

Nivellement par balayage laser

■ Thibaut HERBIN

Inauguré en 1994, l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) réalise, depuis 2009 et jusqu'en 2015, la première phase d'un programme de renouvellement des infrastructures, appelé Upgrade, visant à optimiser l'utilisation du synchrotron ainsi que les performances du complexe. Il est notamment prévu la construction d'une vaste dalle, appelée l'EX2 Slab, dont la planéité devra être contrôlée par le service Alignement et géodésie (ALGE).

A cette fin, il a été décidé d'évaluer les performances du laser scanner Faro Photon 120, afin de déterminer s'il pouvait constituer une alternative crédible et efficace au nivellement direct de haute précision. Les principaux avantages du laser scanner, que sont la rapidité d'exécution des levés et la possibilité d'obtenir un travail global, contrairement à une prise de points ponctuelle par nivellement direct, sont déjà connus. L'objectif de cette étude sera donc principalement tourné vers les capacités du Faro Photon 120 en terme de qualité, afin de déterminer si la précision du laser scanner est suffisante pour satisfaire aux exigences du contrôle de la dalle.

Depuis maintenant plus de deux ans, l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) de Grenoble a engagé la première phase d'un vaste programme appelé "Upgrade" sur ses installations, afin de développer et améliorer les capacités de certaines lignes de lumières, réaménager le hall expérimental et réaliser plusieurs changements sur l'ensemble du complexe.

Au sein de ce programme de renouvellement, on trouve notamment la réalisation d'une dalle de construction continue de près de 4400 m² : l'EX2 Slab. Du fait des tâches qui lui incombent (surveillance des réseaux planimétrique et altimétrique de l'ESRF, implantation des nouveaux bâtiments, alignement des outils instrumentaux sur le faisceau d'électron...), le groupe Alignement et géodésie (ALGE) sera en charge du contrôle de la planéité de cette dalle, contrôle nécessitant une précision millimétrique. Du fait de la taille conséquente de l'ouvrage, le groupe ALGE a recherché des alternatives viables à la méthode du nivellement direct pour effectuer ses contrôles de planéité, dans le but d'obtenir un gain de temps substantiel par rapport à la durée de tra-

vail nécessaire pour effectuer du nivellement sur une dalle d'une telle surface. Possédant depuis quelques mois un laser scanner Faro Photon 120, le service ALGE s'est donc logiquement tourné vers l'utilisation de ce moyen. C'est pourquoi un sujet de travail de fin d'études (TFE) a été mis en place, afin de déterminer les capacités du laser scanner en terme de précision de mesure, du point de vue de ses avantages comme de ses contraintes et de ses limites. L'objectif principal de cette étude est ainsi de déterminer s'il est possible ou non d'obtenir une précision millimétrique du nivellement d'une dalle de cette grandeur par l'intermédiaire du laser scanner. On pourra ainsi rendre éventuellement possible l'utilisation de ce dernier pour les contrôles de planéité qui seront à réaliser sur l'EX2 Slab.

Généralités sur le laser scanner Faro Photon 120

À l'instar d'un tachéomètre, le laser scanner est un appareil de mesure permettant de déterminer, sans réflecteurs associés, les coordonnées tridimensionnelles locales d'un point à partir de deux mesures angulaires (angle hori-

zontal et angle vertical) et d'une mesure de distance inclinée. La différence principale dans le mode de fonctionnement de ces deux outils va résider dans leur vitesse d'exécution et leur capacité de prises de points. En effet, contrairement aux mesures ponctuelles, choisies par l'utilisateur, du tachéomètre, le laser scanner relève lui des millions de points dans une zone de travail délimitée.

Pour le levé desdits points, le laser scanner se base sur deux axes de rotation principaux. Le premier est un axe vertical, autour duquel l'appareil va effectuer une rotation, permettant ainsi un balayage azimutal de la scène. Le second est un axe horizontal, occasionnant la rotation d'un miroir, réalisant, de fait, le balayage vertical de la scène. La combinaison des deux offre ainsi, pour le Faro Photon 120, un champ de vision de 360° en azimutal et de 320° en zénithal (voir figure 1). Cette zone pourra être réduite selon la convenance de l'utilisateur, en fonction du travail à effectuer. Il est également possible de modifier la résolution du balayage laser, qui correspond en fait à un pas d'incrément angulaire entre chaque prise de points. Celle-ci est paramétrable entre 32" et 17' de degré, soit entre 0,009° et 0,3°.

