



The Shard : le nouvel horizon de Londres

par James Whitworth

L'entreprise Byrne Bros fait partie des leaders britanniques et mondiaux des coffrages à béton pour la construction. Elle a été choisie par l'entrepreneur en bâtiments Mace pour réaliser les travaux de béton pour les fondations et la superstructure du plus grand bâtiment d'Europe, The Shard à Londres, dans le cadre d'un contrat de plus de 64 millions d'euros. Pendant l'été 2009, Byrne Bros a contacté Leica Geosystems concernant la mise au point d'un système de positionnement en temps réel pour les coffrages glissants, en vue de la construction du noyau en béton du Shard.

La fondation du Shard a suivi une approche descendante et une méthode par coffrage glissant a été utilisée, en solution parallèle pour le noyau principal. Ceci offrait des avantages considérables pour le programme. La technique du coffrage glissant est probablement l'une des méthodes de construction les plus sûres, les plus efficaces et les plus économiques pour les structures verticales. Elle permet à la construction de s'élever jusqu'à 8 m en 24 heures. Les méthodes traditionnelles de contrôle de la posi-

tion des coffrages glissants sont souvent chronophages et fastidieuses. Normalement, une équipe de géomètres de chantier calcule les cheminements à partir des observations des stations totales et des plombs optiques. Ces calculs permettent d'obtenir la position du dispositif de coffrage dans la grille de coordonnées du chantier. Puisque le décalage du noyau par rapport au système est connu, il est possible de garantir que le noyau est construit verticalement par rapport aux coordonnées théoriques.

Hautes tolérances

La tolérance requise pour le projet du Shard exigeait que la déviation en plan de ce dispositif ne dépasse pas ± 25 mm par rapport aux coordonnées théoriques. Après plusieurs concertations, Leica Geosystems et Byrne Bros se sont mis d'accord sur une combinaison de stations totales, de récepteurs GNSS et d'inclinomètres à deux axes. Les positionnements GNSS en temps réel permettaient de déterminer la position du dispositif. La translation et la rotation du dispositif ont pu être déterminées grâce à la technologie GNSS, mais celle-ci ne permettait pas d'obtenir des informations sur son inclinaison, qui pouvait atteindre ± 75 mm sur les 20 m du coffrage carré, suivant les facteurs de correction appliqués



par le responsable du coffrage. Il fallait donc calculer l'inclinaison du dispositif. Les données acquises à l'aide de quatre inclinomètres à deux axes ont permis ce calcul. La fonction de capteur virtuel du système de surveillance Leica GeoMoS a permis de calculer une position pour compenser l'inclinaison aux quatre coins du dispositif. Les capteurs d'inclinaison ont été choisis du fait de leur plage d'inclinaison étendue. Ils ont été intégrés au système par le biais d'un enregistreur de données Campbell Scientific.

Mise en place d'un système de surveillance fiable pour la construction

À Londres comme dans toutes les villes, il peut être très difficile de travailler avec la technologie GNSS. Les bâtiments et infrastructures existants peuvent masquer le signal des satellites et entraîner des positions non fiables, voire empêcher les calculs. Des prismes 360° ont donc été installés avec l'antenne GNSS Leica AS10 pour pouvoir collecter simultanément les observations des stations totales et GNSS. Cela permettait également de vérifier les résultats GNSS, en particulier lorsque le coffrage se trouvait près du sol. En effet, c'est là qu'il était potentiellement le plus difficile d'obtenir une fenêtre satellite dégagée.

Pour pouvoir mettre en corrélation les résultats GNSS et ceux des stations totales, des paramètres de transformation ont été calculés à l'aide du logiciel Leica GeoOffice.

Outre la difficulté d'utiliser la technologie GNSS dans ce « canyon urbain », il était extrêmement compliqué

de fournir des stations de référence fiables et stables. Souvent, l'obtention d'un accès facile à un emplacement stable, équipé d'une alimentation électrique et de communications, était très compliquée. La négociation avec les propriétaires des autres bâtiments et entreprises aurait été horriblement coûteuse. Il a donc été décidé d'utiliser les données en temps réel du service de corrections NRTK Leica SmartNet.

