

Zeppelin

édition spéciale



Des ailes pour la science

photo
reportage
★

Prenons de l'altitude ! WingsforScience est une série d'expéditions qui dote la recherche locale de moyens aériens, et ce, jusque dans les endroits les plus reculés. Des glaciers inaccessibles aux forêts équatoriales, l'équipe composée de deux Français acquiert des données exclusives à l'occasion de vols sensationnels. Aux commandes d'un aéronef ultraléger, Clémentine Bacri et Adrien Normier portent un nouveau regard sur notre terre.



Survol d'une vallée forestière de Yungas, à l'est des Andes argentines. WingsforScience doit photographier un corridor écologique, c'est-à-dire une zone qui sert de trait d'union entre différentes aires protégées, dont chacune a un rôle vital pour plusieurs espèces animales. L'objectif est d'évaluer les menaces humaines qui pèsent sur ce corridor.



Partie à la recherche du dauphin de Peale, une espèce qui vit dans les canaux de Patagonie chilienne, l'équipe scrute la moindre ride à la surface. Ici coule le « lait glacière », une eau douce surchargée de fines particules de roche générées par l'érosion des vallées glaciaires en amont. Au contact de l'eau de mer, plus lourde, se forment d'étonnantes volutes bleutées.

En 2012, Clémentine Bacri et Adrien Normier, même pas trentenaires, embarquent à bord d'un motoplaneur *Virus SW80*, un aéronef ultraléger pour effectuer leur premier tour du monde au service de la science. Pendant 14 mois, ils volent pour collecter des données inédites au profit de quinze projets de recherche : découvertes archéologiques au Pérou, en Jordanie et en France, modélisation en trois dimensions d'îles volcaniques en Islande, cartographie de parterres sous-marins en Méditerranée, repérage de baleines au Canada, de cachalots en Grèce, de dugongs dans le golfe Persique, mesures de gaz au-dessus de volcans actifs au Vanuatu et en Indonésie... Les projets se suivent et ne se ressemblent pas.

Le tandem récidive en 2016 pour une longue exploration scientifique autour du monde. Ils choisissent un ULM amphibie, le *Super Petrel LS*, pour relier trois éléments – la terre, l'eau et le ciel – grâce à ses roues, sa double paire d'ailes et ses flotteurs. L'aspect pédagogique est toujours présent, et au parrainage de Pierre Léna se joint maintenant celui de Claudie Haigneré, première femme astronaute et ancienne ministre de la Recherche. Cette fois-ci l'aventure débute au Brésil, direction plein sud afin de rejoindre Ushuaia. Les projets d'exploration prennent une nouvelle ampleur : collectes d'eau et de sédiments dans des vasières impénétrables du fleuve Paraná, identification de zones de haute biodiversité afin de créer le premier paysage fluvial protégé d'Amérique latine, cartographie de zones polluées pour une initiative de législation environnementale collaborative au Chili, découverte de fossiles vieux de 30 millions d'années le long de l'océan Atlantique...

La curiosité pousse même l'équipe à explorer les fjords embrumés de la Patagonie chilienne. Une mission initiée par

l'université de Santiago qui requiert un vol d'investigation sur une zone qu'elle tient en concession de l'Etat. Extrêmement montagneuse et recouverte d'une forêt infranchissable, cette zone est inaccessible par voie terrestre. En raison des nuages qui la coiffent en permanence, la seule couverture haute définition est celle des radars. Or, leurs données indiquent qu'il pourrait y avoir un lac coincé entre les montagnes. L'objectif du vol : ramener le plus d'informations possible ! Après une navigation routinière entre les vallées pluvieuses et les glaces noircies par le volcan Hudson, l'équipage parvient à amerrir sur le mystérieux lac, et c'est surchargés d'échantillons d'eau, de terre et de végétaux, qu'ils redécollent vers Puerto Aysen. Actuellement, le professeur Salazar et son équipe étudient les échantillons, avant que l'équipe « observatoire hommes-milieus » du CNRS ne les rejoigne pour prolonger l'étude.

