

Carnet de Campagne - Episode 3 31/01 - 07/02

Vendredi 31 janvier

Le vendredi après-midi marque le début du symposium "From BOMEX to EUREC4A" à CIMH, organisé par la team "outreach" (Ludovic, Anna Lea et Ben, du LMD, Ulrike et Dörte, du MPI, et Rebecca, Brandon et Shanice, du CIMH à la Barbade).

BOMEX (Barbados Oceanographic and Meteorological Experiment) est une campagne de terrain qui s'est déroulée en 1969 (de mai à juillet) au large de la Barbade. BOMEX a de nombreux points communs avec EUREC4A : cette campagne a impliqué le développement de plusieurs bateaux, avions de recherche et des instruments à la pointe de ce qui se faisait à l'époque. Au cours de BOMEX, une plateforme appelée FLIP (Floating Instrument Platform) a également été développée. Cette plateforme novatrice, qui mesure 108 mètres de long, est conçue pour être partiellement inondée et inclinée de 90° vers l'arrière, de sorte que seule l'avant de la plateforme, soit 17 mètres, pointe vers le haut. Lorsqu'elle est retournée, la partie inférieure de la plateforme se remplit d'eau et sert de lest à la plateforme : ainsi, FLIP est très stable et quasiment immunisée contre l'action des vagues.



La FLoating Instrument Platform, Scripps Institution of Oceanography

La principale différence entre BOMEX et EUREC4A réside dans l'objectif de ces deux campagnes. Pour BOMEX, le principal objectif était de déterminer les échanges d'humidité, de chaleur, et de moment entre l'océan et l'atmosphère. À l'époque, les problématiques climatiques n'étaient pas encore d'actualité, donc l'enjeu essentiel de la campagne était d'améliorer les prévisions météo. Au contraire, pour EUREC4A, mieux comprendre et anticiper l'ampleur des changements climatiques à venir est au coeur de la campagne. Pour cela, tous les capteurs d'EUREC4A sont tournés vers les petits nuages, ces "trade wind cumuli" qui jouent un rôle crucial pour le climat et dont l'évolution future reste très mal connue.

Au cours de la première après-midi du symposium, nous avons la chance d'entendre des témoignages fascinants à propos de BOMEX, notamment de Gordon McBean, un climatologue canadien qui a participé à BOMEX pendant son doctorat, ou encore de Pat Callendar et Clyde Outram, qui travaillaient tous deux aux services aériens de la Barbade au moment de la Barbade et ont fourni un support précieux au bon déroulement de la campagne.



Clyde Outram - le doyen participant à BOMEX - ancien directeur des services aériens.

Bjorn et Sandrine donnent aussi un aperçu d'EUREC4A et des objectifs scientifiques qui l'accompagnent. Leur exposé permet de soulever une autre différence fondamentale entre BOMEX et EUREC4A : la coopération avec les habitants de l'île. Pendant BOMEX, la coopération avec les habitants de la Barbade et les scientifiques locaux a été très limitée. L'impact sur la recherche locale a donc été très faible : par exemple, aucun scientifique local n'a été premier auteur dans les nombreux papiers publiés à la suite de l'expérience. Au contraire, dans le cadre d'EUREC4A, il y a un réel désir d'établir des partenariats de long terme avec les scientifiques locaux. Le symposium ou les séminaires organisés chaque semaine à CIMH sont autant d'opportunités de favoriser le dialogue entre les participants de la campagne et les scientifiques locaux et ouvrent ainsi la voie pour des collaborations futures prometteuses.



Symposium "BOMEX to EUREC4A"

Samedi 1er Février

Le symposium se poursuit pendant toute la journée du samedi, de 9h00 à 18h00, avec 18 présentations... autant dire que la journée a été dense ! Heureusement, le cadre dans lequel s'est déroulé le symposium était exceptionnel : l'ensemble du symposium s'est déroulé à l'extérieur, sous une tente louée par CIMH pour l'occasion.

