

Le géomètre-expert garantit l'expertise de la précision

Le géomètre-expert n'est pas un simple utilisateur d'appareil de mesures : il est garant d'une expertise en matière de précision. Son sens critique doit lui permettre de valider un canevas préexistant, la méthodologie de mesure et le matériel utilisé lors d'un relevé.

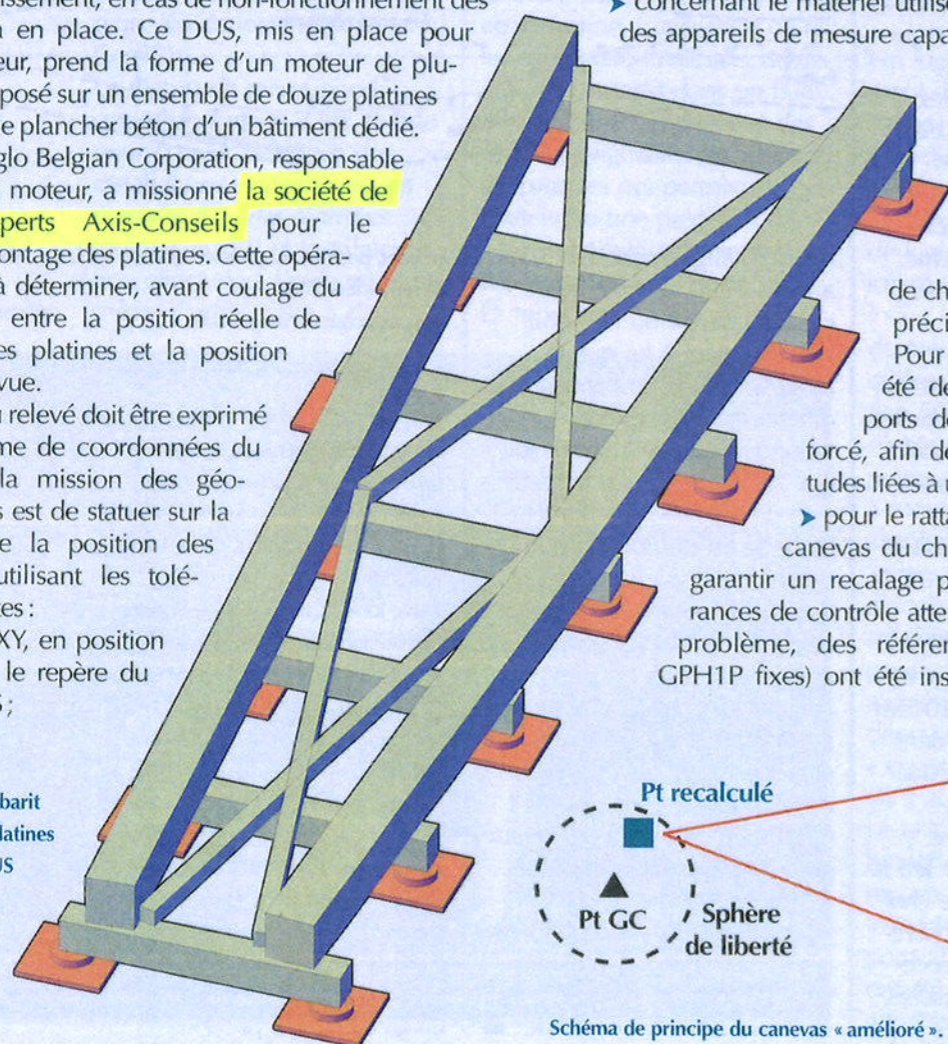
GUILLAUME CHAUVEAU, Axis-Conseils

Suite aux décisions post Fukushima (1), la société EDF a lancé la mise en place de moteurs dits « diesel d'ultime secours » (DUS) sur toutes les centrales nucléaires de production électrique (CNPE) du parc français. Ce nouveau dispositif a pour but d'assurer le bon fonctionnement du circuit de refroidissement, en cas de non-fonctionnement des systèmes déjà en place. Ce DUS, mis en place pour chaque réacteur, prend la forme d'un moteur de plusieurs tonnes, posé sur un ensemble de douze platines scellées dans le plancher béton d'un bâtiment dédié. La société Anglo Belgian Corporation, responsable de la pose du moteur, a missionné la société de géomètres-experts Axis-Conseils pour le contrôle de montage des platines. Cette opération consiste à déterminer, avant coulage du béton, l'écart entre la position réelle de l'ensemble des platines et la position théorique prévue.

