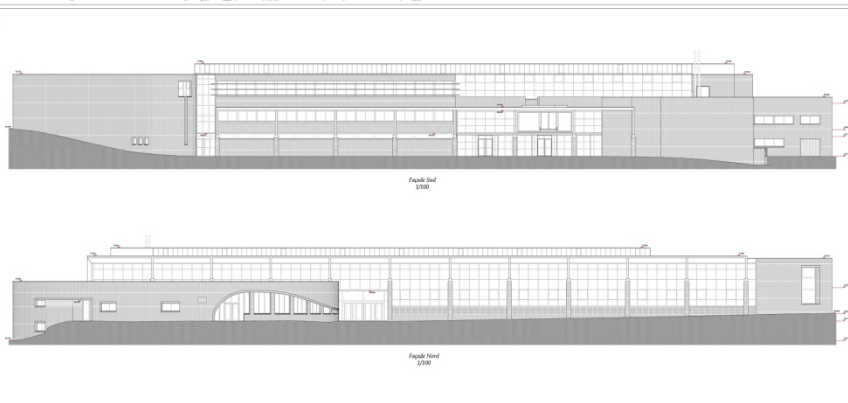
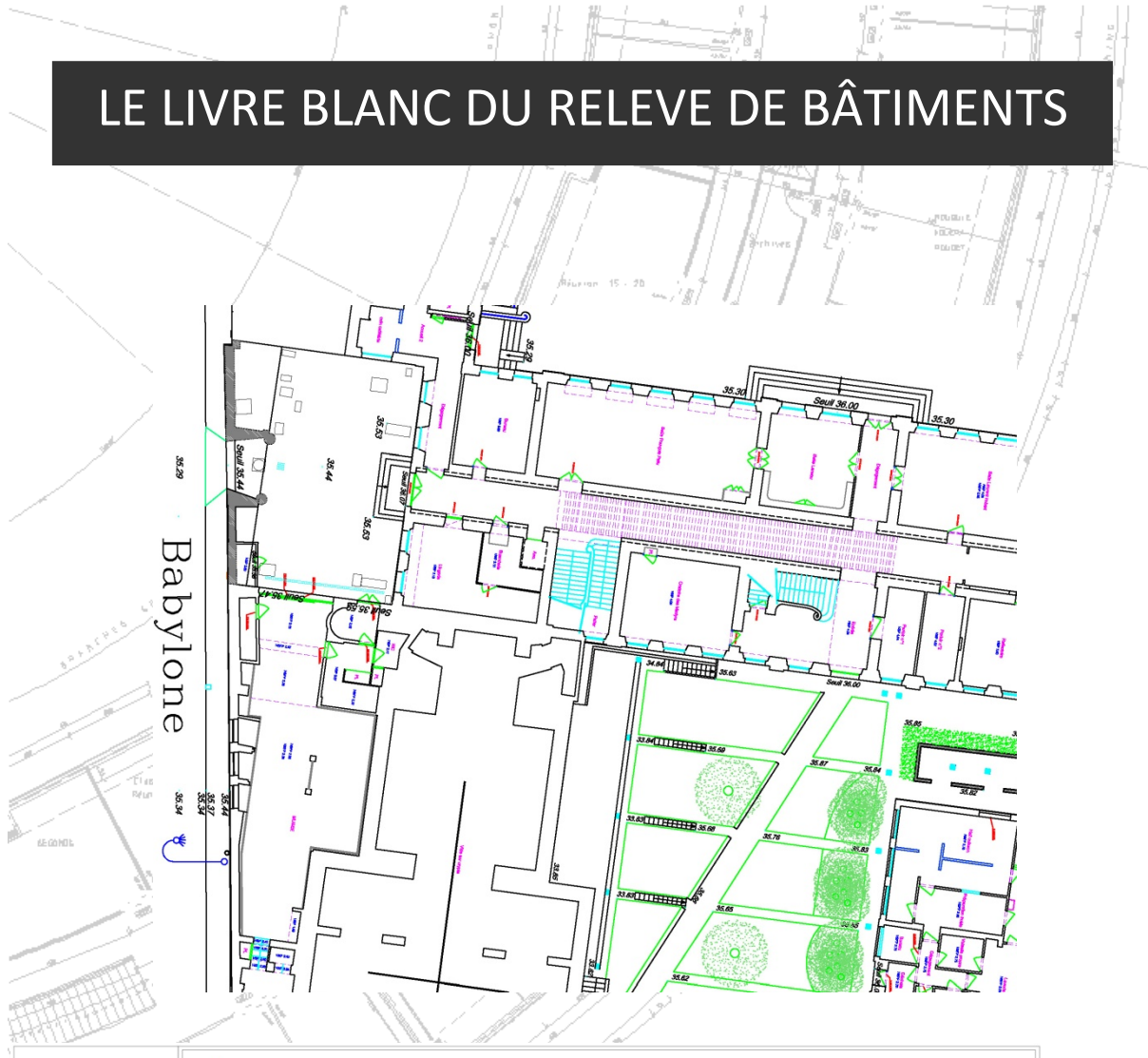