De nombreux scientifiques de haut niveau sont venus pour l'occasion. Les présentations sont l'occasion de découvrir de nombreux thèmes de recherche en lien avec la campagne: la microphysique des nuages (comment se forment les précipitations ?), l'interaction entre les nuages et les aérosols (notamment les poussières du Sahara apportées par les vents), l'importance de l'agrégation pour la sensibilité climatique, le rôle du

vent pour la formation des nuages, le rôle des nuages de haute altitude dans les Tropiques, etc... À chaque thème ses questions... que la campagne EUREC4A pourrait certainement aider à résoudre.





La team "outreach", fière de son travail à la fin du symposium :)

Dimanche 2 février

Plusieurs activités avec le grand public sont organisées: visite de la station BCO et lancé de radiosondages, visite du site des drones Français (le grand Boréal et les petits Sky Walkers) et Américain.

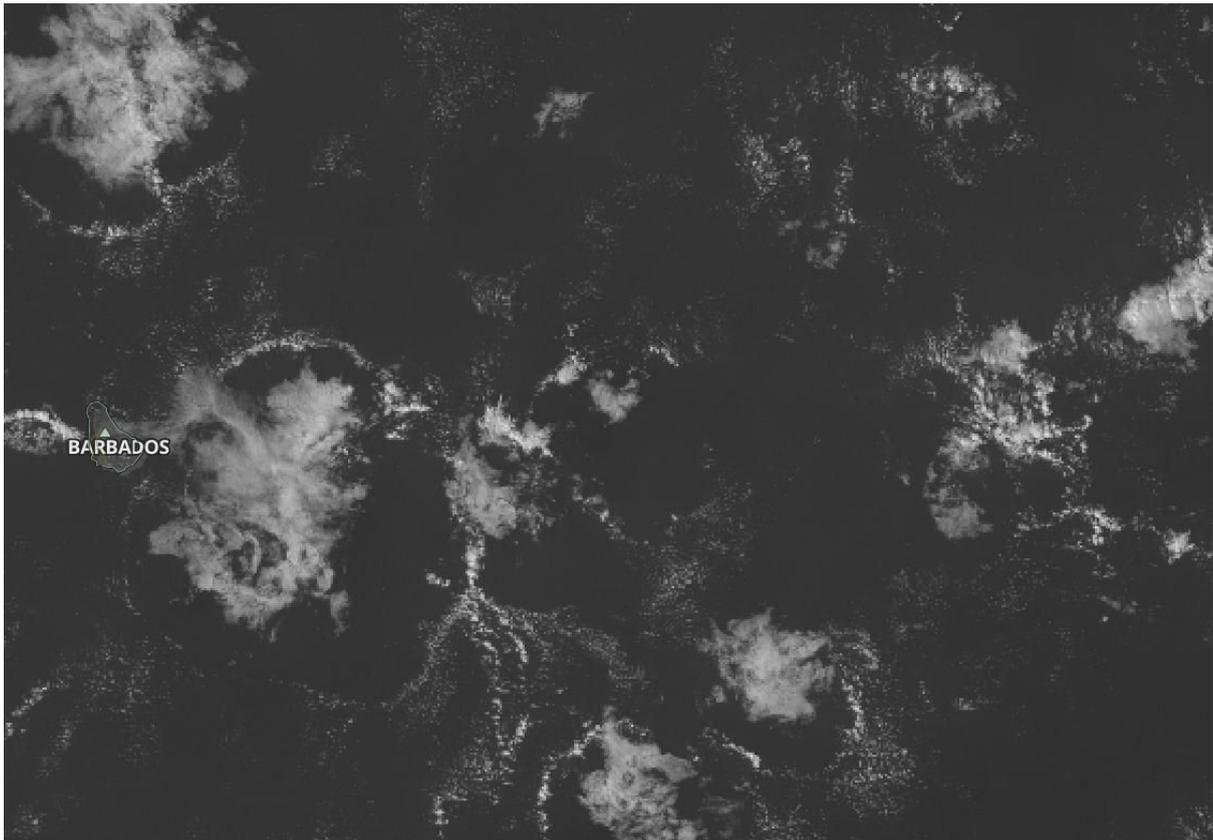


*Visite des drones:
site Américain (à gauche) et un Sky Walker sur sa rampe de lancement (à droite)*