L'ensemble du relevé doit être exprimé dans le système de coordonnées du bâtiment et la mission des géomètres-experts est de statuer sur la conformité de la position des platines en utilisant les tolérances suivantes :

- ± 2 cm en XY, en position absolue dans le repère du bâtiment DUS ;

Schéma 3D du gabarit métallique avec platines de support du DUS en rouge.



- ± 3 mm en Z, en position absolue dans le repère du bâtiment DUS ;

- ± 1,5 mm en XY, en position relative dans le repère de montage lié aux platines.

Concernant les conditions de mesure, Axis-Conseils intervient sur un chantier encombré avec un environnement qui nécessite un minimum de deux mises en stations afin de relever l'intégralité des platines.

Ensuite, pour se rattacher au repère du bâtiment DUS, l'équipe utilise un canevas mis en place par le génie civil (GC). Ce canevas, composé de cibles réfléchissantes, de clous d'arpentage ou, exceptionnellement, avec des piliers à centrages forcés, répond aux exigences de précision centimétrique de positionnement de la construction.

En considérant les objectifs et l'environnement de mesure, les éléments suivants ont été mis en place :

- concernant le matériel utilisé, le choix s'est porté sur des appareils de mesure capables de garantir des précisions angulaires de 0,5" et de distance inférieures à 1 mm. Ces appareils devront être étalonnés et ajustés des erreurs systématiques à chaque début de chantier afin de garantir les précisions du constructeur. Pour le relevé des platines, il a été décidé d'utiliser des supports de prisme avec centrage forcé, afin de s'affranchir des incertitudes liées à un couple prisme-canne ;
- pour le rattachement des stations, le canevas du chantier ne permet pas de garantir un recalage plus précis que les tolérances de contrôle attendues. Afin de pallier ce problème, des références précises (prismes GPH1P fixes) ont été installées, qui serviront de

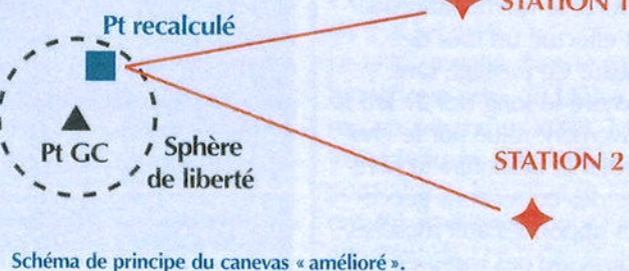


Schéma de principe du canevas « amélioré ».

points homologues pour améliorer le recalage relatif entre stations ;

► la procédure de mesure est aussi cadrée. On demande donc à tous les intervenants de réaliser systématiquement des mesures dans les deux cercles, de contrôler visuellement le pointé de l'ATR en cas de visée rasante et de faire les vérifications d'usage (fermeture, plage du compensateur de verticalité de l'appareil, température de mesure...).

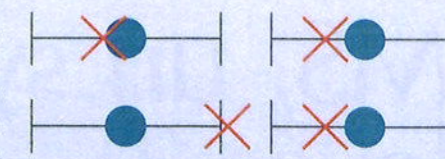
Une fois les mesures effectuées, celles-ci sont recalculées à partir d'un logiciel développé en interne («CTe») par méthode des moindres carrés (MC). Lors de ce calcul, la précision de chaque point du canevas a notamment été prise en compte. En effet, les points du canevas GC ont une précision centimétrique, mais nous allons « améliorer » leurs cohérences en donnant de la souplesse au réseau (avec une « sphère de liberté »).