LE LIVRE BLANC DU RELEVÉ DE BÂTIMENTS



Sommaire

Sommaire	2
Présentation	3
Pourquoi des Relevés de Bâtiments ?	3
Les différentes missions de Relevé de Bâtiment	4
Le point de vue économique	6
Les stratégies de baisse de coût	8
Les stratégies d'optimisation du processus	8
Conclusion	11
Bibliographie technique	12



Présentation

Ce document est une synthèse de l'étude menée pour le compte d'un fabricant français de matériel destiné au marché du Relevé de Bâtiments en France.

Elle s'adresse en particulier aux Responsables de Collectivités Locales ou Régionales qui y trouveront une analyse économique et qualitative sur le coût réel de telles prestations. Dans une période économique difficile, cette analyse pourra constituer un référentiel :

- pour les décisions d'appel à sous-traitance pour la réalisation de telles prestations,
- pour la gestion d'Appels d'Offres.

Pourquoi des Relevés de Bâtiments ?

Les objectifs poursuivis par les donneurs d'ordre peuvent être très variés :

- La constitution d'une base de données à jour et harmonisée du patrimoine immobilier permettant une Gestion de Patrimoine efficace et pérenne,
- L'informatisation de plans de bâtiment existants et l'harmonisation des rendus par utilisation d'une charte graphique,
- La nécessité de disposer de plans d'existants avant la réalisation de travaux de réhabilitation. Entrent en particulier dans ce cas, les travaux de rénovation énergétique pour lesquels une simulation thermique dynamique préalable est indispensable afin de définir la stratégie de rénovation,
- Le souhait de disposer d'une description d'état actuel complet et fiable d'un ensemble de bâtiments en prévision d'opérations futures d'extension, de restructuration ou de rénovation,
- L'application de dispositions réglementaires telles que la RT 2012.

Les décisions politiques sur la décentralisation qui ont conduit l'Etat à transférer aux collectivités régionales et locales la Gestion d'un patrimoine immobilier important sont bien entendu à l'origine du fort développement de ces besoins depuis quelques années.

Parmi les conséquences du Grenelle de l'Environnement, l'application de la Réglementation Thermique 2012 aux bâtiments tertiaires, et donc au patrimoine des collectivités territoriales, va nécessiter la réalisation d'études thermiques pour orienter les choix des décideurs sur l'amélioration de la performance énergétique du bâti. Or pour disposer d'éléments objectifs ces études thermiques doivent s'appuyer sur les plans de bâtiments, souvent inexistantes ou erronés. Un relevé d'existant est donc ici encore un préalable qui répond simultanément à un objectif de bonne gestion.

Notons enfin que dans certains pays anglo-saxons, lors de la livraison d'un bâtiment neuf, la pratique consistant à fournir un relevé du bâtiment, « As built » (tel que bâti (en opposition à tel que conçu), tend à se généraliser. Elle permet au Maître d'ouvrage de disposer dès la réception d'une base informatique susceptible de venir alimenter une Gestion de Patrimoine. Cette pratique, si elle se diffusait en France conduirait à un très important essor de la demande en relevé de Bâtiments.

Les différentes missions de Relevé de Bâtiment

Une mission de relevé peut aboutir à la fourniture d'un ou plusieurs documents parmi :

- Plans de bâtiment par niveaux,
- Plans de façades,
- Plans de coupe,
- Enveloppe 3D des bâtiments,
- Modèle 3D complet des bâtiments,
- Photos,

ainsi que les informations qui en découlent, en particulier surfaces, etc.

et ce, avec une contrainte de précision qui peut être variable, 1/200^{ème}, 1/100^{ème} ou 1/50^{ème}. Ainsi, pour la Gestion de Patrimoine, on se contentera du 1/100^{ème} alors qu'une réhabilitation exigera une précision de 1/50^{ème}

Elle peut également inclure le relevé des équipements des bâtiments ainsi que leur description.

