

Le relevé en 3D du pic du Midi d'Ossau par les géomètres-experts des Pyrénées-Atlantiques



© BF

■ Bernard FLACELIÈRE - Alexandre GAHIDE - Paul CHAMBON

L'Association française de topographie a eu le plaisir de participer aux travaux initiés par l'équipe menée par Jean-Pierre Labourdette (géomètre-expert de Pau), à l'occasion des 70 ans de la création de l'Ordre. L'idée folle est de relever en 3D le sommet emblématique des Pyrénées-Atlantiques, surnommé le Jean-Pierre⁽¹⁾ culminant à 2884 m et présentant des versants abrupts de près de 1000 m de dénivellée. Lors des reconnaissances et essais d'août et d'octobre 2015, un point de base situé près du refuge de Pombie a été rattaché au système géodésique national, à l'aide de Géomesure et de ses récepteurs GNSS Trimble. L'altitude de ce point a été certifiée par vérification de l'application du modèle RAF09 sur un repère de nivellement au col du Pourtalet. Finalement un repère de l'IGN existant au sommet du pic a été rattaché et son altitude calculée. Lors des mesures de septembre 2016, cette participation s'est limitée, si l'on peut dire, à l'encadrement de cordées puis à la pose et à la reprise le lendemain de la cible au sommet du Petit pic, une course d'envergure avec la traversée vers le Grand pic. A l'heure où nous mettons sous presse, les résultats du traitement ne sont pas encore disponibles, aussi nous nous limiterons à l'interview de certains participants à cette belle aventure. La suite du récit technique et des interviews sera publiée dans le prochain numéro.

■ MOTS-CLÉS

Drone - Modèle 3D
Géomètre-expert -
Photogrammétrie

Interview d'Alexandre Gahide, président d'Aeromapper

Parlez-nous d'Aeromapper et de l'AVEM

Créée fin 2012, Aeromapper est un constructeur et exploitant de drones de cartographie longue portée. L'idée émergea des 3 fondateurs qui ont décidé de combiner leur expertise en cartographie aérienne et en ingénierie aéronautique. Le constat de départ a été le suivant : il n'existe pas de solution de cartographie aérienne pour les petites surfaces ; l'avion et le satellite n'étant pas rentables sur ce type de chantiers, et les levés au sol beaucoup trop longs. La volonté de l'entreprise a été de retranscrire le métier de la cartographie par avion dans le monde des drones, en créant une solution innovante et adaptée aux besoins des professionnels : ainsi est né l'AVEM. C'est un drone à voilure fixe qui est

(1) Pourquoi ? Je renvoie le lecteur à la revue Géomètre n°2141 de novembre 2016.



un des deux drones français autorisés à voler en scénario S4 prévu par la DGAC, c'est-à-dire en vol hors-vue, permettant d'aller à une quinzaine de kilomètres de distance. Il pèse moins de 2 kg ce qui permet de l'opérer facilement et sans difficultés pour un utilisateur seul. Malgré sa masse réduite, l'AVEM embarque jusqu'à 500 g de capteurs d'imagerie. Nous avons fait le choix d'intégrer un SONY α 5100 qui propose une résolution de 24,3 MPx, avec des focales interchangeables SIGMA de 19 mm ou 30 mm permettant d'atteindre des résolutions au sol de l'ordre du centimètre. L'autre intérêt de l'AVEM est d'avoir l'autonomie la plus importante du marché pour un drone de cette taille, et de pouvoir être opéré sur une distance jusqu'à 15 km en France, et jusqu'à 30 km à l'étranger.

Pourquoi la société Aeromapper a été choisie pour la mission ?

Aeromapper a été choisie car notre société produit le seul drone véritablement dédié à la cartographie de grandes surfaces, tout en produisant de l'imagerie de grande qualité. Autorisation S4, capteur et focales performantes, grande autonomie sont les critères que recherchait l'Ordre des géomètres-experts et que seul Aeromapper pouvait offrir.

La mission de modélisation 3D du pic du Midi d'Ossau a réellement commencé en 2015, avec une première opération de démonstration technologique en conditions réelles. L'objectif était de prouver qu'un drone pouvait travailler dans les conditions très particulières de la haute montagne tout en fournissant des données utilisables par des géomètres-experts.

Cette première mission a démontré la faisabilité de ce type d'opération et beaucoup de choses ont été apprises des retours du terrain, principalement concernant le vol dans le relief, le vol à plus de 3000 m d'altitude, les atterrissages en montagne ou encore la planification des vols et des prises de vues sur des dévers importants.

Cette première mission prometteuse a naturellement qualifié Aeromapper pour la mission 2016 prévue pour les 70 ans de l'Ordre des géomètres-experts.



© BF

La cible au sommet du Petit Pic et son relevé en GNSS statique

En quoi consiste la mission pour Aeromapper ?

Aeromapper est intervenue sur cette mission en tant qu'opérateur du drone AVEM. En amont de la mission, un grand travail de préparation s'est engagé en étroite relation avec les géomètres-experts afin de planifier les vols, les axes de prises de vues en fonction du relief, localiser les zones de décollages et d'atterrissages, obtenir les autorisations de vol réglementaires et préparer la logistique de la mission.

