

BIM - Réhabilitation avec préfabrication

Projet BERTIM

Méthodologie pour relevés dimensionnels

Yvon Sebesi
Dietrich's
Grenoble, France



1. UNE PARTIE DE LA RECHERCHE EUROPEENNE BERTIM

Rénovation énergétique des bâtiments par des modules préfabriqués bois :

- Un projet coordonné par TECNALIA, centre de recherche établi à BILBAO (Espagne) dans le cadre d'un consortium de 12 partenaires (centres de recherche, industriels de la construction bois, maîtres d'ouvrage et éditeur de logiciel)
- Une recherche sur 4 ans, bientôt à mi-chemin



Project Coordinator
 TECNALIA Research and Innovation
 Nagore Tellado, nagore.tellado@tecnalia.com
 Natalia Lasane, natalia.lasane@tecnalia.com

www.bertim.eu



1.1. BERTIM POURQUOI ?

- Le secteur du bâtiment a d'énormes répercussions sur notre environnement et devra contribuer de façon significative à l'objectif de réduction de GES de 90% pour 2050 :
 - Rappel : 40% de la consommation globale d'énergie en Europe est liée au secteur de la construction et représente environ 1/3 des émissions de CO2 de l'Europe.
- Pour ces objectifs, les besoins de rénovation du parc immobilier sont immenses mais sont encore trop peu solvables aujourd'hui, aussi des scénarios de rénovation approfondie alternatifs apparaissent utiles.

1.2. LE PROJET BERTIM

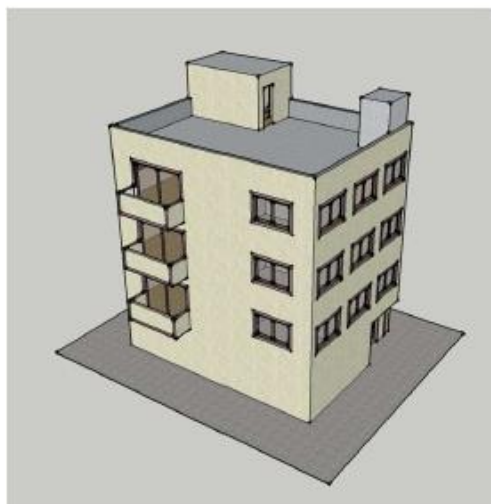
- **BERTIM développe une solution de rénovation préfabriquée** qui vise l'amélioration de la performance énergétique, de l'esthétique, du confort et de la valeur du patrimoine tout en assurant une faible intrusion lors des travaux de rénovation et un risque financier plus faible pour les investisseurs.
- **BERTIM développe un processus innovant basé sur un flux de données numériques BIM** d'abord pour conception de la solution de rénovation la plus adaptée, puis pour fabrication et pose des modules.



1.3. OBJECTIFS BERTIM

DES PRODUITS A HAUTE VALEUR AJOUTEE

- **Des modules préfabriqués à haute performance énergétique**, permettant l'intégration des fenêtres, la distribution des fluides, mais aussi des systèmes de production d'énergies renouvelables ou CVC collectifs.
- Les modules sont composés de produits bois et de matériaux recyclables pour une **faible empreinte carbone**.
- Les systèmes de fixation au bâtiment existant garantissent une pose rapide et une **faible perturbation pour les locataires**.