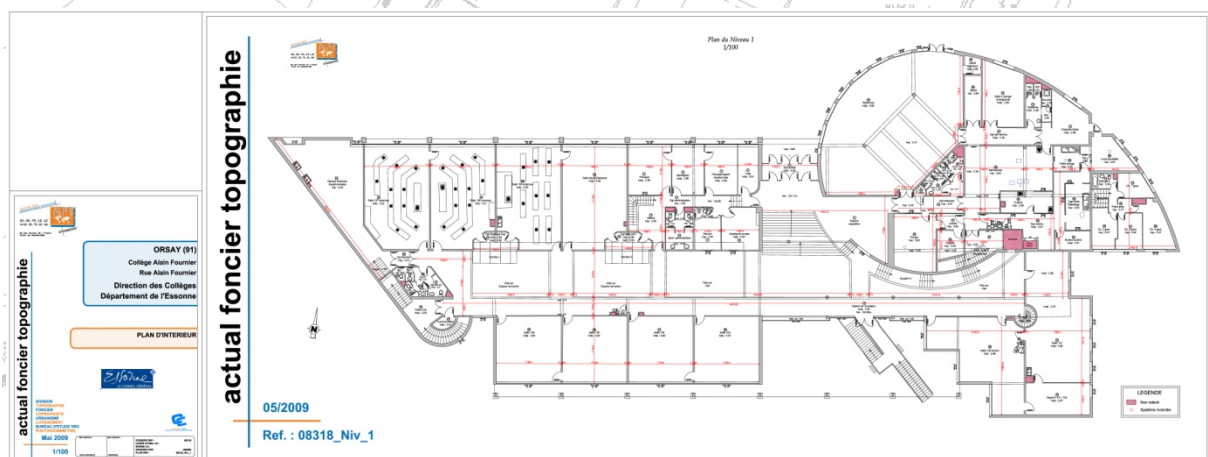


Figure 1: plan de niveau de collège au 1/100ème



Figure 2 : plan de façade

Le format dans lequel doivent être fournis les documents peut également constituer un élément clé de la prestation ; produire un plan 2D dans un format type DWG™ (Format AutoCAD) même associé à une charte graphique est bien évidemment beaucoup plus simple qu'un « Modèle » IFC¹ !!!

En effet, dans le premier cas le donneur d'ordre disposera de plans et dans le second cas d'un modèle informatique de ses bâtiments organisés en « blocs » typés (encore appelés objets), murs, poteaux, ouvertures, etc... qui lui ouvriront d'autres possibilités de gestion de son parc immobilier.

La contrepartie évidente est un travail a priori plus complexe pour le prestataire puisqu'après les phases **prise de mesures** et **production**, celui-ci devra « interpréter » le bâtiment et reconstituer les « objets »... Notons que cette interprétation est d'autant plus difficile qu'elle se fait d'après un bâtiment fini et que les différents types d'objets se trouvent dans un état « imbriqué » les uns dans les autres, murs porteurs, voiles, dalles, etc...

Dans de nombreux cas, où il est demandé un modèle 3D, au format IFC ou au format propriétaire d'un des majors de la CAO Architecture, les opérateurs de relevé de bâtiments présentent alors une réponse groupée avec un second partenaire ayant une très bonne connaissance du logiciel « cible » et dont la mission sera de « monter » la maquette 3D.

Notons enfin que cette norme de modélisation est également de plus en plus utilisée dans les logiciels de calcul thermique et intéresse donc au premier chef les applications RT 2012.



¹ IFC : « Industry Foundation Classes », cette norme qui a vu le jour à la fin des années 90 avait surtout pour objectif de faciliter la conduite de projets de bâtiment de la phase étude à la phase réalisation en permettant notamment à tous les acteurs de la construction de pouvoir accéder au modèle du bâtiment et de le faire évoluer. A la fin de la construction, le maître d'ouvrage disposait alors également de ce modèle pour la gestion du bâtiment tout au long de sa vie.

Le point de vue économique

Le processus de relevé d'intérieur classique se décompose en 2 phases :

- **La prise de mesures**
- **La production** des documents informatiques, plans, etc...