Durant la mission, qui a duré 2 jours, nous étions en charge des vols et de l'acquisition par le drone AVEM de près de 5 000 clichés, jonglant avec

des difficultés telles que des conditions météorologiques parfois complexes et des zones d'atterrissage en haute montagne...

Quand et où s'est-elle déroulée ?

La mission a eu lieu les 1^{er} et 2 septembre 2016. Elle a dû être réalisée à date contrainte du fait de la logistique impliquée dans la mission. Bien que l'équipe drone ne se compose que de 4 personnes, 2 pilotes, un coordinateur, ainsi qu'un montagnard aguerri pour assister au portage du matériel, l'équipe totale ne comptait pas moins de 50 personnes. L'équipe était partagée entre le refuge de Pombie et l'hôtel du Pourtalet à la frontière espagnole.



► **Racontez-nous cette mission de l'extrême**

Après 9 heures de route depuis Paris la veille de la mission, l'équipe d'Aeromapper arrive au pied du pic du Midi d'Ossau en début de soirée, à l'hôtel du Pourtalet. Accueillie par l'équipe des géomètres-experts sous un ciel chargé nous avons finalisé les préparatifs des vols du lendemain par une dernière vérification du matériel et un briefing.

Le jour J, rendez-vous au parking d'Anéou, la taille de l'équipe est impressionnante : géomètres, alpinistes, journalistes, une cinquantaine de personnes se pressent au départ du sentier.

Le départ est donné aux différentes équipes. Le groupe drone débute la marche vers son premier point de décollage, situé à l'ouest du pic, qui est atteint au bout d'environ trois heures. Deux drones AVEM et une station de pilotage sont du voyage, le tout sur claie de portage.

Le premier décollage a lieu dans des conditions difficiles aux alentours de 12 h 30, une fois la confirmation de la pose des cibles au sol sur les zones ouest. Ce premier vol nécessite une ascension du drone de 600 mètres d'altitude et couvre une surface d'environ 200 hectares dans le secteur de Bioux-Artigues en une quarantaine de minutes.

Le deuxième vol est plus technique, environ 900 mètres de montée à la verticale du pic. Le vol doit être interrompu aux trois quarts du fait de la présence d'un nuage cachant une bonne partie de la surface à relever.

La journée a mis les hommes et les machines à rude épreuve : jonglant avec d'énormes blocs de pierre présents sur la zone d'atterrissage, le drone finit par en heurter un lors du deuxième atterrissage. Ceci contraindra l'équipe d'Aeromapper à une nuit courte à l'hôtel du Pourtalet pour changer quelques pièces. L'équipe met à profit cette descente afin de réaliser un premier traitement des données et estimer les reprises à faire le lendemain.

C'est une équipe fatiguée mais toujours aussi motivée qui commence l'ascen-



© Aeromapper

Le drone AVEM

sion le lendemain vers son deuxième point de décollage dans le secteur Soum de Pombie. En plus d'être plus proche, ce site s'avère être beaucoup plus accueillant et adapté que le précédent. Cette fois, les vols commencent dès 10 heures, encore une fois plusieurs équipes de journalistes sont présentes. Une série de quatre vols de près d'une heure seront réalisés à des altitudes allant de 400 à 950 mètres au-dessus du point de décollage. La météo se révèle plus clémente sur une bonne partie de la journée et les acquisitions s'enchaînent. L'équipe de géomètres enlève les cibles au sol au fur et à mesure que la zone est levée par le drone. La machine bataille pour voler à plus de 3000 m d'altitude subissant des vents de montagne parfois extrêmement puissants. Les axes de prises de vues sont néanmoins volés de manière très stable et propre, assurant une qualité d'imagerie irréprochable. Le système est heureusement équipé d'un système de visualisation des reliefs ce qui permet de confirmer en temps réel les trajectoires vis-à-vis de la montagne. La journée s'achève au son du tonnerre et de l'arrivée de la pluie.

L'équipe débute la descente, épuisée mais heureuse d'avoir réussi la mission. La soirée se terminera à l'hôtel du Pourtalet avec l'équipe des géomètres au grand complet, monsieur le maire de Laruns, Robert Casadebaig ainsi que monsieur Jean Lassalle, député des Pyrénées-Atlantiques. L'ambiance est excellente, chants béarnais et cuisine

locale accompagnent le discours de clôture de Jean-Pierre Labourdette, l'organisateur de la mission.

Interview de Paul Chambon, responsable technique chez Exagone

Pourquoi TERIASat au sommet du pic ?