Les calculs réalisés, on analyse les résultats, contrôlant en priorité que :

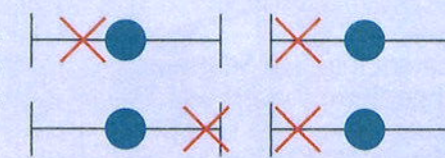
- les coordonnées « améliorées » de canevas GC ne sont pas trop éloignées de leurs valeurs d'origine. En effet, si on trouve des écarts égaux ou plus élevés que les valeurs de tolérances de positionnement dans le bâtiment DUS (soit 3 mm en Z et 2 cm en XY) (2), alors le canevas GC ne permet pas de statuer sur la conformité demandée par le client. Il faudra alors faire une fiche de non-conformité afin d'avertir le client et EDF ;
- les EMQ dits « recalculés » sont compatibles avec les tolérances de contrôle. En effet, lors du protocole de calcul, les coordonnées MC sont réutilisées dans un calcul traditionnel. On repart des stations MC et on calcule les coordonnées des points visés depuis chacune des stations en utilisant un calcul traditionnel (pas de méthode des MC). On a donc pour chaque point homologue ses coordonnées MC et celles obtenues par calcul traditionnel. Le logiciel renvoie des EMQ dits « recalculés » selon la composante X, Y, Z, XY et XYZ. La logique de ce calcul est donc de mettre en évidence des écarts (en distance) obtenus par des observations, et non uniquement issus d'une méthode d'optimisation comme celle des MC. Enfin, on pourra annoncer que le levé est suffisamment précis pour répondre aux exigences de contrôle si les stations et les points homologues ont des EMQ « recalculés » sub-millimétriques (2) ;
- les écarts entre les deux visées de chaque point (faces I et II) sont inférieurs à environ 0,6 mm en XY et 1 mm en Z (2).

Une fois les coordonnées calculées dans le système du bâtiment DUS, le géomètre-expert peut rédiger une première partie de son procès-verbal de contrôle concernant la position des platines dans l'ouvrage.

Il faut maintenant contrôler que les platines sont relativement bien positionnées pour accueillir le moteur diesel. Pour cela, l'équipe d'Axis-Conseils a appliqué une transformation d'Helmert 2D + 1 (sans facteur d'échelle) aux points relevés sur les platines, afin qu'elle s'adapte sur le modèle théorique. On pourrait alors statuer sur la conformité de positionnement de platine. Cependant, il se trouve que cette méthode ne répond pas à une logique pratique. En effet, la méthode d'Helmert va minimiser les sommes des écarts au carré mais, lors d'un montage, il faut minimiser l'écart maximal !



Optimisation d'Helmert



Ecart maximum minimisé

- Position théorique
- × Position relevée
- Tolérance

Sur la première figure (optimisation d'Helmert), on peut voir que l'un des points relevés sort de la tolérance de montage afin de minimiser la somme quadratique des écarts. Si l'on suit ce constat, la position des platines serait non conforme. A l'inverse, la seconde figure présente l'optimisation qui minimise l'écart maximal et l'on constate que les points relevés entrent dans la tolérance de montage. Cette deuxième méthode donne une position des platines conforme aux attentes du client. De plus, elle a l'avantage de décrire une réalité physique et non calculatoire.

Enfin, le géomètre-expert présente à son client un procès-verbal qui valide ou invalide la conformité des positions des platines par rapport au bâtiment et à leur placement relatif.

Ce cas pratique a donc présenté le regard critique du géomètre-expert sur le canevas déjà en place, sur la méthodologie de mesure et sur la méthode de calcul à employer. Ces points font partie de l'expertise du géomètre-expert en matière de mesure. ■

(1) Le 21 janvier 2014, le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a adopté dix-neuf décisions fixant des exigences complémentaires pour la mise en place du « noyau dur » post Fukushima dans les centrales nucléaires d'EDF.

(2) Ces valeurs prennent en considération les tolérances de contrôle mais aussi les relations existantes entre ces différentes précisions (ex : le positionnement d'une station va influencer sur la qualité des points rayonnés). Elles ne font donc pas office de règle et doivent faire l'objet de l'expertise du géomètre-expert.