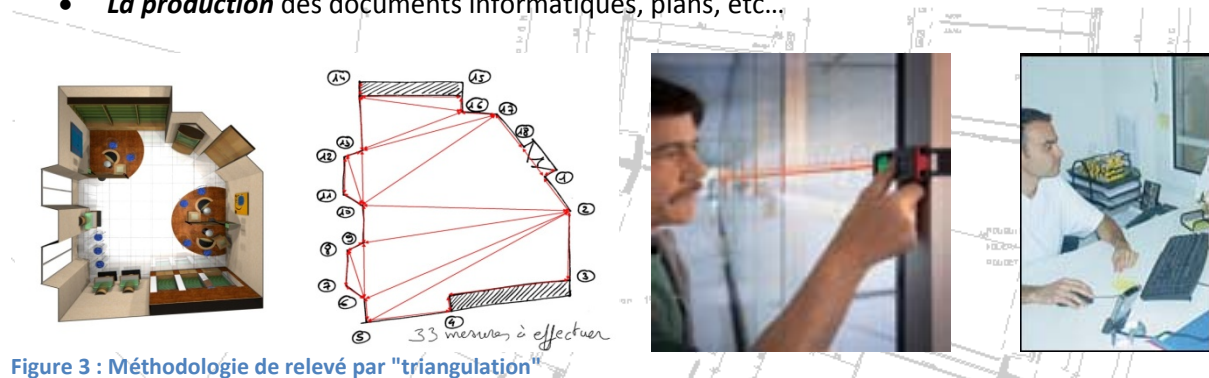


Figure 3 : Méthodologie de relevé par "triangulation"

La prise de mesures consiste à reporter, sur un schéma élaboré par l'opérateur, des mesures en nombre suffisant pour permettre la reconstitution ultérieure au bureau de la géométrie des pièces et du bâtiment. La méthode dite par « triangulation » est la plus souvent utilisée, en découpant la forme d'une pièce en triangles, on est ensuite aisément capable de reconstituer sa géométrie.

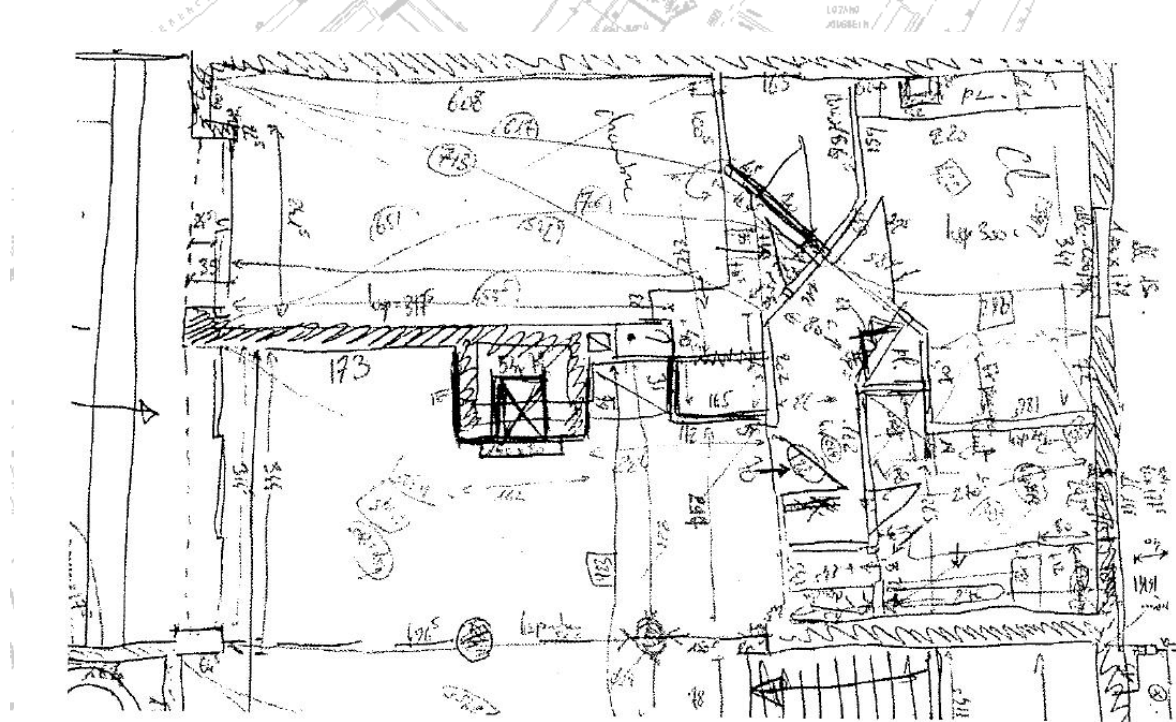


Figure 4: Exemple de croquis terrain

La production des plans est généralement faite au bureau à l'aide d'un logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur (AutoCAD est le plus connu) à partir du relevé terrain.