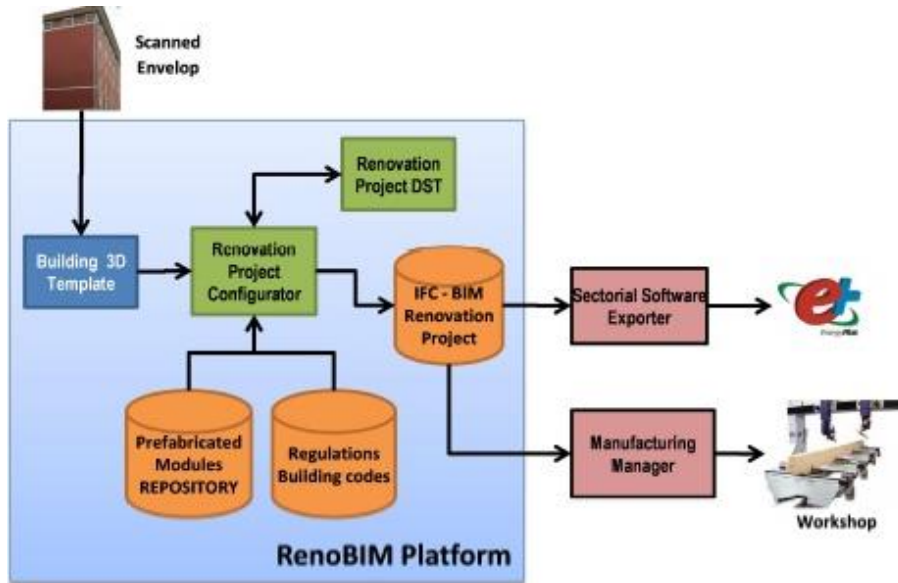
Pre renovated building



After renovation

UN PROCESSUS NOVATEUR

- BERTIM développe **RenobIM, une plateforme web** de conception et d'aide à la décision pour encourager et faciliter les projets de rénovation.
- Cet outil est utilisé pour analyser la faisabilité des projets et **le BIM accompagne tout le process, depuis le relevé du bâtiment jusqu'à la fabrication industrielle** sur des machines CN, en passant par les analyses d'économies d'énergie.



LE DEVELOPPEMENT DE POTENTIELS BUSINESS

Développer les opportunités d'affaires pour les différentes parties prenantes qui pourraient prendre l'initiative dans le lancement de projets de rénovation : RenoBIM sera donc **une plateforme accessible aux maîtres d'ouvrage pour évaluer leurs projets avec les solutions BERTIM**

1.4. TESTS DES PRODUITS ET METHODOLOGIES

TESTS SUR 4 PROJETS DEMONSTRATION

Les modules préfabriqués sont testés sur 4 projets de démonstration :

- KUBIK à Tecnalia, bâtiment-laboratoire (Bilbao-ESPAGNE)
- Immeuble d'habitation (Madrid-ESPAGNE)
- Immeuble d'habitation (La Charité sur Loire-FRANCE)
- Immeuble d'habitation (Oslo-NORVEGE)



Ces projets de démonstration sont situés dans différentes régions d'Europe pour s'assurer que des conditions météorologiques différentes, des pratiques de construction différentes et des valeurs sociales différentes sont bien prises en compte par les solutions BERTIM proposées.

TESTS SUR 3 SITES DE PRODUCTION

Les méthodologies et les outils développés (RenoBIM) pour ce processus holistique de rénovation sont testés dans le cadre industriel des 3 entreprises de fabrication bois associées au projet BERTIM :

- EGOIN (Espagne)
- POBI (France)
- SETRA (Suède)



2. METHODOLOGIE POUR RELEVES DIMENSIONNELS

2.1. INTRODUCTION

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Du relevé de chantier à la maquette 3D d'un bâtiment à rénover avec des modules préfabriqués : Définir un guide pour modéliser correctement le bâtiment à rénover, utile aussi bien pour les fournisseurs de ces services spécialisés que pour les entreprises qui envisagent de réaliser elles-mêmes ou d'acheter ce service :

- Identifier et comparer les technologies et les pratiques (précision, temps, coût, compétences ...).
- Mettre à niveau les méthodologies courantes pour s'adapter à la précision requise par la préfabrication, pour le relevé puis la modélisation 3D.

ENQUETE PRELIMINAIRE

La première étape a été une enquête sur les appareils de relevé et technologies associées :

- Appareils photo ou caméras avec drones ou élévateurs
- Station totale (ou tachymètre = théodolite + EDM)
- Scanner laser 3D

La comparaison n'a été prolongée que pour les deux dernières catégories, après que la première ait été abandonnée :

La précision de la photogrammétrie ne correspondait pas aux exigences de BERTIM, l'objectif fixé est de 5 mm de tolérance.



CHANTIER DEMONSTRATION

L'un des projets démonstration de BERTIM est réalisé en France par la société **POBI**, un des industriels partenaires du projet, bien connu dans l'hexagone au travers du réseau **NATILIA** qui vend les maisons bois préfabriqués que POBI produit.

Le bâtiment qui a servi de support à cette étude, situé à La Charité-sur-Loire est pres- senti pour être le support de ce chantier démo.

Conformément à l'un des objectifs de BERTIM d'un processus BIM très précoce, le relevé et la modélisation du bâtiment ont été réalisés alors que l'architecte n'est pas encore nommé.