Visite du site d'osbervation BCO - Caroline lance la radiosonde

Ce dimanche est aussi un jour de vol durant lequel on voit un gros nuage (sans doute une flower) s'entourer progressivement d'une gigantesque poche froide (voir l'image satellite ci-dessous). Contrairement au cas étudié précédemment, le cisaillement du vent est cette fois très faible, c'est-à-dire que le vent est aussi fort au niveau du nuage qu'en surface. Cela pourrait expliquer pourquoi la poche froide s'étale de manière isotropique autour du nuage, et non seulement d'un côté. On peut également supposer que cet étalement isotropique affecte la durée de vie du nuage, car dans ce cas le nuage surplombe une zone d'air froid, peu propice au développement de convection susceptible d'alimenter le nuage... hypothèses que nous avons hâte d'étudier de plus près à partir des données des dropsondes et des instruments.

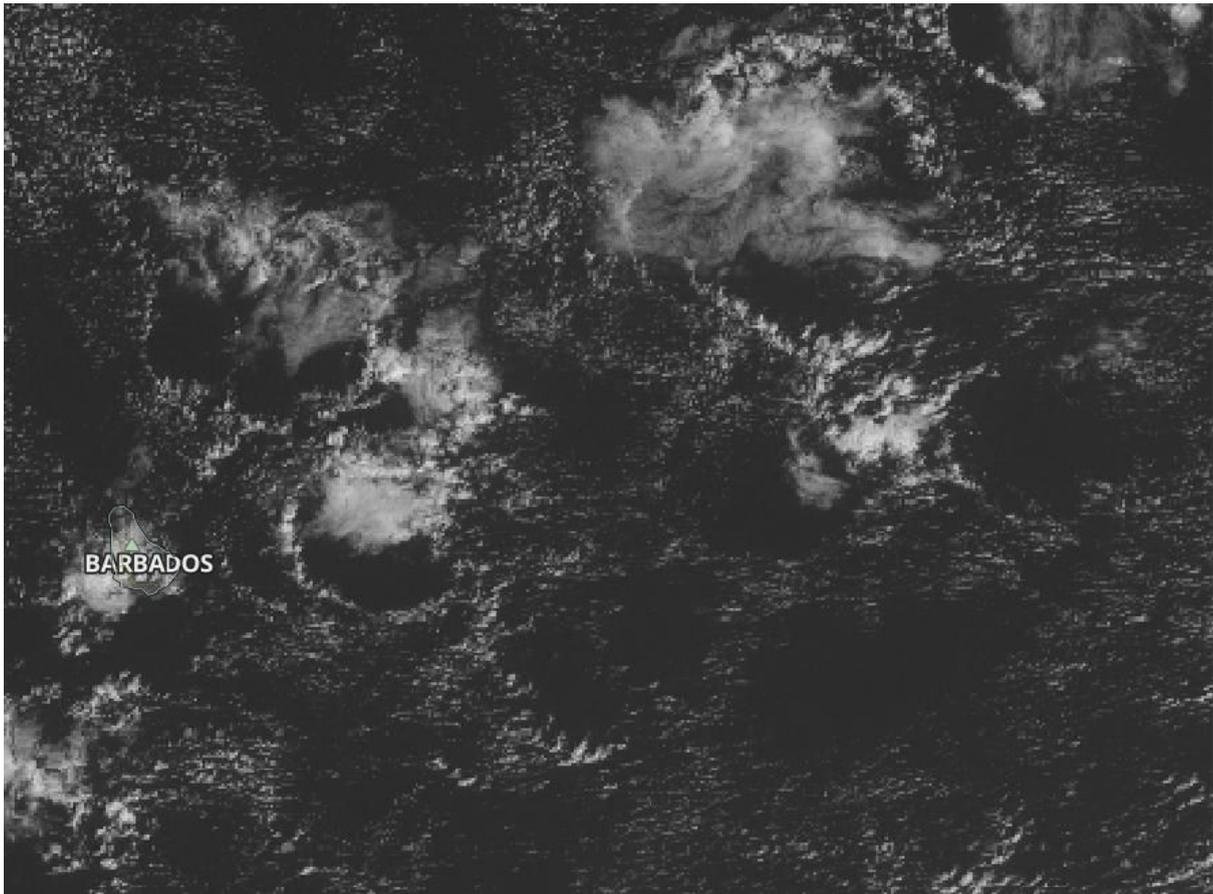


Poche froide à étalement isotropique avec au centre le nuage ("flower") qui lui a donné naissance (juste à l'est de la Barbade)

Mercredi 5 février

