis en œuvre des formation avec le container PRAXIBAT ont été qualifiés de « FIT », pour « Formation Intégrée au Travail ». Tous les projets FIT ont été mis en œuvre dans la **Région Hauts de France**. Ils ont été initiés par l'une des Maisons de l'emploi locales. Deux d'entre eux sont présentés ci-après. L'ensemble des projets est présenté dans le livrable D4.6.

Le programme de formation est identique dans tous les cas, sauf indication contraire, et est présenté dans le tableau 12.

Toutes les sessions de formation ont reçu un soutien financier de CONSTRUCTYS, et un registre est tenu de toutes les sessions de formation réalisées et des feuilles de présence pour toutes ces sessions.

Un point important à noter pour ce processus de formation original est qu'il a fallu beaucoup de temps à chaque BIMplement coach des MdE pour mettre en place ces projets. Une enquête pré-

cise effectuée auprès de la Maison de l'emploi LLHC² rend explicite le temps passé pour chaque projet FIT :

- phase préparatoire, avant l'appel d'offres :
 - travail administratif de gestion de projet → 2 jours
 - choix du projet avec le maître d'ouvrage → 1 à 2 jours
 - adaptation de l'appel d'offres pour inclure le FIT process → 1 à 1,5 jours
- la mise en œuvre du projet sur place
 - participation à des réunions sur site pour expliquer la formation programme → 1,5 à 2 jours
 - organisation des sessions de formation et validation par le maître d'ouvrage et les entreprises → 1 à 2 jours
 - mise en œuvre de la session elle-même → 1 jour
 - évaluation finale → 1 jour

Dans le cadre de ces projets, le BIMplement coach est le facilitateur qui accompagne le maître d'ouvrage ainsi que les entreprises de construction. Il inclut la prise en charge des stagiaires sur leur lieu de travail sur le chantier.

8.2.2. Origny Sainte-Benoite, MdE Saint-Quentinois

8.2.2.1. Le projet

Ce projet consiste en la construction d'un centre d'hébergement, "La Vallée". Il est composé de 24 logements (22 studios et 2 chambres) pour une surface totale de 612 m². Le maître d'ouvrage est le bailleur social local "OPAL".

L'objectif d'étanchéité à l'air était le niveau requis par le règlement français RT2012 du nZEB, soit : 0,6m³/m²/h pour les logements individuels, et 1 m³/m²/h pour les logements collectifs.

Le cahier des charges du maître d'ouvrage précisait que trois tests seraient effectués aux phases clés du projet :

- phase d'enveloppe et de noyau
- hébergement des tests
- fin du projet, à la mise en service.

8.2.2.2. Retours d'expérience et enseignements tirés

Une session spéciale a été organisée pour recueillir les réactions de toutes les parties prenantes.

a) *le feedback des entreprises*

Voici quelques commentaires de personnels de chantier des entreprises :

"Tous les travailleurs devraient suivre cette formation", a déclaré un compagnon

"C'est une bonne chose que j'aie suivi la formation FIT, sinon j'aurais percé la membrane d'étanchéité ! Quand je suis arrivé sur le chantier, j'ai bien vu des murs bleus...mais pour moi, les murs étaient bleus ! Je ne savais pas que cette membrane bleue était une membrane d'étanchéité Aero Blue", a déclaré l'électricien

"Nous devrions recevoir beaucoup plus de formations ! D'autre part, la formation sur le chantier est une bonne option", a déclaré le plaquiste

"Cette formation devrait être proposée sur tous les chantiers", a déclaré un chef d'entreprise.

b) *commentaires du maître d'ouvrage*

"A Origny Ste Benoite, la formation FIT a été des plus bénéfiques pour le chantier, ainsi que pour les entreprises et leurs employés :

² Lens-Liévain-Hénin-Carvin

1. Pour le chantier, c'est très satisfaisant : La FIT contribue à la qualité des travaux et aux bons résultats en termes d'étanchéité à l'air. Notre objectif d'atteindre le coefficient de 0,9 a déjà été atteint.

2. Pour les entreprises et leurs employés, la FIT répond à ces différentes questions

- les contraintes de disponibilité des travailleurs sur le site (grâce à l'organisation de formations courtes et sur le site),
- les besoins des travailleurs des entreprises en matière de nouvelles compétences,
- la nécessité de sensibiliser les employés aux conséquences graves du non-respect de la mise en œuvre des matériaux et des équipements, et du non-respect du travail effectué par d'autres lots,
- et, le cas échéant, la nécessité de renforcer la solidarité entre les entreprises

J'ai personnellement participé aux modules FIT, avec des représentants de la direction du projet et des chefs d'entreprise. Nous avons tous beaucoup appris. J'ai beaucoup apprécié les échanges entre les travailleurs du chantier pendant et après la formation FIT".

Didier Chatelain, directeur des opérations OPAL02

8.2.3. Rénovation de 118 logements, Méricourt, MdE LLHC ³

8.2.3.1. Le projet, et le programme ERBM

Ce projet consiste en la rénovation de 118 logements sociaux (9490m²), dont le maître d'ouvrage est un bailleur social "SIA Habitat". Une partie de ces logements individuels doivent obtenir un label BBC-Rénovation.