Les laboratoires scientifiques partenaires fournissent les capteurs nécessaires à chaque collaboration. Clémentine et Adrien apprennent ainsi à utiliser des instruments spécifiques qui permettent d'extraire des informations particulières des survols, comme par exemple, une micro-caméra thermique, capable de mesurer des différences de température à 0,1 degré près, et de rechercher grâce au gradient de température lié à l'inertie thermique, des restes archéologiques dans les sous-sols. L'aéronef et les équipements de survie sont également adaptés à chaque vol : outre les combinaisons de survie, des réservoirs supplémentaires et des canots de sauvetage sont embarqués pour les vols océaniques, un paquetage « jungle » pour la traversée de l'Amazonie et de l'oxygène pour les Andes. Il faut également prévoir une bouillotte et de grosses mouflés pour les confins glacés du Chubut.



Des prélèvements d'eau sont effectués dans le Lagoa Azul, près du fleuve Paraná, au Brésil. La coque de l'ULM a été désinfectée pour ne pas contaminer le milieu vierge, et les portes enlevées pour faciliter la manipulation des bidons. En retour de vol, les échantillons sont stabilisés grâce à une solution alcoolique afin de permettre la conservation et l'analyse.



Aux alentours de la cité antique de Caral, au Pérou, l'équipe découvre un immense dessin minéral, un géoglyphe de 70 mètres de côté encore inconnu des archéologues (ici au centre). Lorsqu'ils se rendent sur place à pied, l'identification est quasi impossible : le motif n'est lisible que depuis les airs. Du sol, ce ne sont que des cailloux parmi d'autres.



Dans un champ de la région parisienne, l'équipe découvre les traces d'une villa gallo-romaine. Les ombres du soleil couchant ont mis en exergue différentes hauteurs de blé. Ces écarts, provoqués par le stress hydrique, révèlent la présence de fondations : les plantes situées à la verticale d'anciens murs ont plus de mal à pousser que leurs voisines car elles ont moins d'accès à l'eau.



Adrien et Clémentine travaillent sur des modélisations en trois dimensions de sites inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO. Réalisées grâce à d'immenses sets de photographies aériennes, ces modélisations ont pour vocation la conservation numérique du patrimoine, et l'étude par les conservateurs de ces sites, qui peuvent ainsi en extraire des cartographies précises.

Où que se portent les plumes, l'homme est là comme un puissant bâtisseur. Sous les ailes de Clémentine et Adrien défilent les champs gagnés sur la mer, les feux immenses et les villes tentaculaires, les technostructures infinies, les frontières abstraites et les montagnes décapulées sur l'autel du cuivre, de l'or et des terres rares. L'Anthropocène, ce claquement de doigt si puissant à l'échelle des temps géologiques, est l'âge d'un animal fascinant, peut-être le premier des animaux à avoir choisi de s'étudier lui-même, permettant la merveilleuse mise en abyme qu'est l'archéologie.

Parce que les structures d'origine humaine s'identifient depuis le ciel avec autant d'évidence, WingsforScience est régulièrement sur le pont pour participer aux travaux de prospection, comme ce matin-là : « C'est hallucinant ! » Il est à peine 6 h 30 lorsque Jean-Luc Collart, conservateur régional de l'archéologie en Picardie, téléphone : « Il faut absolument que vous y retourniez avant la moisson ! » Si l'officiel est si matinal, c'est parce que l'affaire est belle : la veille, l'équipe a immortalisé sur sa carte-mémoire le plan masse quasi complet d'une gigantesque villa gallo-romaine encore non inventoriée au patrimoine archéologique. Il s'agit de retourner sur place pour compléter la couverture photographique avant que le cultivateur ne fauche ses blés. Avec la sécheresse exceptionnelle de ce printemps 2011, chaque plant est allé chercher l'eau là où il le pouvait, et certains ont été plus favorisés que d'autres. Cette « pousse différentielle » a révélé les pleins et déliés des fondations, murs et trous de poteaux qui, à quelques mètres sous terre, ont retenu plus ou moins d'humidité. Totalement fortuite, cette découverte a fait naître une passion dans l'équipe. La suite les verra collaborer à un inventaire archéologique sur la route des Rois, en Jordanie, ou encore, chercher des villages enfouis sous une éruption volcanique, au Pérou.