Le Faro Photon 120 utilise la méthode de la différence de phase (par opposition à celle du temps de vol). Concrètement, les appareils utilisant cette technique émettent des vagues de signal à différentes longueurs d'ondes, et mesurent la distance laser/objet à partir de la différence de phase observée sur ces vagues. En effet, l'onde émise va

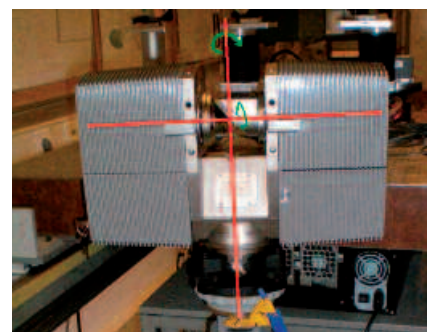


Figure 1. Axes de rotation du Laser Scanner



subir un déphasage lors de son impact sur la surface réfléchissante. Afin de résoudre le nombre de cycles entiers, le laser scanner utilise ensuite des fréquences de modulation. Dès lors, connaissant le nombre de cycles entiers et le déphasage de l'onde, il pourra en déduire la distance à l'objet visé.

La société Faro a développé sa propre solution logicielle afin de piloter le laser scanner lors des mesures d'une part et d'effectuer le traitement des données d'autre part. Ces deux applications sont regroupées au travers d'un même utilitaire : le logiciel Faro Scene. Du point de vue du traitement des données, les principales fonctionnalités de ce logiciel vont permettre notamment la visualisation en direct des mesures effectuées, le géoréférencement des nuages de points relevés, ainsi que le filtrage et le lissage des mesures brutes obtenues. Si les filtres permettent de supprimer arbitrairement des points aberrants (en fonction de valeurs seuils des différents paramètres), les fonctions de lissage sont en revanche à utiliser de manière beaucoup plus ponctuelle. En effet, de manière analogue à la méthode du plus proche voisin en traitement d'image, le lissage effectué sous Faro Scene va permettre d'affecter à un point la valeur moyenne des points proches. Si cette option de post-traitement peut être utilisée sur des surfaces lisses, telles que des plans ou des sphères, son usage est en revanche déconseillé sur des objets présentant des arêtes franches.

Tests effectués

Comme tout appareil de topographie, le laser scanner est soumis à l'influence de dizaines de paramètres, répartis ici en cinq catégories :

- la méthode d'acquisition (densité de points, nombre et position des points de calage...)
- l'objet visé (taille, forme, réflectivité...)
- l'environnement (réfraction du milieu, vibrations du sol...)
- les performances du laser scanner (précision en angle, précision en distance...)
- la méthode de calcul (algorithme de reconnaissance des cibles, méthode de géoréférencement...)

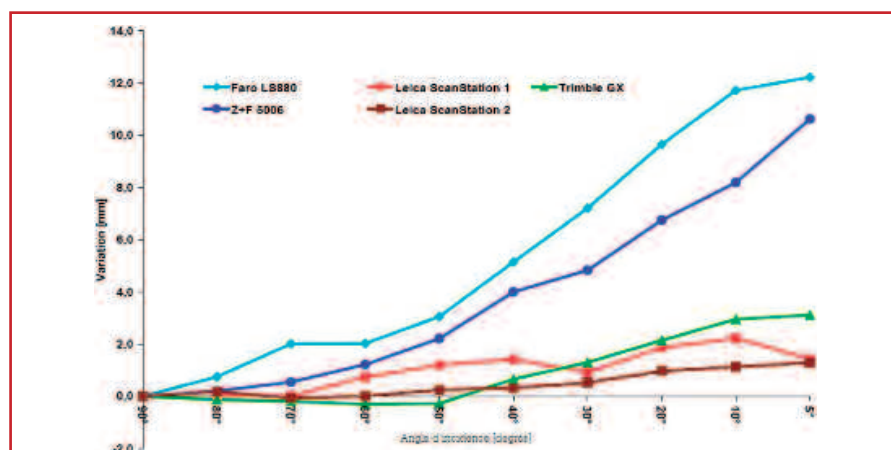
Dans un premier temps, un ensemble de tests a donc été mené, afin d'évaluer l'importance de certains facteurs pouvant influencer la qualité de la mesure. Tous n'ont pas pu être analysés en raison du temps alloué à l'étude (vingt semaines). Les tests qui ont pu être réalisés sont ainsi présentés ci-après. Dans un second temps, des essais comparatifs de contrôle des dalles ont été effectués afin de qualifier la précision de mesure par laser scanner, en utilisant un nivellement direct en guise de référence.