Ce projet bénéficie du programme ERBM - Engagement pour le Renouveau du Bassin Minier. Dans ce cadre, les bailleurs sociaux locaux peuvent bénéficier de subventions FEDER pour la rénovation de leur parc de logements uniquement si le résultat d'un test d'étanchéité à l'air conduit à une valeur Q_{4PaSurf} inférieure à 1,7m³/m²/h .

8.2.3.2. Retours d'expérience

Lors de la mise en service, le test d'infiltrométrie, effectué sur l'une des maisons, a atteint 1,32 m³/m²/h, alors que le maximum requis était de 1,7 m³/m²/h.

a) Commentaires des maîtres d'ouvrage

*"La formation FIT nous permet d'atteindre nos objectifs d'étanchéité pour nos travaux de rénovation des logements dans le bassin minier. L'objectif du SIA pour les rénovations de Méricourt **Parc et Rouvroy Motte** était d'atteindre un coefficient d'étanchéité à l'air de 1,7. Les tests d'infiltrométrie donnent généralement un résultat entre 2,5 et 3,0 lorsque les travaux sont réalisés sans FIT. Avec le FIT, nous avons atteint 0,8 à Rouvroy, et 1,34 à **Méricourt**....*

Pourquoi de si bons résultats ? La plupart des travailleurs sur le terrain ne sont pas formés à l'utilisation des nouveaux matériaux et des nouvelles technologies, et ils ne sont pas non plus habitués à travailler de manière transversale sur les chantiers de construction (malgré toutes les réunions de chantier). La formation FIT permet de résoudre ces 2 problèmes.

Observations complémentaires :

- *Sans l'animateur (la MdE), je pense qu'il aurait été très difficile d'organiser ces formations FIT aussi facilement,*
- *Ce n'est pas un problème si le même travailleur sur le terrain suit plusieurs formations FIT sur différents sites : au contraire, la répétition l'aidera à avoir les bons gestes et les bons réflexes".*

Mickaël Dejonghe Responsable du projet de réhabilitation, SIA Habitat,

³ Lens-Liévain-Hénin-Carvin

8.2.3.3. les enseignements tirés

Le temps nécessaire pour lancer la première session de formation FIT sur place a été d'environ 18 mois. Cette durée avait été sous-estimée. Elle est composée de 2 périodes qui s'additionnent :

- La période qui commence à partir de la première rencontre avec un maître d'ouvrage jusqu'à l'intégration de la FIT dans le bon de travail.
- La période qui commence avec le processus d'appel d'offres et se termine avec la mise en œuvre du processus FIT au moment approprié sur le chantier (c'est-à-dire lorsque le plus grand nombre d'ouvriers (idéalement au moins 18) de différents métiers peuvent être présents sur le site.

8.3. Enseignements tirés des sessions de formation FIT

L'étanchéité à l'air est un indicateur concret et précis de la qualité de la phase exécution d'un bâtiment. En outre, la valeur du test d'infiltrométrie est une donnée importante pour la consommation d'énergie des bâtiments du nZEB. Cette valeur est également une donnée qui est incluse dans le logiciel de calcul thermique. Son impact est très important lorsqu'il s'agit de bâtiments à faible consommation d'énergie.

Une fois que les maîtres d'ouvrage prennent conscience de cet impact, ils comprennent aussi la nécessité d'une meilleure pratique de la part des opérateurs de chantier, et sont plus susceptibles de mettre en œuvre tous moyens susceptibles d'améliorer la compétence des entreprises de construction par la mise en place de formations sur chantier .

Les entreprises de construction considère toujours, a priori, que 1,5 jour de formation est une perte de temps. Mais une fois la session de formation terminée, elles comprennent qu'elles doivent améliorer leurs connaissances en matière d'étanchéité et sont beaucoup moins réticentes à envoyer leurs employés en formation.

En fin de compte, lorsqu'un test d'étanchéité est effectué après une session de formation FIT, les résultats sont toujours bien meilleurs que prévu. Ces résultats amènent les maîtres d'ouvrage à continuer à demander la réalisation de formations FIT sur site chantier pour améliorer les pratiques d'étanchéité à l'air des employés des entreprises de construction

9. Conclusions

9.1. Objectif du rapport

Ce document a été rédigé à partir de plusieurs livrables réalisées pendant le projet BIMplement. Il a pour objectif de rendre plus accessible aux acteurs français les résultats obtenus pendant le projet BIMplement et ainsi en faciliter la dissémination.

Ce document est destiné à la fois aux acteurs territoriaux qui accompagnent les décideurs politiques locaux vers des bâtiments et des territoires à énergie positive, et aux centres de formation et à leurs formateurs qui y trouveront des éléments pour reproduire les processus de formation créés et expérimentés pendant le projet H2020 BIMplement.

9.2. Résultats quantitatifs en France

Du point de vue quantitatif, les projets réalisés en France sont listés dans le tableau de l'annexe Annex 1 ;, qui présente aussi le nombre et type de personnes qui ont été formés. Ce tableau identifie les 3 types de formations qui ont été réalisées :

- 10 formations sur l'utilisation de maquettes BIM sur chantier, et BIM appliquées à l'étanchéité à l'air, réalisées sur chantier et pour un projet précis
- 4 ensembles de formations sur l'utilisation de maquettes BIM sur chantier, mais réalisées, en général pour les cadres d'entreprises et dans un centre de formation
- 12 Formation FIT, amélioration des pratiques de l'étanchéité à l'air, réalisées dans le conteneur installé sur le chantier d'un projet.