En archéologie aérienne, la prospection implique une analyse fine de la cartographie. Il faut se demander où étaient situés les ressources et les points stratégiques. Ensuite viennent les spécificités de la culture concernée. Par exemple en Jordanie, dans un climat de guerres perpétuelles, il faut privilégier la facilité à défendre le site par rapport à l'accès à l'eau. Si les deux sont réunis, alors on sait déjà que des ruines s'y trouvent. Mais c'est souvent un réseau de trous de taupes que Clémentine et Adrien survolent : « Tristement, le pillage est omniprésent, et si l'ULM nous permet d'identifier des sites inconnus, il faut bien admettre que les pilleurs ont du nez ! » ironise Clémentine. Même en France aujourd'hui, les pilleurs de tombe existent et font sur les structures enfouies des dommages irréparables. Au-delà des objets pillés ou détruits par mégarde, en général dénués de valeur marchande, ce sont les stratigraphies qui sont dévastées, témoins d'un enchaînement des âges qui plus jamais ne pourra être récupéré.

Au Pérou, l'archéologue Ruth Shady, chef du projet de recherche sur la cité antique de Caral, a mandaté WingsforScience pour une prospection archéologique. Le site, dont l'étude a commencé dans les années 1990, s'étend sur près d'un kilomètre carré en de multiples pyramides à degrés. Avec l'ULM, l'équipe peut étendre le diamètre de l'aire de recherche à 15 kilomètres. Il s'agit de trouver des traces d'occupation passée sur les lieux où celle-ci serait la plus probable : sommets, éperons barrés, proximité des anciens cours d'eau, etc. Finalement, c'est à l'immédiate proximité du site principal que la plus impressionnante structure est détectée : un dessin de cailloux inconnu, un géoglyphe semblable à ceux de Nazca, de près de 70 mètres de côté. Lorsqu'ils se rendent sur place à pied, l'identification est quasi impossible : le dessin n'est lisible que depuis les airs. Du sol, ce ne sont que des cailloux parmi d'autres. Mais au dire de Ruth Shady, ils portent depuis près de 5 000 ans une signification aujourd'hui oubliée.



Clémentine et Adrien décollent depuis le lac Argentino, en Patagonie argentine. Ils pilotent un *Super Petrel LS*, un biplan amphibie à hélice propulsive. Cet ULM est capable d'atterrir aussi bien sur une piste que sur l'eau. Une originalité qui leur permet d'une part d'effectuer des missions très variées (prélèvements d'eau, exploration de sites non préparés et inaccessibles autrement...), et d'autre part, d'avoir une sécurité supplémentaire en cas de panne moteur au-dessus de l'eau : on plane, puis on flotte au lieu de couler. © Juan Raptor / Patagonia Photo



Clémentine fait les photos depuis la fenêtre conçue à cet effet dans la verrière, mais le froid est tel qu'en une heure de temps, malgré ses deux paires de gants, elle ne sent plus ses doigts. Elle n'arrive même plus à appuyer sur le bouton de l'appareil. Heureusement qu'Adrien a le souffle chaud pour lui revivifier les mains, il en va de la réussite de la mission !



Le glacier Upsala, qui s'écoule depuis le champ de glace Sud de Patagonie, recule vite : 12 km en 70 ans. En se retirant, des pans de montagne se sont effondrés : en 2013, un glissement de terrain a même provoqué un tsunami. Pour anticiper ce phénomène, un glaciologue a sollicité WingsforScience pour réaliser un modèle 3D du front du glacier et du pan de montagne écroulé.

Une des dernières missions spectaculaires fut la modélisation de glaciers d'altitude le long des Andes argentines. Le glacier Upsala, qui s'écoule depuis le champ de glace Sud de Patagonie, est le plus impressionnant d'entre eux. De face, c'est un mur de glace de 40 mètres de haut qui tombe à pic dans l'eau. Au sommet de cette falaise, un chaos de glace bleue translucide, aux arêtes brillantes et aux ombres sinistres, s'étend à perte de vue. Engoncé entre deux chaînes de montagnes, l'immense glacier s'écoule majestueusement.