D'après les études menées par l'Institut de géodésie et de photogrammétrie de Zurich [2] et [4], ou encore par les laboratoires des universités de Hambourg [1] ou de Mayence [3], on peut vérifier l'influence de différents facteurs sur la qualité de la mesure du laser scanner, tels que la distance, la résolution ou encore l'angle d'incidence. Ce dernier va d'ailleurs constituer un facteur influent prédominant : en effet, on peut d'ores et déjà supposer que plus l'angle d'incidence sera faible, et donc plus les visées seront rasantes, plus le bruit des mesures augmentera. Cette déduction est d'ailleurs confirmée par les travaux de l'université de Hambourg, précédemment cités, dont les résultats de tests sur différents laser scanners sont visualisables au travers du *graphique 1*.

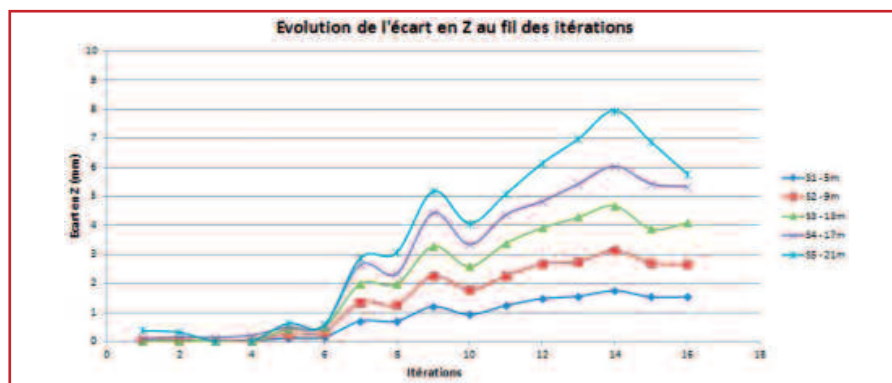
Dans un second temps, une étude a été menée sur la variation d'inclinaison du laser scanner au cours d'une session de mesures. Concrètement, il s'agit d'observer la stabilité du laser scanner au fil des mesures. Pour tester ce phénomène, une expérience a été réalisée sur le banc d'étalonnage du groupe ALGE,

avec des conditions de pression et de température constantes. Cinq sphères Faro spécifiques à l'utilisation d'un laser scanner (diamètre 145 mm) ont ainsi été placées tous les quatre mètres, de cinq à vingt et un mètres du laser scanner. Seize sessions de mesures ont été effectuées, à une même résolution, sans toucher à l'instrument et en conservant les mêmes paramètres de mesures pour chaque itération. Il est à noter que l'instrument a été verticalisé à l'aide d'une nivelle sphérique préalablement au démarrage des manipulations. L'objectif étant d'étudier la stabilité de l'appareil, la verticalité de l'appareil n'a ensuite plus été modifiée tout au long de l'expérience. Les positions des sphères acquises lors de la première itération ont été utilisées comme référence. Nous avons ensuite comparé la coordonnée altimétrique de chacune des sphères, pour chaque itération, par rapport à la valeur initiale. Ces écarts sont retranscrits au travers du *graphique 2*.

On peut observer en premier lieu que l'erreur altimétrique va augmenter au fur et à mesure des itérations. D'autre part, on constate que cet écart est d'autant plus grand que la sphère est éloignée du laser scanner. Ce second constat nous fait dire que ce phénomène est dû à une modification de l'inclinaison de l'instrument. Cependant, ce dernier n'a pas été touché durant l'ensemble de l'expérience. On peut donc supposer que l'appareil s'est peu à peu débullé, suite à la combinaison de deux facteurs : le poids de l'appareil, et les mouvements de rotation de celui-ci. La force centrifuge induite par ces mouve-



Graphique 1. Influence de l'angle d'incidence sur la qualité de la mesure



Graphique 2. Variations d'inclinaison du Laser Scanner

ments a ainsi peu à peu décalé l'appareil de sa position initiale. On constate que l'amplitude de cette erreur peut monter jusqu'à 8 mm à 21 m, soit une erreur angulaire de l'ordre de $0,02^\circ$. La position de l'instrument ayant été modifiée entre les différentes sessions de mesures en raison des éléments explicités ci-dessus, le référentiel local associé au laser scanner (dans lequel sont exprimées les coordonnées des points mesurés) sera donc légèrement différent pour chaque relevé, expliquant de fait les différences de coordonnées entre deux itérations de mesure.