Certains opérateurs disposent d'équipes différentes pour la prise de mesure et le « montage » des plans.

Il est important de préciser que la de prise de mesures de distances se faisant avec un télémètre laser, l'opérateur est souvent confronté à des problèmes de précision de cette mesure (encombrement, mesures difficiles à réaliser, accessibilité, etc...), il devient indispensable de prendre des mesures de « contrôle » supplémentaires qui permettront à l'opérateur de dessin « d'interpréter » plus aisément le schéma et de lever les éventuelles incohérences.

Lors d'un audit, nous avons d'ailleurs observé que, partant d'un même « calepin » de prise de mesures, 2 opérateurs dessin aboutissaient à des résultats différents quant au plan de niveau du bâtiment en fonction de l'interprétation qu'ils faisaient de la structure du bâtiment..

Les performances observées sont en moyenne les suivantes² :

- Opérateur prise de mesures terrain : 600 m²/jour
- Opérateur Dessin : 350 m²/jour

En tenant compte des coûts de main d'œuvre, d'encadrement et de charges indirectes, on parvient, avec les méthodes traditionnelles, à un coût de revient de :

1,3 €HT/m² relevé pour une prestation de production de plans 2D³

La production d'une maquette 3D dans un format propriétaire de CAO Architecture (All Plan, Archicad, Revit, etc...) constitue un important travail de saisie supplémentaire consistant à modéliser des murs, des ouvertures, des poutres, etc, selon les fonctionnalités propres à chacun de ces logiciels.

Les performances dépendent bien entendu du niveau de complexité du bâtiment mais on peut estimer qu'en moyenne il est difficile de dépasser 500 m²/ jour.

Le cout global relevé + Modélisation 3D s'élève alors à :

1,7 €HT/ m² relevé pour une prestation de production d'une maquette 3D

La mission de relevé de façades est beaucoup moins technique, elle consiste à produire un document graphique représentant une ou plusieurs vues des façades des bâtiments.

Les méthodes de travail peuvent par contre être beaucoup plus variées en fonction du niveau de détail souhaité et de la complexité architecturale du bâtiment ; relevé tachéométrique ou scannérisation, relevé par photogrammétrie et rectification de perspectives notamment.

Ici encore, une phase de **production** de plan fait suite à la **prise de mesures**. Ceci étant, la mission est moins technique; il n'y a pas ici la problématique de l'assemblage des pièces ou des étages.

² Pour des opérateurs spécifiquement dédiés et donc régulièrement affectés à de telles missions

³ Hors coût commercial et réponse à appel d'offre

Les stratégies de baisse de coût

Face à la concurrence certains prestataires ont bien entendu recherché des stratégies de baisse des coûts de revient pour être plus attractifs lors de participation à des appels d'offre.

L'analyse précédente montre que 60% du coût global provient de la phase production informatique ; la première solution consiste donc à utiliser du personnel offshore (Afrique Nord voire Inde, Chine, etc...) à faible coût salarial. Le prix de revient global peut ainsi être presque divisé par 2 et tomber à **0,7€HT/m²** ! Les réponses à appels d'offre ne demandant pas précisément d'éléments dans ce sens, cette pratique est effective en particulier chez certains prestataires de taille importante.

Malheureusement, la quasi absence de communication entre les opérateurs de relevé terrain et ceux chargés d'« interpréter » les prises de mesure conduisent à une baisse substantielle de la qualité de la prestation finale (justesse du plan fourni et précision en particulier) qui reste de plus difficilement contrôlable...

Les stratégies d'optimisation du processus

La seconde stratégie consiste à rechercher un processus de relevé différent.

Différentes solutions ont été abordées par les prestataires ; **levé au tachéomètre** avec codification, levé par triangulation avec une Tablet PC, levé d'intérieur au **scanner laser 3D**, etc., mais aucune de ces solutions ne permet d'obtenir un gain significatif sur le coût global de la prestation à qualité équivalente.