Au-delà de sa beauté, le glacier Upsala est connu pour son évolution très rapide : son front a reculé de 12 km en 70 ans. Chaque jour, des blocs de glace – des icebergs – s'abattent dans le lac Argentino pour y fondre. Or, ce recul a des conséquences que les scientifiques découvrent à peine : en 2013, un pan de montagne qui n'était plus maintenu par le glacier, s'effondrait dans l'eau. Le choc a généré une vague de plus de 15 mètres de haut, dévastant un complexe de bâtiments sur la côte, sans faire de victimes.

Pour mieux comprendre ce phénomène, et ainsi l'anticiper, le glaciologue Pedro Skvarca, du musée de glaciologie d'El Calafate, a mandaté WingsforScience pour réaliser un modèle 3D de la zone d'effondrement ainsi que des environs du glacier. L'objectif est simple : comprendre ce qui s'est passé en 2013 à l'abri des regards, et prévoir la vulnérabilité des espaces face à de futurs glissements de terrain.

Pour survoler cette zone, il faut d'abord obtenir une autorisation exceptionnelle du Parc national de Los Glaciares, finalement arrachée un soir autour d'un maté. La logistique ensuite, avec huit heures de vol prévues sur une mission de deux jours. Il s'agit de prendre les clichés adéquats tout en bénéficiant de la meilleure lumière sur chaque versant de la vallée. L'équipe

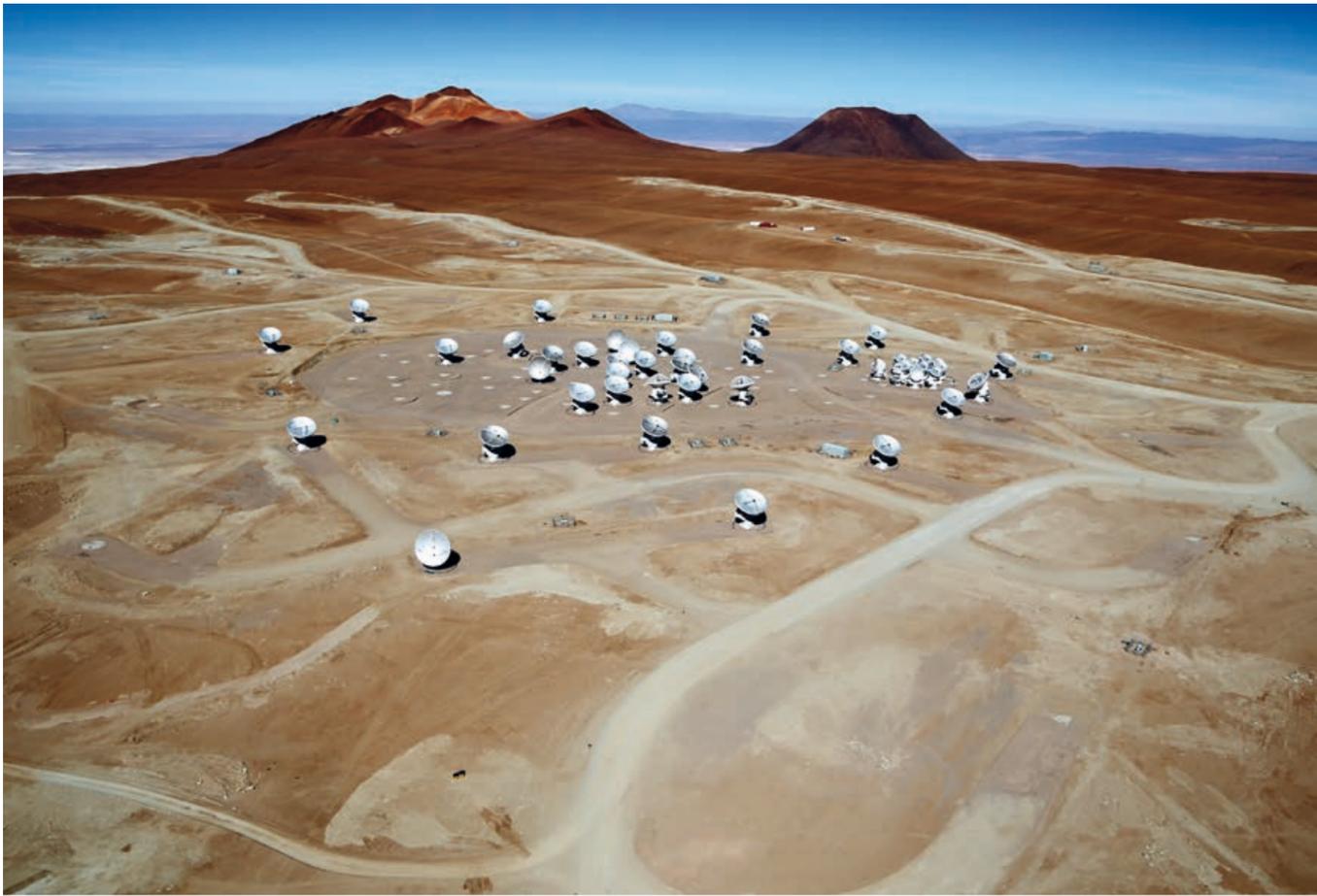
détermine sa base intermédiaire sur une ancienne estancia à proximité immédiate du front glaciaire. Bien sûr, il n'y a pas de piste d'atterrissage puisque la zone est interdite de survol. Mais à l'abri de la montagne, sur une courte étendue d'eau légèrement courbée, ils peuvent amerrir à la tombée du jour et sécuriser l'aéronef pour la nuit. Au petit matin, Adrien découvre la machine complètement verglacée : « *Heureusement que nous avons bien choisi notre météo... le soleil bientôt puissant nous aidera à libérer l'ULM,* » assure-t-il. Une heure plus tard, les voilà enfin prêts. Ils donnent quelques coups de pagaie pour s'écarter du bord avant de s'envoler vers le glacier.