9.3. Résultats quantitatifs pour l'ensemble du projet BIMplement

Les actions mises en œuvre pendant le projet BIMplement dans les 5 pays partenaires ont conduit aux résultats suivants : **58 actions de formation** ont été réalisées, sur lesquelles

- 49 projets, avec des formations mises en œuvre sur les chantiers
 - 38 constructions neuves, 437 427 m².
 - 11 projets de rénovation, 223 041 m².
- 9 sessions de formation, réalisées dans des centres de formation,

et en outre :

- 8 programmes et contenus de formation originaux ont été conçus et testés soit sur place, soit dans des centres de formation
- 2 autres actions : 1 pour développer la conception de modèles BIM d'étanchéité à l'air, et 1 pour mettre en place un coaching des autorités publiques pour la mise en place de la formation obligatoire.

Le nombre de professionnels formés : 1462 stagiaires

- 710 cadres, dont 480 formés dans des centres de formation
- 752 personnels de chantier, dont 183 formés dans des centres de formation

Un tableau de rapport, donné en annexe du livrable D4.6, donne la liste détaillée des noms et types de projets, ainsi que le nombre de personnes formées.

Annexes

Annex 1 : Tableau des résultats : identification du projet et nombre de personnes formées.

chantier de construction								Participation aux données					
	Pays	Bâtiment (nom)	Type de bâtiment	Renovation / construction neuve	Lieu	Taille (m²)	Objectif de performance énergétique (kWh/m2.an)	Type of formation	Total nombre d'entreprises impliqué	Total nombre de participants	cadre	Peronnels de chantier	Durée (jours)
Pilote	France	Zodiak	bureau	construction neuve	Saint Nicolas-Lez-Arras	1000	60	BIM	14	24	8	16	1
Pilote	France	Complexe aquatique du Carrousel	autre	construction neuve	Dijon	2000	110	BIM	7	26	22	4	2,5
Pilote	France	Pluralis Voreppe	résidentiel	Rénovation	Voreppe	3000	68	BIM	4	9	2	7	0,5
Pilote	France	Atelier municipal	bureau	construction neuve	Port-Saint-Louis	1000	122	BIM	7	16	14	2	1,5
Exp	France	Lycée Pergaud	résidentiel	Rénovation	Besançon	500	80	BIM	1	12	12	0	0,5
Exp	France	Saint-John Perse	résidentiel	construction neuve	Dijon	4000	50	BIM	6	10	10	0	1
Exp	France	Résidence de l'Idolay	résidentiel	Rénovation	Rives	5000	120	BIM + étanchéité	5	14	3	11	1
Exp	France	Jardin d'enfants Mac Entressens	école	construction neuve	Istres	360	110	BIM	7	15	5	10	1

chantier de construction								Participation aux données					
	Pays	Bâtiment (nom)	Type de bâtiment	Renovation / construction neuve	Lieu	Taille (m²)	Objectif de performance énergétique (kWh/m2.an)	Type of formation	Total nombre d'entreprises impliqué	Total nombre de participants	cadre	Peronnels de chantier	Durée (jours)
Exp	France	Département du Vaucluse. Technique bureaux	bureau	construction neuve	Carpentras	2932	100	BIM	6	11	4	7	1
								BIM + étanchéité	1	4	1	3	1
Exp	France	Eco-Centre	bureau	Rénovation	Varenes sur Allier	1000	40	BIM + étanchéité	12	22	6	16	2
Exp	France	Hébergement du refuge "La Vallée" - OPAL	résidentiel	construction neuve	Origny-Sainte-Benoite	612	50	FIT	8	17	2	15	1,5
Exp	France	Logement social, SIA Habitat	résidentiel	Rénovation	Méricourt	9440	120	FIT	8	19	0	19	2
Exp	France	Logement social, OPH de l'Aisne	résidentiel	construction neuve	Hirson	834	60	FIT	6	15	0	15	2
Exp	France	bâtiments scolaires	école	construction neuve	Grenay	460	110	FIT	7	28		28	1,5
Exp	France	Salle des spectateurs	autre	construction neuve	Libercourt	363	110	FIT	6	19	0	19	2
Exp	France	Logement social, SIA Douai	résidentiel	Rénovation	Rouvroy	22240	120	FIT	5	22	0	22	2
Exp	France	Médiathèque	autre	construction neuve	Courcelles les Liens	1120	110	FIT	5	20	3	17	1,5
Exp	France	Logement social, SIA Douai	résidentiel	Rénovation	Hornaing	13040	104	FIT	6	22	2	20	2