2.2. PROCESS STATION TOTALE

Les tests de relevé ont été réalisés simultanément avec 3 stations différentes en utilisant 3 méthodologies différentes :

- relevé avec une station de géomètre Leica TCRP 1205, création d'un fichier de points et import en dxf et dwg dans une CAO.
- relevé avec une station Leica 3D Disto connectée à une tablette, création d'un fichier de points et lignes et import en dxf et dwg dans une CAO.
- relevé avec une station Leica 3D Disto connectée à un PC et intégration directe sans import des points relevés dans le système CAO Dietrich's.



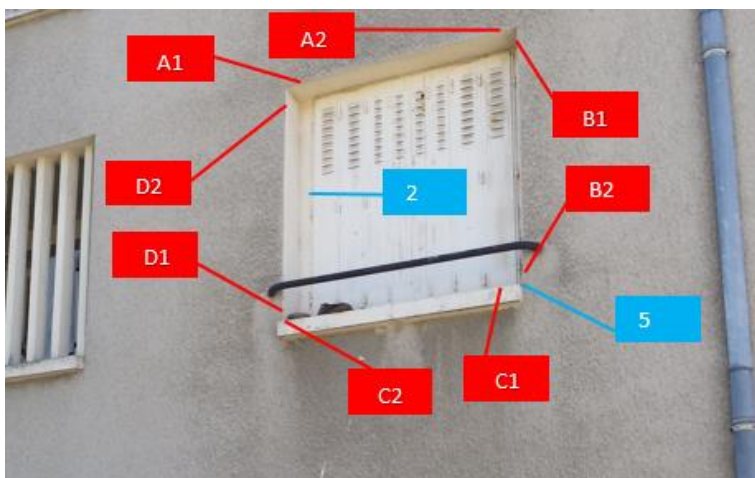
Station Leica TCRP 1205



Station Leica 3D Disto + tablette

CONCLUSIONS STATION TOTALE

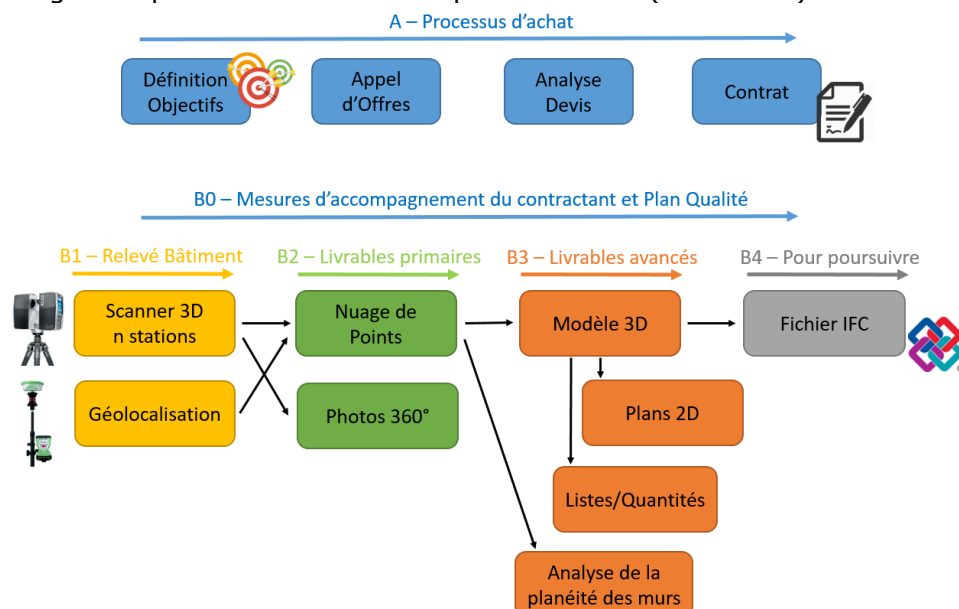
- **La procédure de relevé puis d'import dans la CAO** se révèle ici moins productive que l'interface directe sur le système CAO Dietrich's, plus opérationnelle pour réim- planter sur le site des ouvrages fabriqués.
- Le mieux est l'ennemi du bien ! En cherchant à obtenir une très grande précision sur le relevé des arêtes, on a constaté **près de 20% de points relevés contre la fe- nêtre et non sur la façade.**



L'image présente le minimum de points à relever pour définir l'ouverture mais **trois points par ligne permettent de sécuriser le relevé de points erratiques.**

2.3. PROCESS SCAN LASER 3D

- Compte tenu du coût des scanners laser 3D et des compétences bien spécifiques requises, ce process a été engagé avec une société de services spécialisée. Après consultation, le partenaire retenu a été la société **IMPACT** www.im-pact.fr établie à 63130-Royat et 75002-Paris.
- Le premier objectif a été de guider dans l'organisation de ce type de partenariat pour une prestation hors-standard.
- Le deuxième objectif a été d'adapter les méthodes de ce type de relevés aux exigences particulières liées à la préfabrication (5mm max).