Le levé codifié au tachéomètre est évidemment une solution a priori garante d'une excellente précision. L'ensemble du relevé est effectué dans un seul référentiel et la précision des appareils destinés avant tout à la topographie est excellente. Cependant, non seulement la phase Production des documents reste longue et surtout la mise en œuvre d'un tachéomètre en intérieur est réellement fastidieuse (cheminement polygonal, mise en station, petites pièces impossibles à relever). Cette solution aboutit à une méthodologie mixant relevé au tachéomètre et relevé par triangulation au télémètre laser qui n'est sûrement pas propice à l'optimisation du processus. De plus, la réalisation d'un cheminement polygonal qui est nécessaire pour caler les pièces entre elles, n'est pertinente que si il est possible de « fermer » la polygonale afin de réaliser une compensation. Et ce cheminement oblige de plus l'opérateur à multiplier les stations lui permettant de réaliser des visées avant-arrière ou des points doubles ce qui nuit très gravement à la précision du relevé.

Le levé au **scanner laser 3D** paraît être LA solution... Et pourtant, bien que l'acquisition des mesures soit automatique et relativement rapide selon les appareils, le scanner fournit un nuage de points 3D qui doit être post-traité par un opérateur pour en extraire les seules données pertinentes ; à quoi sert de relever des centaines de milliers de points quand 4 coins suffisent à modéliser une pièce à 4 murs ? Cette solution est par contre incontournable dans le cas de géométrie complexe, sites archéologiques, monuments historiques complexes, etc... Elle est donc encore peu utilisée dans le domaine du relevé d'intérieurs.

L'apparition en 2004 et la mise sur le marché en 2005 d'une **solution intégrée Mesure plus Dessin** a bouleversé la donne. Développée à partir du **brevet** déposé par une société française « ["Surface metering device"](#) » ce système a été plusieurs fois primé, notamment au concours de l'innovation du salon BATIMAT. Plus de 1000 appareils ont été livrés en France ces dernières années.

Cette solution baptisée « [TRIPOD](#) » répond aux 2 problématiques :

- Diminuer le temps de prise de mesures donc son coût,
- Minimiser le temps de production des plans (qui devient quasi automatique) sans perdre en précision.



La prise de mesures est réalisée par l'intermédiaire d'une mini station totale (avec une mise en œuvre très simple) donc par une méthode de rayonnement (environ 2 fois moins de mesures que par triangulation).

L'appareil qui dispose d'une « bulle électronique » revendique une précision de 4mm à 10m, donc adaptée au 1/50ème.

Les mesures sont utilisées immédiatement pour dessiner la géométrie des pièces ou des composants (ouvertures, etc...), voire des éléments de construction plus complexes, poutres de charpentes, etc...

Le couplage de la mini-station totale avec le mini ordinateur et son logiciel permet également de pouvoir utiliser interactivement les méthodes de construction géométriques (par intersection, etc...) précédemment utilisées durant la phase production du dessin assistée par ordinateur.

Ce système apporte de plus la « troisième dimension » puisqu'il restitue l'altimétrie des points relevés.

L'assemblage des pièces est réalisé automatiquement par le logiciel intégré à l'appareil (et disponible également en version poste fixe) pour produire plan ou modèle 3D. Le modèle 3D est notamment utilisé pour la production de coupes du Bâtiment.

Les performances observées sont en moyenne les suivantes :

- 6 heures de relevé pour 1 heure de finalisation soit 800 m²/jour relevés et dessinés

Le coût de revient global s'établit alors à 0,45 €HT/ m².

Conclusion

La mise sur le marché du TRIPOD a réellement constituée une Rupture technologique pour les Relevés de Bâtiments qui n'a pas encore été totalement intégrée par les acteurs ou les donneurs d'ordre.

A une époque où la gestion des comptes publics est sur le devant de la scène et subit une très forte pression et que les collectivités sont soumises à de nouvelles réglementations, ce type de solution grâce à la baisse des coûts de revient qu'il induit s'avère être une source d'économie significative. D'autant plus que ces prestations peuvent désormais être réalisés en interne compte-tenu de la simplification apportée au procédé.



Bibliographie technique

- **Pierre DEJONGHE**, Analyse des besoins et analyse comparative des solutions existantes pour le relevé et le traitement de données de gestion de patrimoine immobilier, 2006, Mémoire de fin d'études ESGT
- **S. BOUQUILLARD**, <Sciences et techniques industrielles> : Bac Pro Technicien géomètre topographe, t. 1, CASTEILLA, novembre 2007, 265 p. ([ISBN 9782713529375](#))
- **Serge MILLES et Jean LAGOFUN**, <Topographie et topométrie modernes> : Techniques de mesure et de représentation, t. 1, Eyrolles, octobre 1999, 1^{re} éd., 526 p. ([ISBN 2-212-02287-5](#))
- **Jean-Pierre SCHIAVI**, « ["Surface metering device"](#) », 2008