Des milliers de photos sont nécessaires pour le travail de photogrammétrie, mais il n'y a pas de chauffage dans l'ULM et les mains sont vite endolories par le froid. Clémentine et Adrien doivent alterner aux commandes afin de tenir le plus longtemps possible. Malgré cela, une pause est nécessaire toutes les heures : « *Nous amerrissons entre les glaces pour nous réchauffer un peu au soleil avant de repartir de plus belle. Lorsque nous rentrons à El Calafate sous les yeux ahuris des douaniers, tout notre matériel est trempé. Difficile de croire, sur le tarmac de l'aéroport international, qu'une heure plus tôt nous naviguions à la rame entre les immenses icebergs de l'Upsala,* » raconte Clémentine.

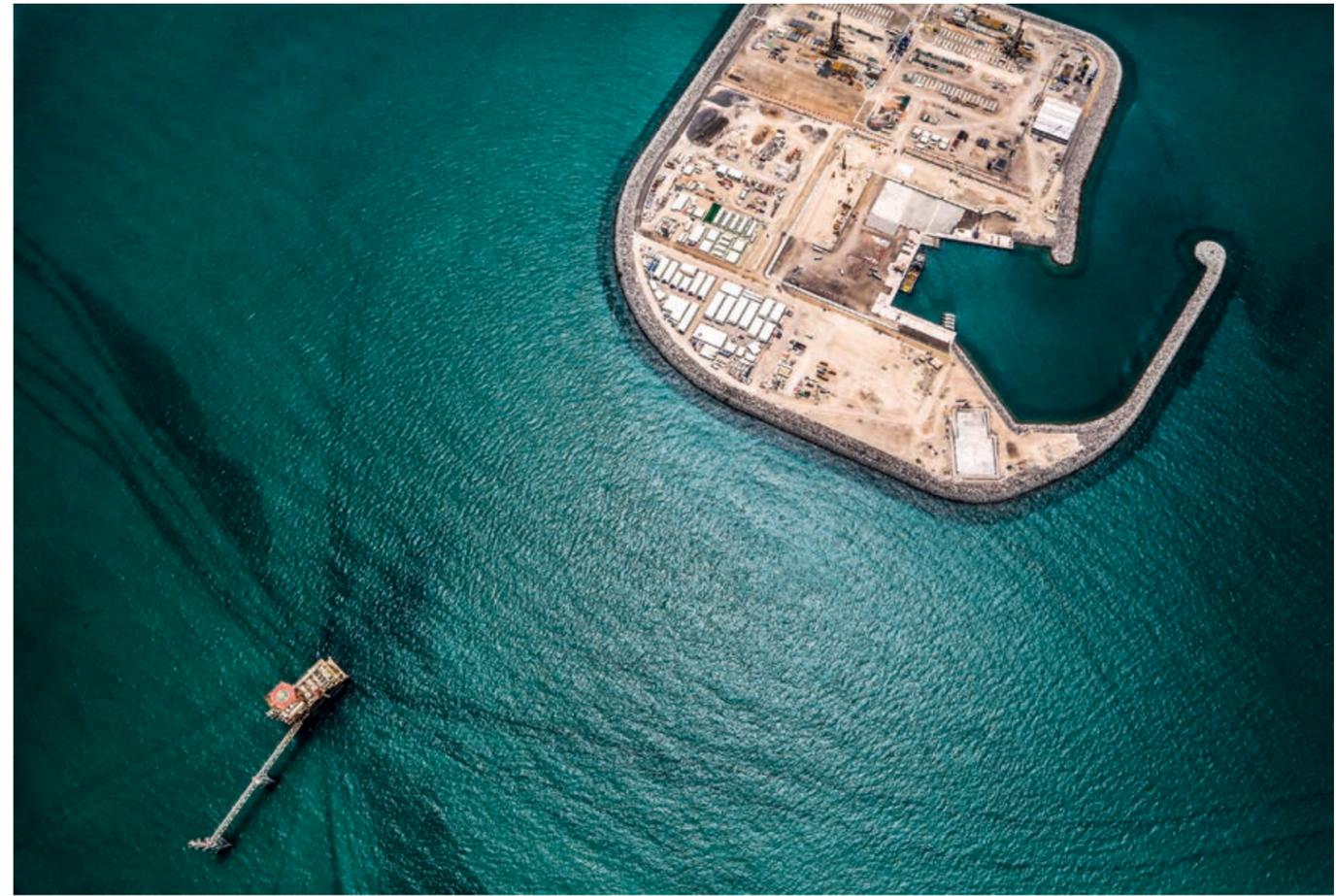
Il n'a fallu que quelques jours pour élaborer un modèle 3D à partir des nombreuses photos géolocalisées, mais le travail est loin d'être fini. Pedro Skvarca et son équipe doivent maintenant exploiter ces données afin de modéliser la dynamique du terrain. Pour cela, ils doivent faire la part des choses entre les facteurs liés au recul du glacier lui-même, et au réseau hydrologique d'autre part. En effet, juste en amont de la zone effondrée, un petit lac d'altitude pourrait, en raison d'infiltrations d'eau, être coresponsable de l'effondrement. Une discussion permise par le travail de WingsforScience. ★



Le glacier s'étend comme une mer de glace tranchante, un océan cristallisé au pire moment de la tempête. Au devant, un mur de 40 mètres surplombe le lac Argentino dont l'eau est azurée par la présence de sédiments minéraux en suspension, notamment le quartz. « *Au bord du mur dont un énorme pan s'est effondré, nous nous sentions tout petits,* » se souvient Clémentine.



Niché à 5500 m d'altitude, adossé sur deux volcans endormis, le plus grand radiotélescope du monde (ALMA) surplombe les hauts plateaux du désert d'Atacama. Pour y monter avec l'ULM, l'équipe doit exploiter les ascendances thermiques, comme le font les planeurs, et s'équiper d'oxygène. Là-haut, l'air est peu dense : plus de la moitié de la masse atmosphérique est sous leurs pieds.



Pendant l'observation des dugongs et des tortues vertes, dans le golfe Persique, l'équipe tombe sur une plate-forme pétrolière à proximité d'une île artificielle. En prenant de l'altitude se dessinent des écoulements noirâtres. Ces innocentes fuites d'hydrocarbures ne sont visibles qu'ici, où les profondeurs sont faibles, mais on imagine qu'il en est de même partout sur la planète.