Malheureusement, l'amplitude de cette erreur angulaire correspond à la précision de l'inclinomètre intégré au laser scanner. Ce dernier ne pourra donc pas corriger efficacement la mesure en post-traitement. Certains lasers scanners disposent d'un compensateur intégré permettant une correction immédiate de la mesure, mais ce n'est pas le cas du Faro Photon 120. Deux constats s'imposent donc. Il sera dans un premier temps nécessaire de vérifier que la nivelle sphérique ne bouge pas au cours d'une session de mesure. D'autre part, il sera souhaitable à l'avenir de travailler dans des repères globaux, nécessitant de fait un recalage de chaque nuage de points utilisé, afin d'être sûr que l'inclinaison de l'appareil ne va pas venir altérer les données. Dans cette optique, le centre de chaque sphère de calage sera relevé en coordonnées dans un repère global défini par l'utilisateur à l'aide d'un tachéomètre. Il sera alors possible de replacer l'ensemble des nuages de points étudiés dans un même référentiel, et donc de les comparer entre eux.

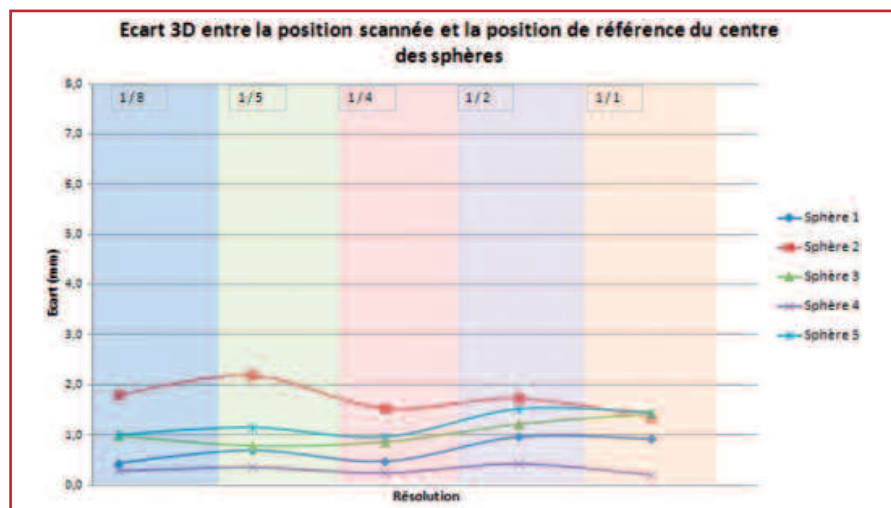
D'autre part, il a été décidé de tester l'influence de la résolution sur la détermination des coordonnées du centre des sphères de recalage, ces recalages étant, selon l'expérience précédente, indispensables dans notre cas. Cinq sphères Faro de 145 mm de diamètre placées à dix mètres du laser scanner ont ainsi été scannées à cinq reprises pour chaque résolution de balayage laser disponible. Des sphères additionnelles équitablement réparties dans l'espace ont également été mesurées afin d'obtenir un recalage optimal. Après recalage, les coordonnées du centre des sphères ont alors été comparées aux coordonnées de référence acquises par l'intermédiaire d'un tachéomètre. Les moyennes des écarts tridimensionnels constatés sont disponibles au travers du *graphique 3*.

Nous pouvons ainsi constater que la résolution ne permettrait pas d'obtenir une précision meilleure sur les coordonnées du centre de la sphère. En

effet, pour chaque sphère étudiée, l'écart tridimensionnel moyen entre les cinq mesures du laser scanner et celles réalisées au tachéomètre est constant quelle que soit la résolution choisie, à moins de cinq dixièmes de millimètre près. Néanmoins, la position de nos sphères est incorrecte, puisque l'on observe des biais de positionnement pouvant aller jusqu'à 2 mm.

Deux hypothèses sont donc envisageables : la première est que le recalage n'est pas de bonne qualité, provoquant ainsi des biais sur la position des objets visés. La seconde se rapporte à la modélisation de la sphère par le logiciel sur des mesures bruitées. En effet, lorsque l'on observe le bruit des mesures, on constate que celui-ci est, pour l'ensemble des balayages laser et sur chaque sphère, supérieur au millimètre. On peut donc supposer que ce phénomène soit à l'origine du décalage de position. Enfin, la précision du Leica TDA 5005 utilisé pour déterminer les coordonnées de référence est de deux à trois dixièmes de millimètre. Dès lors, ceci peut expliquer une partie des différences constatées entre les mesures de référence et celles du laser scanner.