Une autre journée de vol pour les avions ; tous, cette fois, sont en l'air. Ce matin, grâce à la gentillesse de Sandrine, je [Ben] vais avoir l'occasion de faire mon tout premier vol scientifique. Sur le papier, je suis "expérimentateur RASTA" dans l'ATR. Ce n'est pas à priori une grosse responsabilité, puisque ces antennes radar n'ont toujours pas pu fonctionner jusqu'à présent... à moins... qui sait ? d'un petit coup de pouce du destin.

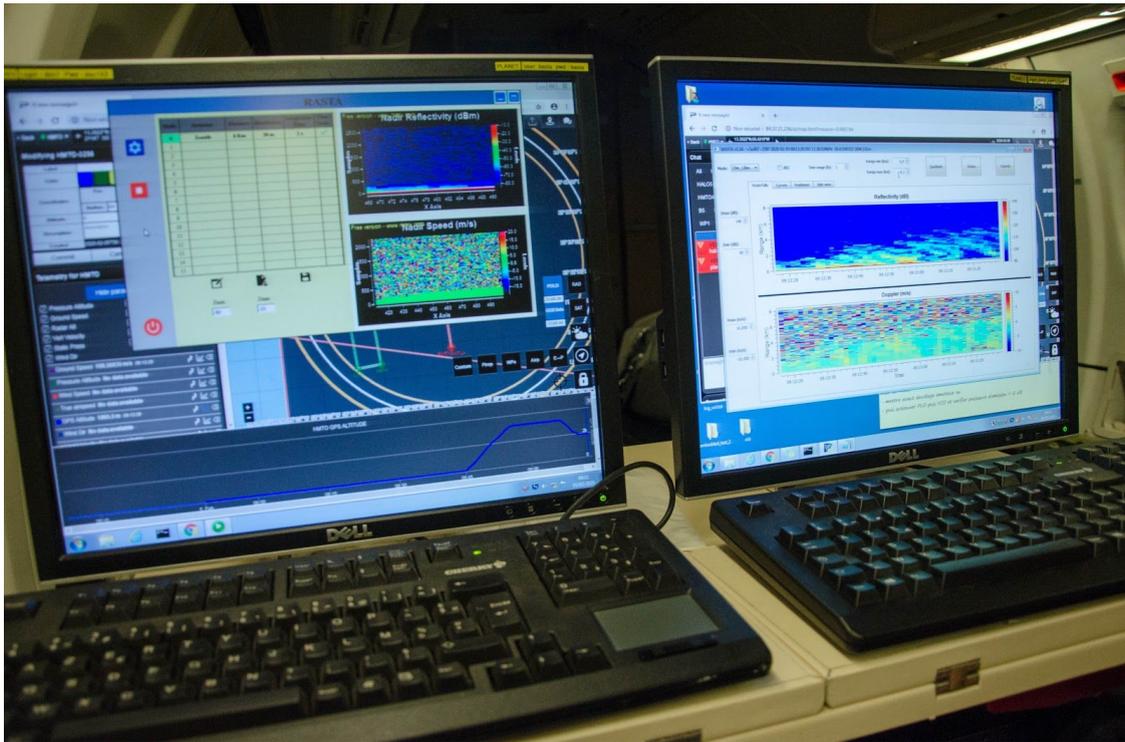
La veille au soir, Julien regardait les dernières visualisations qu'il a faites des données du radar BASTA, principalement en ciel clair, en me disant qu'il fallait croiser les doigts pour demain ; ce à quoi j'ai répondu sans trop savoir pourquoi qu'il n'y a pas de souci à se faire, puisque, de la chance, j'en ai toujours ! Alors quand, dans la voiture menant à RSS (l'aérodrome), Sandrine lui indiquait par téléphone que l'on allait avoir une belle "flower" (encore une! voir image satellite ci-dessous), et quand plus tard dans l'avion, l'antenne verticale du RASTA se mit à fonctionner puis réussissait à capturer de belles structures, je n'ai pu m'empêcher de lui glisser un "je te l'avais bien dit".