Les quatre récepteurs GMX902GG étaient reliés à l'ordinateur de chantier qui tournait sur le coffrage. Leica GNSS Spider recevait les flux de données de ces récepteurs, ainsi que les données en temps réel du service SmartNet. La connexion à Internet était fournie par des ponts réseaux sans fil, composés de deux antennes directionnelles pour assurer une connexion fiable à l'ordinateur de chantier, sur le coffrage, car il s'élevait de presque trois mètres par jour.

La position de chaque antenne sur le coffrage était calculée par rapport à la station de référence SmartNet la plus proche, à environ 2,4 km. La qualité des coordonnées tridimensionnelles obtenues surpassait la tolérance de ± 25 mm.

Calculer les positions toutes les secondes

Les positions GNSS étaient calculées toutes les secondes avec Leica GNSS Spider et la moyenne de ces observations était envoyée à Leica GeoMoS toutes les 10 secondes pour être synchronisée avec les données des inclinomètres à deux axes et la vitesse du vent. GeoMoS appliquait simultanément le décalage latéral provoqué par l'inclinaison de l'antenne GNSS à la position verticale.



The Shard

Renzo Piano, l'architecte qui a dessiné The Shard, considère que cette tour fine en forme de flèche complète agréablement l'horizon londonien. Les vitrages sophistiqués et les façades expressives composées de panneaux anguleux doivent refléter la lumière et le ciel changeant. La forme du bâtiment change donc en fonction de la météo et des saisons. The Shard s'élève à 306m dans le ciel.

C'est le bâtiment le plus haut de l'Union européenne. Depuis son achèvement en avril 2012, il se dresse de ses 70 étages au-dessus de Londres. The Shard abrite les bureaux de la société qui gère les transports londoniens (Transport for London), un hôtel et des appartements de luxe avec une vue exclusive qui surplombe la capitale.

« La surveillance des structures n'accepte aucune prise de risque. Nous devons pouvoir utiliser une technologie qui s'adapte au projet et qui fonctionne sans défaillance. C'est pour cela que nous avons choisi Leica Geosystems et c'est pour cela que nous avons pu livrer l'un des plus grands projets d'ingénierie avec une précision absolue. »

Donald Houston, Byrne Bros

L'interface de positionnement du coffrage utilisait l'architecture de Leica GeoMoS, construite sur une base de donnée SQL de Microsoft. Une liaison ODBC (Open DataBase Connectivity) a été établie entre la base de données de GeoMoS et l'interface sur mesure, pour afficher les résultats sous forme graphique. Ils étaient ainsi faciles à comprendre et à gérer. Cette interface permettait au responsable du coffrage d'ajuster sa position à l'aide de pompes hydrauliques. L'interface comprenait un système d'avertissement sous forme de feux tricolores. Si les résultats des calculs dépassaient le déplacement

latéral de ± 25 mm par rapport à la position théorique de ± 4 mm par mètre d'inclinaison à l'un des coins du coffrage, le feu passait à l'orange. Un grossissement du coffrage s'affichait avec un niveau à « bulle » pour une visualisation instantanée des résultats.

Résultats du projet

Cette approche innovante du contrôle de la position d'un coffrage glissant a été une grande réussite pour le projet «The Shard». Le fait de pouvoir vérifier les résultats obtenus et les mettre en corrélation avec ceux des méthodes traditionnelles était capital pour faire confiance à ce système. En plus du fait que l'équipe d'assistance Leica Geosystems pour la surveillance soit disponible 24h/24, 7J/7 pour dépanner le système à distance, cela permettait d'assurer la confiance vis-à-vis de ce système, dès les premières étapes du projet. Ce système a déjà été adopté pour d'autres immeubles en construction avec la technique du coffrage glissant à Londres, et Byrne Bros envisage de l'utiliser à nouveau pour d'autres projets. ■

À propos de l'auteur:

James Whitworth est géomètre diplômé de l'université de Newcastle. Il dirige le service des solutions de surveillance chez Leica Geosystems Ltd UK. (james.whitworth@leica-geosystems.com)