chantier de construction								Participation aux données					
	Pays	Bâtiment (nom)	Type de bâtiment	Renovation / construction neuve	Lieu	Taille (m²)	Objectif de performance énergétique (kWh/m2.an)	Type of formation	Total nombre d'entreprises impliqué	Total nombre de participants	cadre	Peronnels de chantier	Durée (jours)
Exp	France	Académie de musique	école	construction neuve	Solesmes	185,5	100	FIT	6	16	0	16	1,5
				Rénovation	Solesmes	640	259						
Exp	France	Logement social, HLM	résidentiel	construction neuve	Salomé	946	60	FIT	5	13	0	13	0,5
Exp	France	Groupe scolaire	école	construction neuve	Haubourdin	2629	68	FIT	8	21	0	21	2
Exp	France	Groupe scolaire	école	construction neuve	Fourmies	961	38,8	FIT	10	26	0	26	2
				Rénovation	Fourmies	414	98						
				Rénovation	Fourmies	414	87						
Exp	France	Formation des ingénieurs			France			BIM	130	146	146	0	1
Exp	France	_Formation pour les étudiants universitaires			France			BIM	150	150	150		2
Exp	France	_Formation de la société Bôle-Richard			Besançon			BIM + étanchéité	1	3	2	1	1
Exp	France	Formation de techniciens en électricité (GRETA)			Nevers			BIM + étanchéité	15	17	3	14	1

Annex 2 : structuration de la plateforme KROQI/BIMplement

Ce chapitre est destiné aux formateurs et aux BIMplement coaches, et présente le contenu de la plateforme KROQI dédiée aux contenus élaborés pendant le projet H2020 BIMplement. (Attention, cette plateforme a vocation à évoluer dans le temps, de nouveaux dossiers ou documents pourront se rajouter)

A 2.1. A l'ouverture de la plateforme vous avez ces différents dossiers au niveau de l'accueil

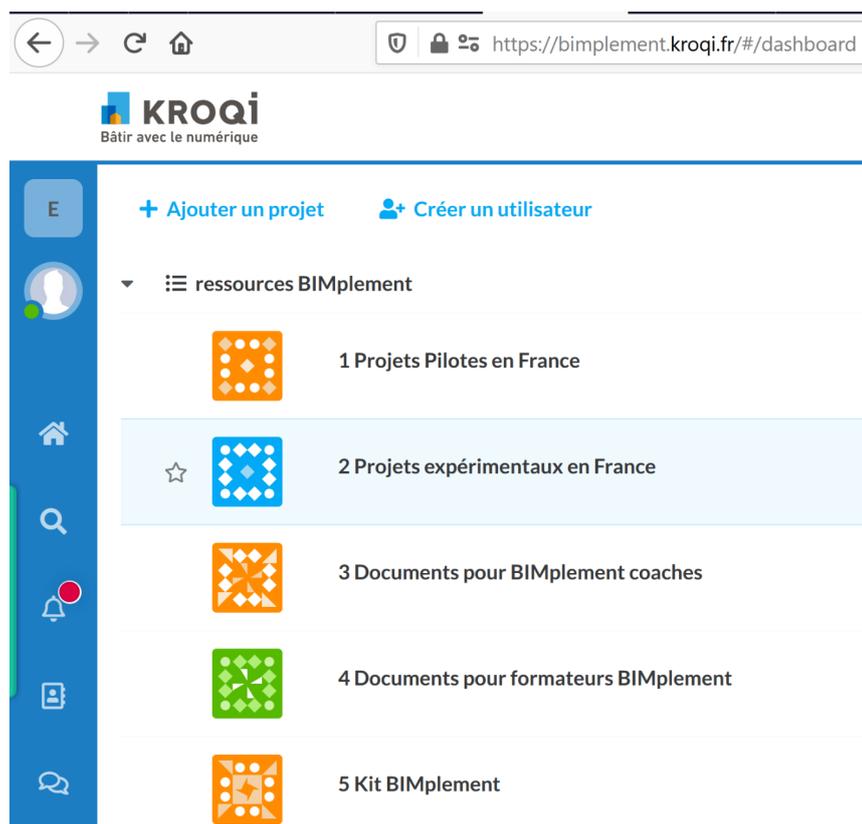


Illustration 12: les 5 dossiers principaux de la plateforme

La plateforme KROQI/BIMplement contient de nombreux documents pédagogiques et explicatifs qui ont été créés pendant le projet BIMplement.

Ils sont regroupés dans les 5 dossiers présentés ci-dessus (Fg. 2) :

- « 1 Projets pilotes en France » : documents techniques et pédagogiques concernant 3 des projets pilotes réalisés en France.
- « 2 Projets expérimentaux en France » : documents techniques et pédagogiques concernant 3 des projets expérimentaux réalisés en France.
- « 3 Documents pour BIMplement coaches » : documents qui permettront aux BIMplement coaches de monter et réaliser des campagnes de sensibilisation.
- « 4 Documents pour formateurs BIMplement » : documents pédagogiques qui permettront aux formateurs de concevoir des programmes et contenus de formation visant à expliquer pourquoi et comment utiliser des maquettes BIM sur les chantiers de construction.
- « 5 Kit BIMplement » : documents explicatifs du produit et contenus pédagogiques pour mettre en œuvre des formations utilisant ce Kit BIMplement.