Enfin, il est à noter que les résolutions inférieures à $1/8$ (soit 5 000 points pour 360 degrés) ne sont pas représentées dans le graphique. En effet, dans le cadre de l'expérience, les sphères étaient situées à une dizaine de mètres du laser scanner. Dès lors, avec ces résolutions, le nombre de points sur les sphères était trop faible pour permettre



Graphique 3. Influence de la résolution sur les écarts tridimensionnels



leur détection automatique sous le logiciel Faro Scene. Elles ont donc été ignorées dans le test effectué.

La résolution du balayage laser étant l'un des éléments prépondérants dans le calcul de la durée de mesure (car influençant directement le nombre de points à mesurer), il s'agira donc pour l'utilisateur de le choisir avec précaution. On a pu voir au travers des tests précédents qu'une résolution de 1/1 (soit 40 000 points sur 360°) n'apportait pas d'augmentation significative de la qualité de mesure par rapport à une résolution de 1/8 (5 000 points sur 360°). Choisir cette dernière permettrait donc de diviser par 8 le temps de travail sur le terrain. Néanmoins, une résolution de 1/5 voire 1/4 sera plutôt conseillée, afin de conserver un certain niveau de détails pour des éléments qui ne sont pas prévus spécifiquement à être scannés, contrairement aux sphères de 145 mm préalablement utilisées dans la manipulation de caractérisation, tout en diminuant significativement le temps de travail sur le terrain.

Enfin, si l'on s'intéresse à la composition même du laser scanner, on constate que celui-ci est équipé d'un distancemètre, indispensable à la réalisation des mesures de distances. Dès lors, à l'instar des distancemètres équipant les tachéomètres, il est probable que celui du laser scanner soit soumis à des erreurs systématiques, telles qu'une constante d'addition par exemple. Une simple manipulation a alors été mise en place afin de pouvoir quantifier l'erreur systématique associée à la mesure de distance du laser scanner.

Concrètement, l'expérience consiste en la mesure de deux cibles (ici en l'occurrence des sphères de 145 mm de diamètre) depuis deux positions de l'instrument à caractériser : une position à mi-chemin entre les deux cibles, et une seconde à l'extérieur du segment entre ces dernières, en ligne avec celles-ci. On détermine ensuite la distance entre chacune des deux sphères à partir des positions de ces dernières mesurées par le laser scanner. Une illustration de la mise en place de cette manipulation est par ailleurs disponible au travers de la Figure 2. La distance de référence entre les centres des deux sphères est

ensuite déterminée par tachéométrie en guise de contrôle.

A l'image des manipulations traditionnelles effectuées sur les tachéomètres, on devrait donc théoriquement obtenir le double de l'erreur systématique sur la distance obtenue avec le laser scanner en position 1, tandis que les mesures effectuées en position 2 devraient nous permettre de retrouver la distance de référence. On effectue trois itérations de mesure pour chaque position du laser scanner.

Conformément aux attentes théoriques, on obtient un écart moyen de 3 mm entre les mesures du laser scanner en position 1 et la distance de référence. Au contraire, on obtient une correspondance des mesures entre la distance entre les deux cibles déterminée par le laser scanner en position 2 et la distance de référence, avec un écart maximal de 0,4 mm. Dès lors, on peut en déduire que le distancemètre du laser scanner présente une erreur non corrigée par le paramétrage interne de l'ordre de 1,5 mm à 4 m sur la mesure de distance. De nouvelles sessions de manipulations seraient cependant nécessaires pour conclure cette manipulation, notamment afin de distinguer l'erreur systématique sur la distance d'une éventuelle erreur sur la distance fonction de l'éloignement entre l'objet mesuré et le laser scanner. Pour ce faire, il s'agirait d'itérer la manipulation précédente à plusieurs reprises, en modifiant la distance entre le laser scanner et les cibles scannées.

Étude du contrôle de dalles

Il a ensuite été décidé de tester grandeur nature s'il est possible ou non de contrôler la planéité d'une dalle de construction avec une précision inférieure au millimètre.