A quelques miles à l'ouest d'Arequipa, au sud du Pérou, l'équipe survole l'une des énormes mines à ciel ouvert que l'on trouve souvent au Pérou et au Chili. Ces mines contribuent à la richesse nationale, mais ne s'embarassant guère de considérations environnementales, elles conduisent à de nombreux conflits sociaux. Celle-ci produit à elle seule 120 000 tonnes de cuivre chaque année.



Le lit changeant du río Pilcomayo, entre le Paraguay et l'Argentine, inonde régulièrement le Bañado La Estrella. Ce gigantesque marais joue un rôle capital dans l'écologie de la région et l'équipe doit cartographier les différents biotopes. Ici, ce que les populations indiennes prennent pour des fantômes sont, en réalité, des épiphytes qui poussent sur les arbres morts.



L'équipe survole les Andes d'ouest en est, jusqu'à San Carlos de Bariloche, en Argentine. En ce début d'automne chilien, il aura fallu attendre une semaine pour rencontrer les conditions les plus favorables à cette traversée : « Une dizaine de nœuds de vent arrière nous poussent doucement dans le dédale des montagnes et des volcans. Sous nos ailes, nous repérons toujours des lacs sur lesquels – nous l'envisageons – il serait possible d'amerrir en urgence. La route n'a pas été si mal choisie, puisqu'à cet endroit de la cordillère, les cols sont suffisamment bas pour nous permettre de passer sans oxygène, » rapporte Adrien.



Depuis 2016, SOS Malus est heureux de soutenir l'aventure « Des Ailes pour la Science ». SOS Malus a été créé par le cabinet JP Labalette qui imagine, conçoit et développe des produits d'assurance. Inventeur de l'assurance auto pour malusés, le groupe répond aux besoins de millions d'assurés en situation délicate. Et depuis sa création, SOS Malus reste leur solution préférée !



La prochaine mission mènera WingsforScience au Chili, de l'autre côté des Andes qu'il faudra traverser. L'actualité est celle de la « marée rouge », gigantesque eutrophisation de la mer intérieure de Chiloé dont les conséquences sont désastreuses pour l'activité de la région. Vous en avez entendu parler ? Les scientifiques se demandent si ce phénomène n'est pas en train de décimer la population endémique de dauphins de Peale...



Clémentine Bacri et Adrien Normier ont écrit :
Un Tour du monde pas comme les autres
 Editions Le Pommier - juin 2015
Routards du ciel
 Editions Le Pommier - juin 2016

MISSIONS PHOTOGRAPHIÉES

- Le corridor écologique de Yungas et le Bañado La Estrella ont été survolés dans le cadre du projet de protection de la biodiversité de l'ONG Proyungas, associée au Laboratoire de recherches écologiques des Yungas (LIEY) de l'université nationale de Tucumán.
- L'observation des dauphins de Peale répondait au « Chiloé Small Cetacean Project » du Centre d'études pour la conservation des écosystèmes marins (Yaqu Pacha) et du Scottish Oceans Institute (SOI) de l'université de St Andrews.
- Les prélèvements dans le Lagoa Azul ont été réalisés en coopération avec le Parc naturel des îles et vasières du fleuve Paraná et avec l'Institut Chico Mendes pour la conservation de la biodiversité.
- La découverte du géoglyphe a été réalisée dans le cadre du projet de recherches archéologiques sur la cité antique de Caral.
- La découverte de la villa gallo-romaine a permis à l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) d'inventorier le site.
- La couverture photographique du glacier Upsala a été réalisée pour le musée de glaciologie d'El Calafate.
- L'Observatoire européen austral a mandaté WingsforScience pour réaliser les premières images aériennes du Grand réseau d'antennes millimétriques de l'Atacama (ALMA).

Zeppelin édition spéciale

Responsable du contenu : Zeppelin éditions - texte et photos : Wings for Science
 design graphique : Christine Wetz - impression : Thorax S.A., France - tous droits réservés
 www.zeppelin-geo.com