A 2.2. Pour accéder à un dossier, vous cliquez sur son nom, et pour accéder aux documents, vous cliquez sur l'icône indiquée :

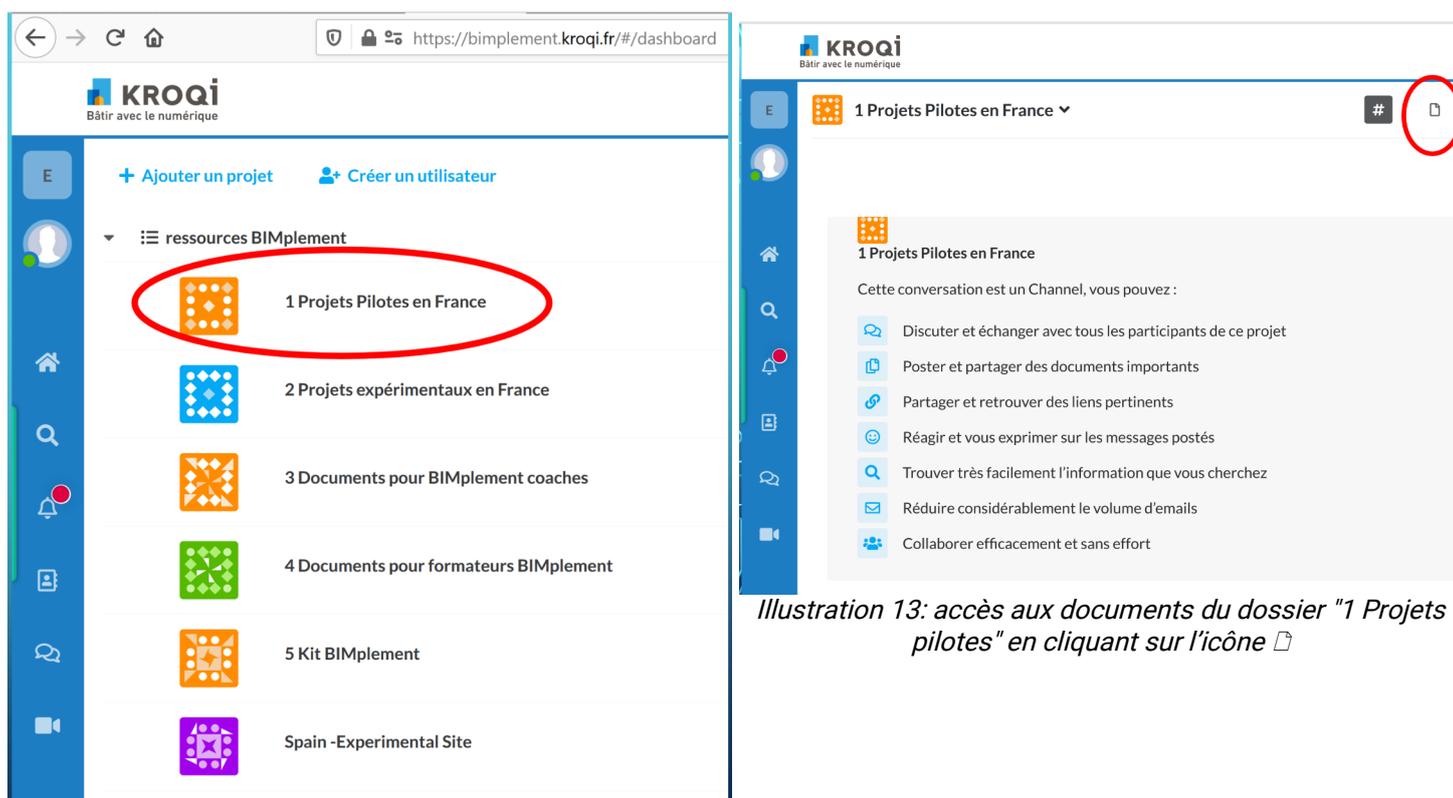


Illustration 13: accès aux documents du dossier "1 Projets pilotes" en cliquant sur l'icône 

A 2.3. Vous arrivez à la liste des différents projets dans ce dossier :

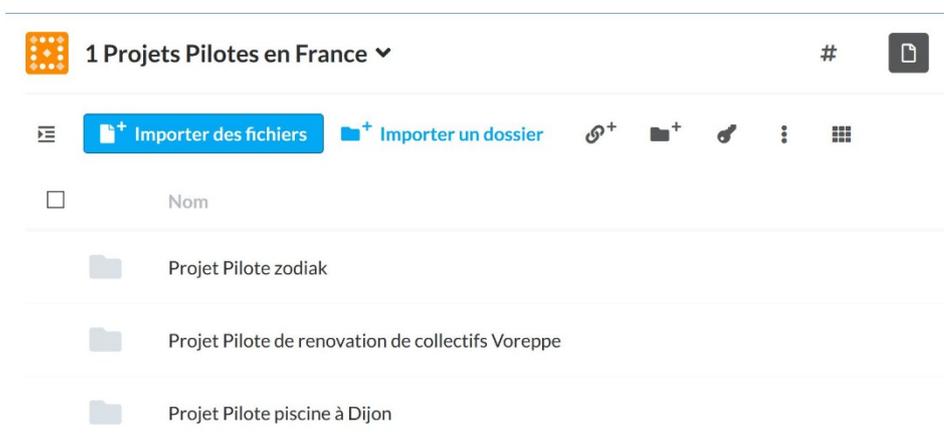


Illustration 14: affichage des sous-dossiers du dossier "1 Projets pilotes"

A 2.4. contenu des dossiers de projet

Chaque dossier de projets se compose :

- de divers documents qui ont été utiles pour la formation effectuée sur ce projet,
- et des maquettes qui ont servies dans ce même cadre (avec des fichiers natifs et des fichiers de lecture IFC ou NWD..)

