

## Des téléphériques au Sikkim (Inde)

Une interview d'Aymeric RICHARD, ingénieur géomètre-topographe chez Mesur'ALPES.

*Le lecteur de XYZ se souvient de l'article de septembre 2016, "Quelle est donc l'altitude de cette montagne ? Mont Damavand, le point culminant de l'Iran" paru dans XYZ n° 148, pp. 54 à 60, en rubrique topo vécue. Parmi les trois géomètres-topographes membres de l'expédition figurait Aymeric Richard, alors jeune diplômé de l'INSA de Strasbourg. Nous le retrouvons dans nos colonnes, de retour du Sikkim, en Himalaya indien, interviewé par la rédaction (figure 1).*

**La rédaction de XYZ : Qu'as-tu fait depuis cette parenthèse iranienne, où t'a mené ton activité de topographe ?**

**Aymeric Richard :** Depuis 2016, je travaille chez Mesur'ALPES, un cabinet de géomètres-experts de Savoie. Ce cabinet couvre les activités classiques du géomètre-expert, les relevés, les implantations, la numérisation, les études d'aménagement, les activités foncières, mais est surtout spécialisé en relevés, implantations, suivis (stabilités) et contrôles de remontées mécaniques ; ainsi, je suis actuellement responsable du service des remontées mécaniques au sein du cabinet.



Figure 1. Aymeric en action au Sikkim.



Figure 2. Le blondin, en vert, la ligne de la télécabine Bhaleydhunga et la station totale.

**XYZ : Pour quelle société de transport par câble travailles-tu ?**

**AR :** Mesur'ALPES travaille en France, pour les principaux constructeurs de remontées mécaniques (CCM Finotello, DOPPELMAYR, GMM, LEITNER et POMAGALSKI). Il arrive chaque année, que POMA, leader de cette activité aux quatre coins du monde, des cimes aux grandes métropoles, du transport industriel aux parcs touristiques, requière notre expertise pour des missions à l'étranger.

**XYZ : Et en quoi consiste, précisément, la topographie des remontées mécaniques ?**

**AR :** Il y a plusieurs étapes pour la construction d'un transport par câble :

- dans un premier temps, il y a les études préliminaires : relevés topographiques des profils terrain et zones de gares (par LiDAR et/ou méthode traditionnelle) ; et études foncières (bornages des gares et servitudes (pour le survol et zones de pylônes...) ;
- une fois le constructeur choisi, nous réalisons la pré-implantation pour figer l'ensemble des ouvrages sur site et contrôler le fond de plan d'étude ; à l'issue de cette étape, nous fournissons les distances réelles (entre les pylônes) et profils de la future ligne (axés et décalés) ;
- l'implantation finale de la remontée nécessite précision et adaptation en

fonction de l'appareil à réaliser (télécabine sur deux tronçons avec angle, téléski avec arrivée dans un bâtiment existant, implantation des deux gares du téléski avant déboisement...), autant de paramètres qui vont conditionner la méthode topographique utilisée... ;

- l'ensemble des massifs béton réalisés est ensuite contrôlé (en distance, altimétrie et alignement) après réalisation, pour vérifier que ces ouvrages respectent les tolérances fines fixées par les constructeurs, avant de positionner dessus les gares et les pylônes ;
- notre travail topographique s'achève par le réglage millimétrique des structures de gares et l'alignement des axes de potences des pylônes.

**XYZ : Travaillais-tu aussi sur d'anciennes installations ?**

**AR :** Exactement, notre activité se partage à 50 % sur les projets d'appareils neufs et 50 % sur les suivis d'appareils existants : études de stabilité, état des lieux de ligne, à tout moment nécessaire et a minima lors des grandes visites de quinze ans après la construction, puis dix ans après et finalement tous les cinq ans ; ceci est demandé par le STRMTG (Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés), le pôle de compétence de l'administration française dans le domaine de la sécurité des

transports de voyageurs par remontée mécanique et par transport guidé, qui se doit d'assurer une surveillance du parc français ; le nombre de contrôles de stabilités de remontées mécaniques augmente chaque année, lié notamment au réchauffement climatique qui engendre la fonte du permafrost, et donc le mouvement de nombreuses installations en haute altitude.

#### XYZ : Parle-nous du chantier du Sikkim ?

AR : Le Sikkim est un royaume himalayen, situé entre le Népal et le Bhoutan, rattaché à l'Inde en 1975. Son point culminant est le Kangchenjunga à 8 598 m d'altitude à la frontière du Népal. Bhaleydhunga est situé à Yangang, dans le sud du Sikkim à 3 165 m d'altitude, le sommet possède un temple, offre une spectaculaire vue sur le Kangchenjunga et nécessite cinq heures de marche pour l'atteindre ; une télécabine à vocation touristique de même nom, le Bhaleydhunga, est en construction depuis 2015 ; compte tenu de ses 3 000 m de longueur, son profil escarpé avec pas moins de 1 350 m de dénivelé et ses 18 pylônes, les ouvrages et gares ont été terminés en huit ans, grâce notamment au téléphérique à matériaux annexe, dit un blondin (figure 2), nécessaire à la construction ; POMA a sous-traité la topographie à un géomètre local.