PREALABLES POUR UN MODELE DE QUALITE

Des fournisseurs de services spécialisés sont apparus il y a quelques années pour proposer relever et modélisation 3D de bâtiments, le plus souvent conjointement.

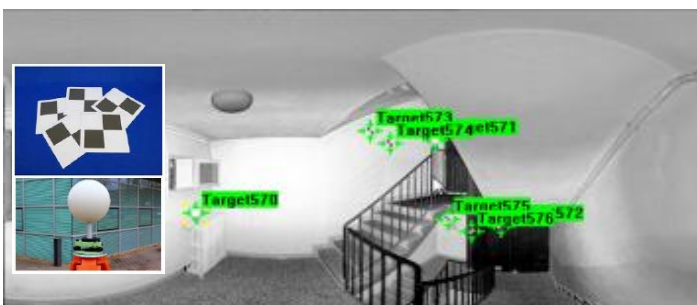
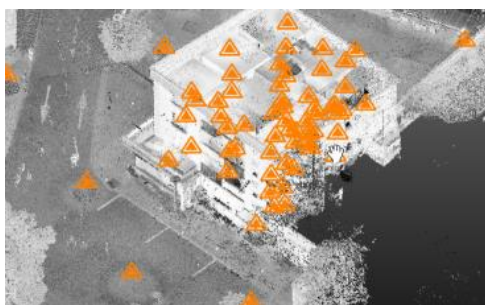
La précision requise pour la préfabrication est ici très atypique :

- L'acheteur doit être clair dès le début sur les objectifs spécifiques de ce relevé.
- Le contractant doit définir des mesures d'accompagnement et un plan de qualité, pour permettre le dialogue avec son client lors de la production des livrables.

LE RELEVÉ DU BATIMENT

Réalisé sur une journée, ces opérations de relevé comprennent :

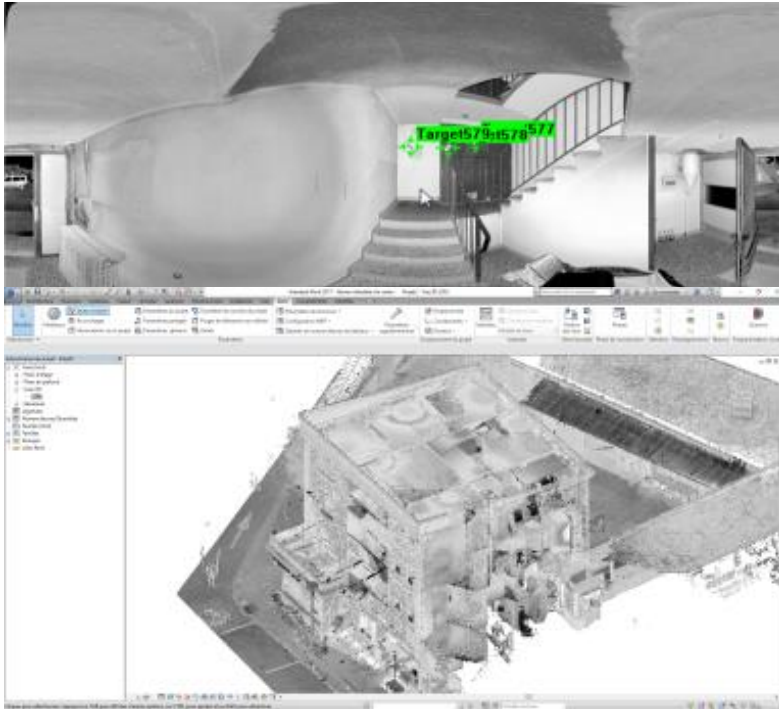
- **13 stations extérieures et 56 intérieures** (une en face de chaque fenêtre) pour autant de nuages de points produits avec un scanner laser Faro.
- **Géolocalisation de ces nuages de points**, nécessaire aux études d'économie d'énergie à venir, (Nord, latitude et longitude) réalisée par un GPS Leica.
- **Préparation de l'assemblage** de ces nuages de points avec des cibles (boules et damiers) identifiables par le logiciel Trimble Realworks.