La société EXAGONE a profité de la mesure du pic du Midi d'Ossau pour lancer son nouveau service, TERIASat. Spécialisée dans la mesure GNSS en temps réel, la société EXAGONE exploite depuis 2005 le réseau TERIA avec la prise en charge des aspects techniques et commerciaux. Aujourd'hui, le service TERIA est un service de correction N-RTK (*Network RTK*) qui consiste à envoyer des corrections différentielles par Internet aux utilisateurs sur le terrain. Le point le plus sensible de ce système se situe au niveau de la communication entre le client sur le terrain et nos serveurs. Le plus simple est d'utiliser un modem GSM (2G, 3G ou 4G) pour accéder à Internet et ainsi pouvoir se connecter aux serveurs du réseau TERIA. Toutefois, le réseau téléphonique comporte encore quelques "zones blanches", ce qui est le cas au sommet du pic du Midi d'Ossau. Pour résoudre ces difficultés la société EXAGONE a développé un nouveau service s'appuyant sur une communication satellitaire et la technologie de correc-



tion PPP. Il s'agit d'envoyer par satellite les corrections aux utilisateurs sur le terrain et de permettre ainsi de s'affranchir des "zones blanches". Au niveau de la modélisation des corrections, il s'agit aussi d'un bouleversement technologique car on ne parle plus de corrections différentielles : il s'agit de corrections PPP augmentées. Ainsi les corrections ne se font plus à partir des stations de référence au sol mais à partir des erreurs de positionnement (orbites, horloges des satellites, erreurs systématiques inter-fréquences, ionosphère et prochainement troposphère), en les corrigeant directement.

Quels sont les résultats obtenus ?

Ainsi plusieurs points ont été mesurés à l'aide de ce nouveau service TERIASat, et notamment un point IGN se situant au sommet du pic du Midi d'Ossau. Au niveau de la mesure en temps réel, le mobile se comporte comme en N-RTK, lorsqu'il se connecte il passe en mode RTK Float et en moins d'une minute annonce avoir fixé les ambiguïtés (RTK Fixe). Les corrections sont transmises par un modem satellite qui est connecté en wifi avec le mobile GNSS.

Ainsi lors de notre temps passé au sommet nous avons pu mesurer le même point à 11 reprises, en obtenant les résultats suivants :

- Temps pour fixer les ambiguïtés : inférieure à la minute
- Écart-type sur la composante E : 2,2 cm

- Écart-type sur la composante N : 1,4 cm
- Écart-type sur la composante verticale : 8,5 cm

Si nous comparons les coordonnées issues de ces mesures en temps réel avec les coordonnées calculées par l'AFT et validées par l'IGN, nous obtenons les écarts suivants :

- E : 0,0 cm
- N : 2,3 cm
- V : 26,9 cm

En planimétrie nous retrouvons des résultats équivalents aux mesures en temps-réel N-RTK. La composante verticale présente un écart de 26,9 cm. Celui-ci s'explique par le fait que pour ce calcul, la troposphère est estimée et non modélisée alors même nous nous situons à plus de 2800 m d'altitude. Après un nouveau calcul dans nos bureaux, l'écart entre la troposphère estimée et la troposphère modélisée permet de corriger la composante verticale de 25 cm, soit finalement un écart altimétrique de 1,9 cm entre la mesure TERIASat et la mesure en post-traitement.

Les nouveaux développements en cours vont permettre de prendre en compte ces corrections troposphériques qui influencent fortement la composante verticale.

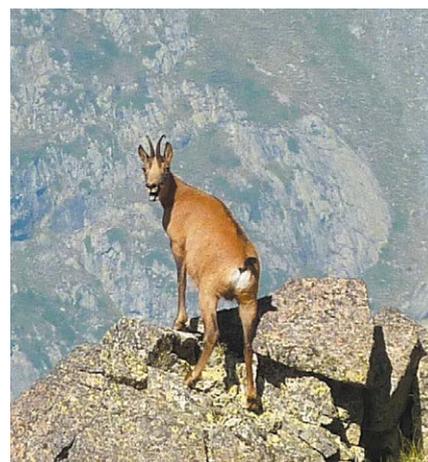
Ainsi au final les écarts sont les suivants :

- E : 0,0 cm
- N : 2,3 cm
- V : 1,9 cm

Cette campagne de mesures a donc permis de valider, s'il en était encore besoin, le bon fonctionnement de ce nouveau service TERIASat (temps de convergence et précision planimétrique) et ainsi démontrer son efficacité, notamment pour les applications de guidage d'engins (2D) comme dans le domaine de l'agriculture de précision.

Le mot de la fin de Deborah, participante enthousiaste

C'était très riche de voir deux mondes investir autour d'un même objectif : mesurer le pic du Midi d'Ossau. Les uns apportant leur savoir et leur matériel sophistiqué dans un environnement qu'ils ne connaissaient que de loin pour la plupart et les autres plus aguerris et toujours heureux de faire découvrir leur passion : la montagne. ●



L'isard des Pyrénées

© BF



Paul Chambon présentant le terminal TERIASat

© Videoprof64

ABSTRACT

Taking the opportunity of the 70th anniversary of the creation of the French Chartered Surveyors Organization, the Chartered Surveyors from Pyrénées-Atlantiques have surveyed the 3D model of the Midi d'Ossau peak 2884 m height with steep slopes of nearly 1000 m of vertical drop, using UAV, control points and image processing. As the processing is not yet completed, this paper will only highlight 2 contributions: Aeromapper providing us with aerial imaging acquisition and EXAGONE launching their TERIASat a satellite-link based real-time positioning system.