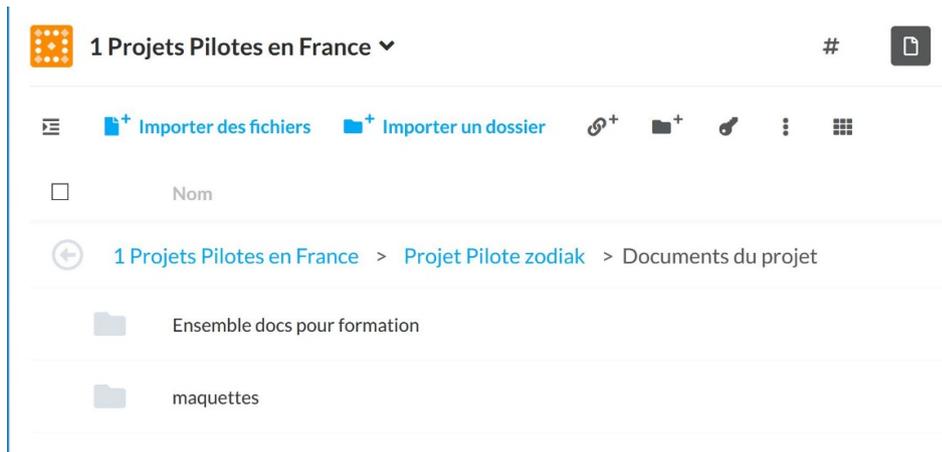


Illustration 15: le dossier "Zodiak" contient des documents et des maquettes

Dans le dossier "Ensemble docs pour formation", on trouve les fichiers et présentations utilisés pour la formation

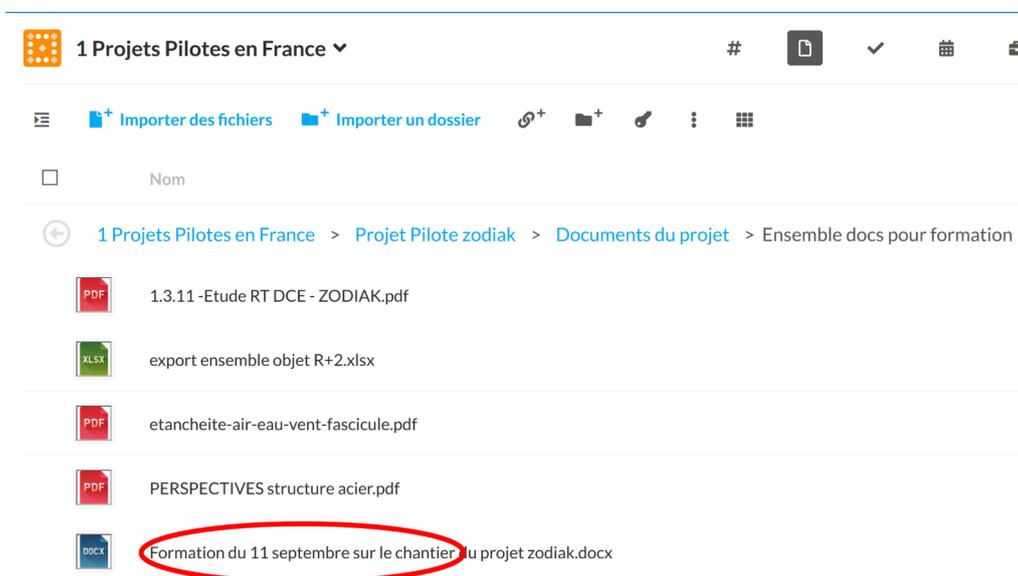


Illustration 16: documents de formation

De même, le dossier "maquettes" contient différents modèles BIM en format ifc ou natif.



Illustration 17: maquettes du projet

A 2.5. dossier « 2 projets expérimentaux »

Le dossier « 2 projets expérimentaux » est organisé de la même façon :

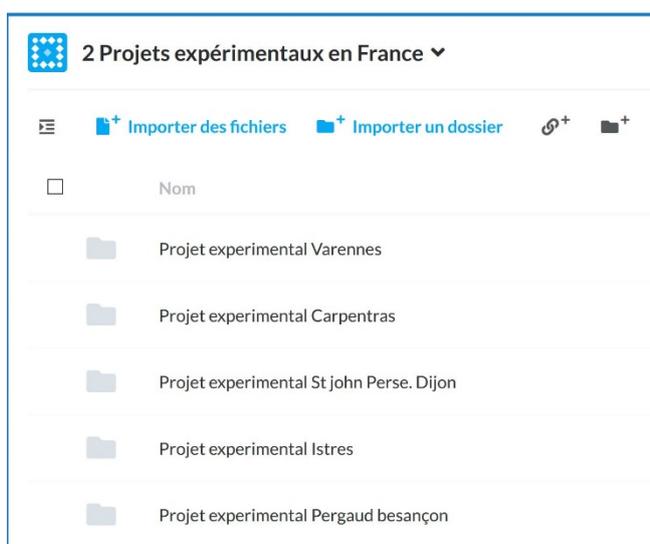


Illustration 18: liste des projets expérimentaux

A 2.6. dossier « 3 documents pour les BIMplement coaches »

Ce dossier apporte des compléments non liés à un projet pour les futurs BIMplement coaches. Il contient notamment des contenus pédagogiques pour la formation personnelle des BIMplement coaches en matière de BIM et de bâtiments zéro-énergie.