LES LIVRABLES PRIMAIRES

Les 69 nuages de points d'origine sont ensuite assemblés et traités, ici avec le logiciel Trimble Realworks pour obtenir les livrables primaires :

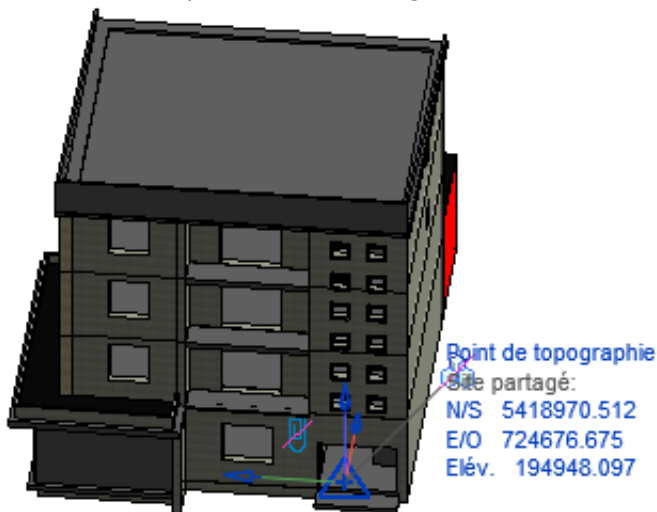
- Les **photos panoramiques 360** sont exploitées avec le logiciel gratuit Trimble Scan Explorer dans lequel on peut déjà réaliser des mesures et des annotations.
- Le **nuage de points géo-localisé** qui peut être importé dans de très nombreux systèmes CAO au format E57.



LE PROCESS DE MODELISATION 3D

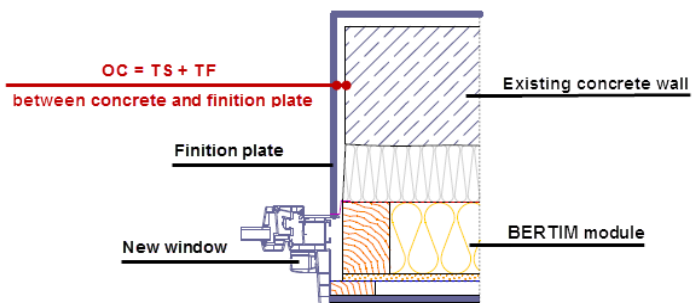
La modélisation 3D est ensuite **l'opération la moins automatisée** (environ 4 jours) :

- Le nuage de points est importé, ici dans le logiciel **Autodesk Revit**.
- La plupart des **familles usuelles de Revit** sont utilisées (murs, fenêtres, portes, planchers, colonnes ...) pour créer sur le nuage de points tous les volumes 3D utiles et obtenir un premier modèle géo-localisé du bâtiment.



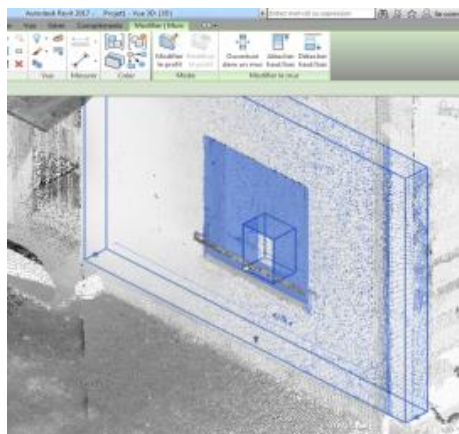
DES METHODES DE MODELISATION SPECIFIQUES

Pour ce chantier dont le gros-œuvre est en maçonnerie d'agglomérés enduits, l'analyse 3D de l'irrégularité de la géométrie des ouvertures est utile : La conception prévoit un jeu OC entre la maçonnerie et l'habillage intérieur de la fenêtre, défini par la précision recherchée du relevé (TS=5 mm) augmenté des tolérances sur la fabrication (TF=5mm).