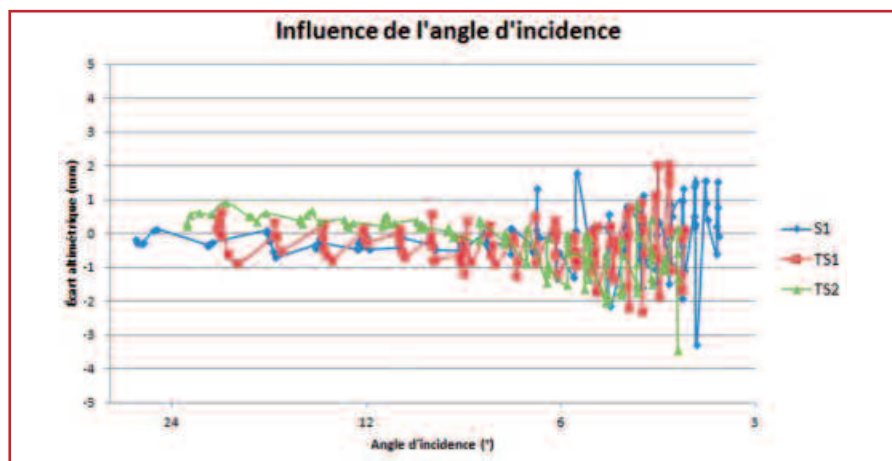
Pour ce faire, un maillage régulier a été implanté sur cinq dalles de construction

consécutives au sein de la galerie technique. Ceci représente une zone en arc-de-cercle, d'environ trois mètres de large pour trente mètres de long. Le maillage a été implanté avec un Leica TCR 1201 tous les cinquante centimètres dans le sens de la largeur, et tous les mètres dans le sens de la longueur. L'altitude de chaque point a ensuite été relevée par nivellement direct à l'aide d'un Trimble Dini 12. En effet, nous souhaitons voir si le laser scanner peut atteindre une précision millimétrique. Dès lors, la référence utilisée pour la comparaison doit avoir une précision au minimum de l'ordre du dixième de millimètre, ce qui impose l'utilisation du niveau pour déterminer l'altitude des points du maillage de référence. Une fois ces préparatifs effectués, plusieurs balayages laser ont été réalisés, permettant ainsi une certaine itération des données. Cette redondance devrait nous permettre de formuler des hypothèses conformes à plusieurs résultats, et non à une expérience ponctuelle.

Dans le but de comparer les nuages de points acquis au laser scanner à notre maillage de référence, des sphères de recalage connues en coordonnées dans le repère du maillage ont été placées sur la scène, afin de pouvoir placer les nuages de points dans le même système de coordonnées que le maillage de référence (repère local). La principale difficulté rencontrée fut l'absence de logiciel de modélisation des nuages de points au sein du service ALGE de l'ESRF. En effet, le logiciel Faro Scene est adapté pour le traitement des mesures brutes (fonctions de lissage, de filtrage, de recalage de coordonnées...), mais ne permet pas l'ajustement fidèle de surfaces ou d'objets sur le nuage de points. Il a donc fallu mettre en place une solution alternative afin de simuler cette modélisation de surfaces. En effet, la particularité du laser scanner est de présenter une précision nettement



Figure 2. Détermination de la constante d'addition des laser scanners.



Graphique 4. Influence des visées rasantes

meilleure au travers de surfaces modélisées par rapport à la précision initiale des données brutes. Il était donc indispensable de retranscrire cet esprit d'ajustement d'objets ou de surfaces sur le nuage de points. Ceci a été fait au travers d'Excel 2007, logiciel de la suite bureautique Microsoft Office, et grâce à l'aide de monsieur Gilles Gatta, technicien supérieur du service ALGE de l'ESRF, et spécialiste des questions mathématiques au sein de ce service.

Pour effectuer la comparaison, nous avons ainsi sélectionné sous Excel, pour l'ensemble du maillage, tous les points du nuage situés à moins de cinq centimètres d'un point du maillage de référence. La zone proche a été définie afin de contenir en son sein suffisamment de points du nuage pour obtenir un échantillon représentatif pour chaque point du maillage, tout en la limitant en maximum afin de minimiser les écarts d'altitude théoriques au sein d'une même zone proche. Ainsi d'après les données issues du nivellement indirect, un point du nuage situé en limite de la zone proche, soit à cinq centimètres du point de référence du maillage, présentera une différence d'altitude théorique inférieure à 0,08 millimètre. Dès lors, les écarts altimétriques entre chaque point du maillage et les points du nuage lui correspondant (situés dans sa zone proche) ont été calculés. Calculer la moyenne de ces écarts altimétriques nous a ainsi permis en quelque sorte de retranscrire cet esprit de modélisation. Le *graphique 4* représente la moyenne de ces écarts altimétriques pour chaque point du maillage en fonction de l'angle