#### XYZ : Mais pourquoi cette mission, alors qu'il y a un géomètre local et que le chantier est terminé ?

AR : Durant les tests de mise en route, le constructeur a noté un désalignement qui empêche le bon fonctionnement de la ligne ; une mission d'audit est déclenchée afin de vérifier l'appareil globalement, trouver les points litigieux et participer aux réglages correctifs ; j'ai du être très réactif dans l'étude des documents ainsi que dans la préparation de la mission, qui n'était composée que d'un seul géomètre-topographe, moi-même, et d'un spécialiste de la société POMA.

#### XYZ : Je pense que le voyage lui-même est déjà une aventure.

AR : Certes, une aventure qui a duré deux jours, car après un vol Genève – golfe Arabo-Persique – Delhi, nous avons emprunté un vol intérieur vers



Figure 3. Le dal bhat, riz, sauce lentille et divers légumes de saison.

Badgogra pour y passer la nuit et, après six heures de routes et pistes, nous sommes arrivés à pied d'œuvre, mais le chauffage manquait dans ce village de Yangang. Nous avons découvert le plat multinational himalayen, le dal bhat ou riz-lentille (figure 3).

#### XYZ : Profitons de cette pause à la lampe à pétrole pour que tu nous racontes ton équipement et ton programme d'activité.

AR : Je suis parti avec une station totale et un équipement GNSS ; bien m'en a pris, car en janvier, il y a quasiment du brouillard tous les jours et les visées optiques sont très difficiles ; le programme peut être décrit comme le relevé des axes de massifs et des têtes de pylônes, puis la comparaison des positions et altitudes par rapport aux données du géomètre local et du profil de l'appareil fourni par POMA, dans le but de déceler les éventuelles erreurs d'implantation ou de réglages.

#### XYZ : Mais dans quels systèmes de coordonnées planimétrique et altimétrique travailles-tu ?

AR : Il faut certes savoir jongler avec les systèmes, globaux et locaux ; si les études sont initiées sur des cartes nationales ou bien sur des relevés LiDAR géoréférencés, le projeteur en remontées mécaniques travaille en distances terrain horizontales et en dénivelées. Pour lui, les facteurs d'échelle en projection, les réductions au niveau zéro de l'ellipsoïde, les systèmes de coordonnées planimétriques sont des notions abstraites. On travaille dans un système axé, attaché au profil du projet, du type points kilométriques, où on est à telle distance du point zéro du projet

et à droite ou à gauche de l'axe ; le topographe est donc amené aux conversions entre les données globales et les données profils.

#### XYZ : Et je suppose que, dans le cas de trajet non rectiligne ou bien en zone urbaine, la topographie est plus compliquée ?

AR : Forcément, chaque remontée mécanique est unique (pylônes sur mesure), à chaque fois nous devons adapter notre polygonale au relief et environnement rencontrés, tenir compte des abords et s'adapter à la présence du bâti.

#### XYZ : Quelle est la précision demandée pour les mesures et implantations ?

AR : Le cahier de charges de POMA impose des tolérances assez serrées ; pour les ouvrages de gares, ces tolérances sont de  $\pm 0,5$  cm en alignement, également de 1 cm en distance et en altitude ; pour les surfaces d'appui des ouvrages de ligne, cela dépend de leur inter-distance, soit de  $\pm 0,5$  à  $\pm 1,5$  cm en alignement, de  $\pm 1$  à  $\pm 5$  cm en distance et de  $\pm 1$  à  $\pm 3$  cm en altitude ; notons les mouvements de dilatation des installations durant la journée à cause de l'ensoleillement (qui peuvent atteindre plusieurs centimètres en fonction de l'exposition).

#### XYZ : La pause est terminée, allons ensemble sur le terrain.

AR : Par chance, le premier jour est sans brouillard et nous permet de vérifier l'alignement depuis le bas ; le deuxième jour, après cinq heures de marche, nous atteignons le sommet qui est en plein brouillard ; le troisième jour, en utilisant la nacelle de service, nous relevons toutes les têtes de pylônes manquantes ; les écarts sont relevés et des cales insérées sous les pylônes présentant les plus importants désalignements (4 à 5 cm) apportent les corrections, permettant de valider une étape dans la livraison de l'appareil au client indien.

#### XYZ : Y a-t-il d'autres missions du même type au Sikkim ?

AR : Nous avons profité de la présence de l'équipe pour visiter un autre chantier, le GD8 Pelling Temple ; une polygonale permettra de vérifier que les points du géomètre local sont satisfaisants à sa réalisation. ●