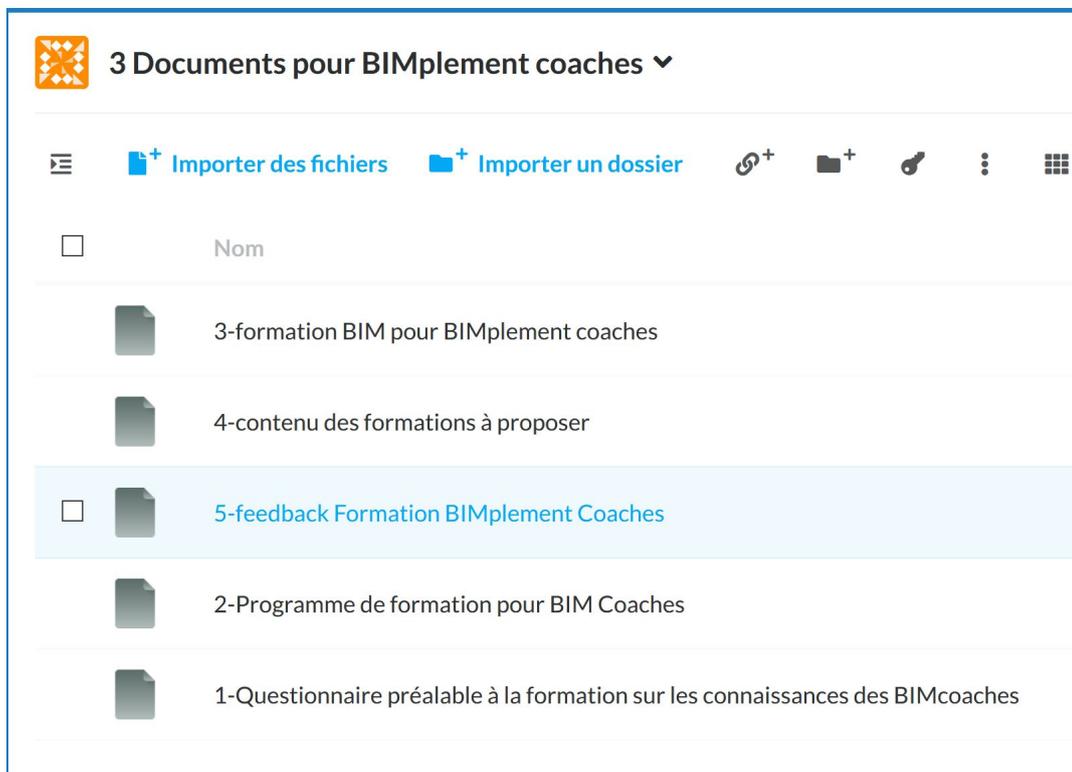


Illustration 19: documents support pour les campagnes de sensibilisation

A 2.7. dossier « 4 documents pour les formateurs BIMplement »

Ce dossier apporte des compléments non liés à un projet pour les futurs formateurs sur l'utilisation de maquettes BIM sur les chantiers.

Ces contenus permettent d'élaborer des contenus de formation pour toute la chaîne des intervenants, de maître d'ouvrage jusqu'aux opérateurs de chantier et aux BET.

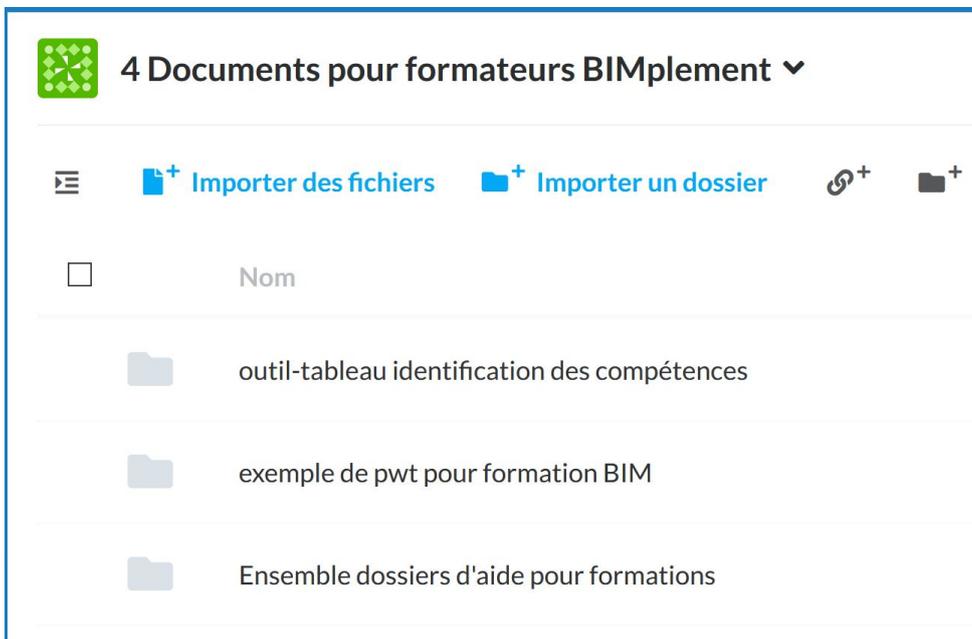


Illustration 20: contenu des outils proposés aux formateurs BIMplement

Ce dossier contient notamment l'outil (tableur) d'identification des compétences initiales de l'ensemble des intervenant d'un projet BIM, et le guide d'utilisation de ce tableur.