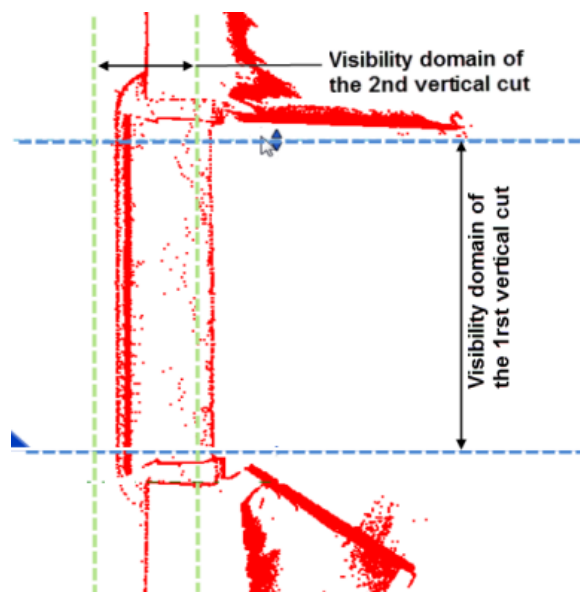


Des méthodes spécifiques ont été définies pour obtenir la précision spécifique requise :

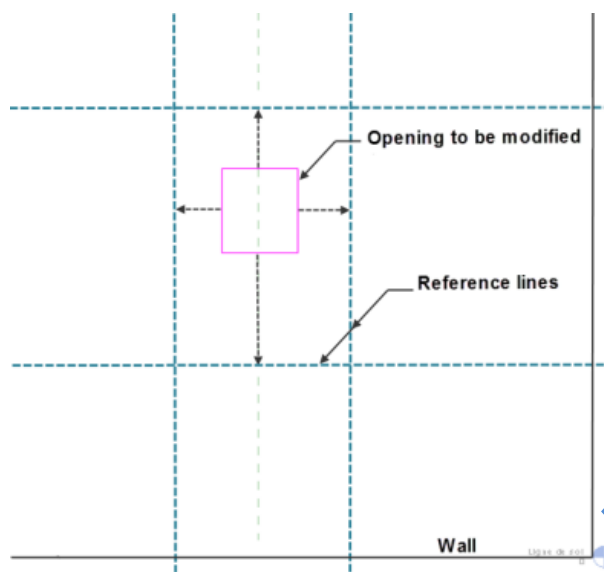
- Exemple ici concernant une ouverture, pour définir en 3D les plus grandes dimensions possibles de la future fenêtre = **le plus grand parallépipède rectangle à inclure dans la maçonnerie existante.**



Première étape sur une vue 3D



Seconde étape sur une coupe horizontale



Troisième étape sur une vue de façade

LES AUTRES LIVRABLES AVANCES

Les procédés usuels sont ensuite utilisés pour obtenir dans Revit :

- les **plans** des niveaux, les façades, des coupes enregistrés au format DWG.

- La **liste des ouvertures de dimensions similaires**, regroupées dans les familles Revit pour définir par la suite les dimensions optimales et standards de chaque groupe de nouvelles fenêtres.



POUR POURSUIVRE... BIM BIEN SUR !

L'export de Revit au format IFC est ensuite :

- Testé avec des viewers pour faire quelques corrections.
- Importé dans le système CAO Dietrich's... ou d'autres logiciels BIM de CAO.



2.4. CONCLUSIONS PROVISOIRES

- Pour la préfabrication BERTIM, la comparaison entre les stations totales et le scanner laser 3D paraît donner ici un **avantage au scanner laser 3D en raison de l'exhaustivité des informations obtenues**, en particulier pour la qualité de la définition 3D des ouvertures qu'il permet.
- L'accès à tous les logements a été chronophage : Un relevé précis des ouvertures pourra aussi s'envisager avec une **seconde série de scans extérieurs réalisés sur une plateforme élévatrice** pour éviter les masques d'un relevé depuis le sol.
- Cette partie du projet BERTIM est achevée mais ses résultats seront exploités pour la suite de la rénovation de ce bâtiment démonstration :
 - ✓ **Un processus BIM continu** : le fichier IFC sera ensuite importé dans **Energy+** pour les analyses d'économies d'énergie, et dans **RenoBIM** (en développement). Puis depuis **RenoBIM**, l'export dans les différents logiciels de fabrication des industriels partenaires sera également réalisé et validé au format IFC.
 - ✓ **La précision du modèle 3D sera évaluée** lors de la phase de production et d'installation des modules sur les façades.
- **Les investissements BIM, utiles aux constructeurs, mais aussi aux éditeurs !** Dietrich's exploite désormais au mieux les nuages de points, au travers de logiciels partenaires interfacés en IFC, réservant ainsi toutes ses ressources pour des développements Calcul et CAO au plus proche de son expertise des métiers du bois.

L'étude complète est disponible sur <http://www.bertim.eu> (library)