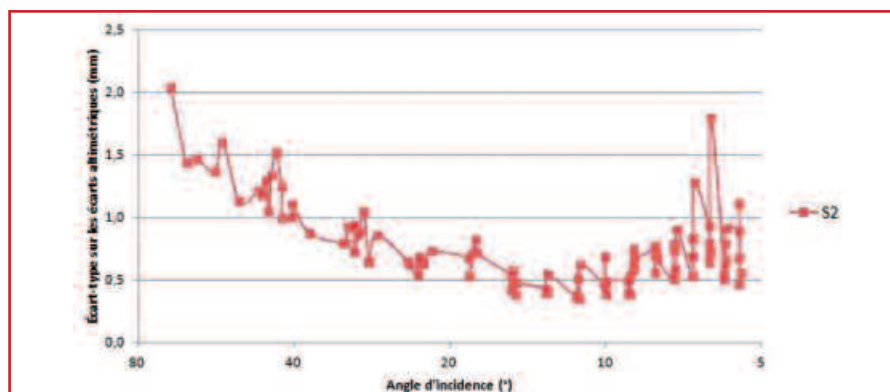
d'incidence, pour trois stations : S1, TS1 et TS2.

On peut constater, sur le *graphique 4*, que pour chaque station, l'écart altimétrique est inférieur au millimètre, à condition que l'angle d'incidence soit supérieur à environ 8°. En effet, lorsque les visées sont trop rasantes, on constate une augmentation de l'erreur. Ceci peut être en partie expliqué par la taille de l'impact du laser, qui augmente lorsque les visées ont un angle d'incidence plus faible, provoquant ainsi une perte de qualité sur la détermination de la mesure. La faible intensité du signal retourné au laser scanner lors de visées rasantes permet également d'expliquer cette augmentation de l'erreur altimétrique en fonction de la distance de mesure.

De même, une autre expérience a montré une augmentation du bruit de mesure lorsque les points visés sont trop proches, c'est-à-dire à une distance inférieure à 2,50 m du laser scanner. Ceci est visible sur le *graphique 5*. En

fait, ceci serait dû à la combinaison de trois paramètres : un angle d'incidence supérieur à 30°, une distance de visée courte et un objet visé qui consiste en un sol lisse et brillant. Le rayon laser serait alors réfléchi avec une intensité maximale, ce qui viendrait "aveugler" le laser scanner, provoquant dès lors une augmentation du bruit et donc une dégradation de la précision de la mesure. Cette hypothèse, discutée en concertation avec un responsable technique de la société Faro n'a cependant pas pu être confirmée par d'autres manipulations du fait du temps limité alloué à ce TFE. Des expérimentations ultérieures seraient donc nécessaires afin de confirmer ou d'infirmer ce postulat. Il serait par exemple intéressant de réaliser et d'analyser plusieurs scanings avec des hauteurs de stations diverses, afin de déterminer quel va être le facteur prédominant provoquant cet éventuel "effet miroir".

Enfin, une étude a été menée sur l'influence de la configuration géométrique des sphères de calage sur la qualité des résultats. Intuitivement, on peut d'ores et déjà se douter que les sphères devront être réparties dans les trois dimensions du volume de travail afin d'optimiser le recalage. Néanmoins, ce postulat demande confirmation. Pour ce faire, une même zone de mesure a été relevée à trois reprises, avec à chaque fois une configuration de points de calage différente. Les trois configurations utilisées sont disponibles en *figure 3*. Les écarts altimétriques entre les nuages de points et le maillage de référence, déterminés suivant la même méthode qu'explicitée précédemment, sont présentés pour



Graphique 5. Influence de l'angle d'incidence sur les écarts-types sur les écarts altimétriques



chaque configuration au travers du graphique 6.

Au travers de cette illustration, on peut observer que la qualité des résultats obtenus demeure sensiblement identique pour chacune des configurations testées. On distingue cependant une légère dégradation des résultats pour les stations TS1 et TS2, qui présentaient des configurations géométriques du positionnement des points de recalage relativement extrêmes et atypiques. La dispersion des points de calage dans l'espace aurait donc une influence minimale mais réelle sur la transformation des coordonnées et donc sur la qualité finale des résultats. Dès lors, il est donc préférable de disperser les points de calage selon les trois dimensions du volume de mesure, afin de limiter le risque d'erreurs lors du calcul de recalage des données dans le système global qui pourraient perturber la qualité intrinsèque des résultats.