A 2.8. Dossier « Kit BIMplement »

Le dernier dossier comporte les détails du KIT BIMplement.

Dans chaque dossier « module n » on trouvera des documents pédagogiques ainsi que des vidéos explicatives.

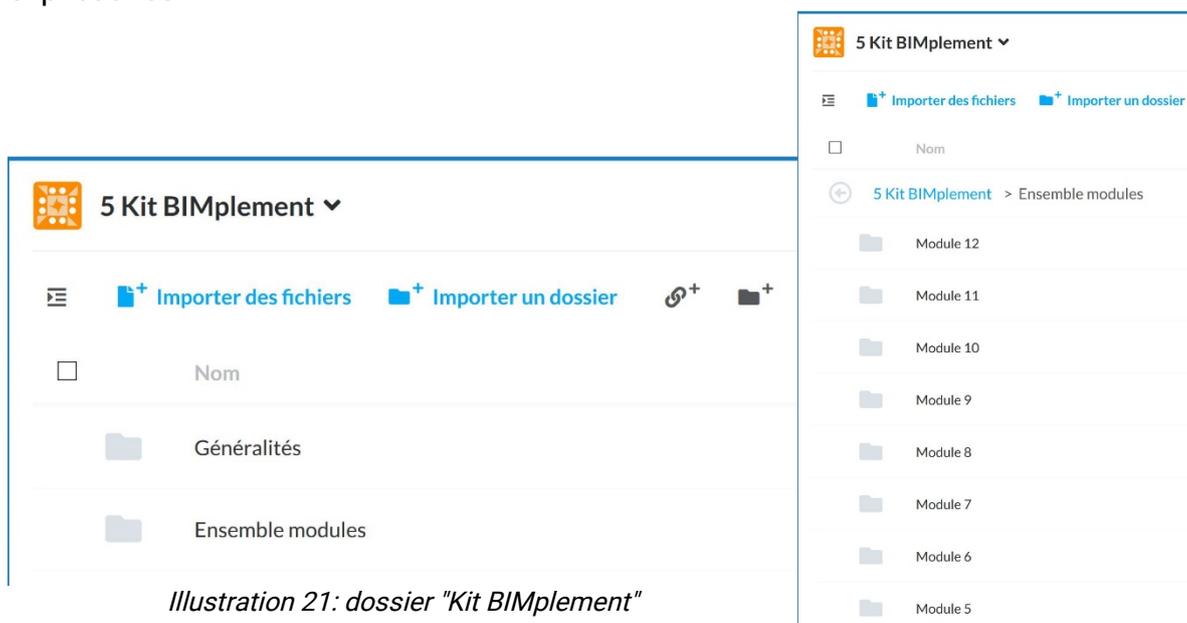


Illustration 21: dossier "Kit BIMplement"

Annex 3 : Liste des événements de sensibilisation en France

- 03/03/17, Solesmes : Présentation de la FIT lors de la journée portes ouvertes d'URMA For-matech (14 présents)
- 17/10/2006, Lille : Présentation de la FIT au groupe régional des facilitateurs de la clause sociale
- 12/10/17, Arras : Réunions régionales sur les achats publics responsables
- 08/11/17, Bohain : Lancement et réunion d'information dans le cadre de la revitalisation du centre ville et du développement du territoire de Bohain dans le Vermandois (mairie), utilisation de modèles
- 07/12/17, Lille : présentation du FIT aux techniciens de la Métropole européenne de Lille réunis sur le thème "rénovation énergétique et patrimoine" en présence des élus
- 01/02/18, Clairmarais : Réunion collective FD62
- 02/02/18, Hermaville : Réunion collective FD 62
- 02/02/18 : Réunion technique de l'AQC
- 20/02/18, Liévin : Exposition "Ma ville verte" à vocation locale et régionale pour présenter aux professionnels des initiatives, outils et dispositifs d'accompagnement de la transition énergétique et numérique (présentation du FIT par le MDE LLHC et le CD2e)
- 20/02/18, Cambrai : Atelier de sensibilisation au Lycée des Métiers Louis Blériot (7 présents)
- 15/03/18, Lille : Forum métropolitain sur l'énergie et la transition numérique, organisé par la ville de Lomme
- 16/03/18, Amiens : Congrès des Maires de la Somme
- 13/04/18, St Quentin : Réunion TERRITORIALE REV 3
- 30 mai/ 5 juin 18 (Semaine du développement durable), St Quentin : Ateliers de sensibilisation à la rénovation énergétique (6 ateliers - 47 personnes)
- Lille, révision de la clause d'insertion en 2017 sur le territoire de la métropole lilloise

COLOFON

BIMplement

This project has received funding from the European Union's h2020 framework programme for research and innovation under grant accord n° 745510

The information in this publication does not necessarily represent the view of the European Commission.

© All rights reserved. Any duplication or use of objects such as diagrams in other electronic or printed publications is not permitted without the BIMplementauthor's agreement.