Conclusion

Finalement, au vu des différents éléments présentés dans cet article, on peut constater qu'il est possible d'effectuer des contrôles de dalles de construction avec une précision millimétrique sur une certaine plage de distance, en respectant certaines contraintes, telles qu'éviter de viser des points trop proches, ou bien d'avoir des angles d'incidence trop faibles. Avec un appareil situé 1,50 m au-dessus du sol, on peut définir cette plage de distance entre environ 2,50 et 12,50 m. Il conviendra bien entendu de tenir

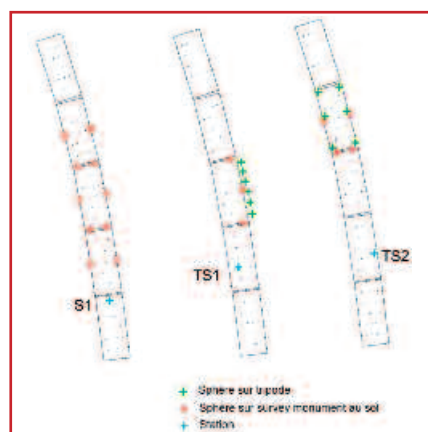
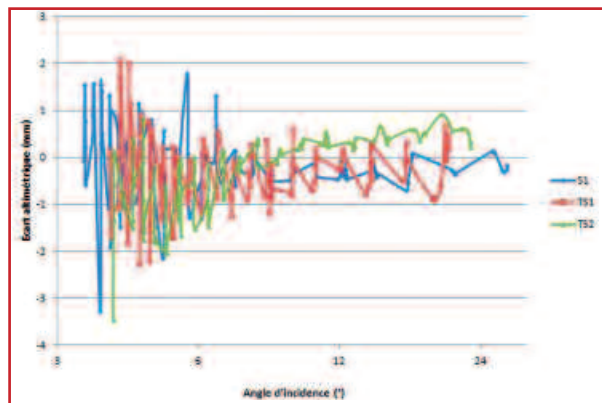


Figure 3. Configurations du positionnement des sphères de recalage



Graphique 6. Influence de la configuration du positionnement des sphères de recalage

compte de l'ensemble des facteurs influents cités au début de cet article.

Néanmoins, un obstacle demeure à l'utilisation de cet outil dans le cadre de travaux professionnels. En effet, bien que sa mise en œuvre sur le terrain soit beaucoup plus rapide que celle du nivellement direct, la méthode de post-traitement actuelle est beaucoup trop longue par rapport au traitement des fichiers de nivellement classique. Dès lors, il sera primordial de mettre en place une autre méthode de traitement des données, qu'il s'agisse d'un programme de calcul sous un logiciel mathématique, ou bien de l'achat d'un logiciel de modélisation de nuages de points. Un tel programme est d'ailleurs actuellement en cours de réalisation et de validation par le service ALGE. L'utilisation du laser scanner pourrait cependant s'avérer très intéressante, dans le sens où elle permettrait de traiter la dalle dans son ensemble, et non de manière ponctuelle comme avec la méthode du nivellement direct. ●

Contact

Thibaut HERBIN

Ingénieur Projet en Métrologie
thibaut.herbin@orange.fr

Références

- [1] KERSTEN T., MECHTELKE K., LINDSTAEDT M., et al. *Geometric Accuracy Investigations of the Latest Terrestrial Laser Scanning*. FIG Working Week 2008, Stockholm, Sweden June 14-19, 2008.
- [2] SCHULZ T., INGENSAND H. *Influencing Variables, Precision and Accuracy of Terrestrial Laser Scanners*. INGE0 2004 and FIG Regional Central and Eastern European

Conference on Engineering Surveying, Bratislava, Slovakia, November 11-13, 2004.

[3] BOEHLER W., BORDAS VICENT M., MARBS A. *Investigating Laser Scanner Accuracy*. XIXth CIPA Symposium, Antalya, Turkey, September 30-October 4 2003.

[4] INGENSAND H. *Metrological Aspects in Terrestrial Laser-Scanning Technology*. 12th FIG Symposium, Baden, Germany, May 22-24, 2006.

[5] HERBIN T. *Etude des possibilités d'application du laser scanner aux activités du service Alignement et géodésie de l'ESRF*. Travail de fin d'études d'ingénieur, ESGT, France, Juin 2011.

ABSTRACT

Inaugurated in 1994, the ESRF started, from 2009 to 2015, the first phase of the Upgrade program, which aims for improving the use and the ability of the synchrotron facility. In fact, the construction of a huge slab, the EX2 slab, is planned, and it will fall under the ALGE group jurisdiction to control the planarity of this slab.

In this context, it has been decided to find out if the Laser Scanner Faro Photon 120 could be a workable and efficient alternative to the leveling method. It's already known that the laser scanner is able to survey faster than the leveling system, and to produce a global visualization of the whole scene, instead of the punctual measurements we could get by leveling. Therefore, the main objectives of this study will be to establish if the laser scanner accuracy is adequate to realize slab controls under certain constraints.