La situation sur GOES avant le vol ("flower" entourée de poches froides)

Concrètement, le début du vol peut se résumer par : réveil 3h15 pour un départ à 3h40, arrivée à RSS 3h55, décollage 4h45, premières lumières vers 6h pour un magnifique lever de soleil aux alentours de 6h25. Les conversations portent principalement sur le RASTA qui a subi quelques transformations la veille et dont l'unique antenne maintenue sur les quatre points directement vers le haut. Au micro, quelqu'un fera une blague sur "ces allemands qui jettent 500 batteries au lithium dans la mer" : certes, le HALO lance des sondes toutes les 5mn, mais il faut reconnaître que c'est bien ce qui permet à l'ATR de savoir à quel altitude voler pour échantillonner la base des nuages.

Après une explication rapide des consignes de sécurité et que l'avion commence à rouler sur la piste, Julien enclenche les deux systèmes radar (parce qu'avant le lancement des réacteurs, les instruments drainent trop d'énergie). Sur une interface graphique rappelant dangereusement un logiciel de Windows 98, on voit un signal bruité, et d'ici à ce que l'appareil rencontre un nuage il restera impossible de dire si le RASTA marche.



Les premiers signes de vie du radar RASTA (à gauche), qui capture la structure verticale de l'atmosphère au-dessus de l'avion, et le radar BASTA (à droite) qui capture la structure horizontale en scannant à droite de l'avion

Assis aux premières loges, je savoure les premières traces qui s'affichent sur l'écran. Même si Julien reste prudent, car "il faudra voir ce que ça donne au postprocessing", la bonne nouvelle se concrétise et on la confirme progressivement à tout l'équipage, puis à nos précieux soutiens en ligne sur la plateforme en ligne Planet. Un peu anxieux à l'idée de tout faire capoter, je limite mon utilisation de l'ordinateur à quelques messages sur Planet pour diffuser l'engouement général et à la visualisation des zones pluvieuses qui s'affichent grâce au radar Poldirad que nous avons aidé à construire la semaine dernière, lui aussi en service pour la première fois aujourd'hui.

Je rebascule l'affichage vers la visualisation RASTA car Julien veut jeter un oeil régulier sur les mesures : pour l'instant, ça marche, et comme le mieux est l'ennemi du bien, on préfère se contenter de ce que l'on a en y touchant le moins possible : la résolution verticale est maintenue à 30m pour le reste du vol, et on laisse l'enregistrement continuer en l'interrompant le moins possible. Quand la "flower" passe, le radar capture des structures atteignant 1 à 1.5km d'abord, puis un peu plus tard jusqu'à plus de 2.5km, altitude à laquelle l'affichage restera tronqué parce qu'encore une fois, peut-être vaut-il mieux ne pas trop forcer sa chance en réinitialisant les réglages.



Quelques structures capturées par le RASTA et quelques messages joués sur “planet”

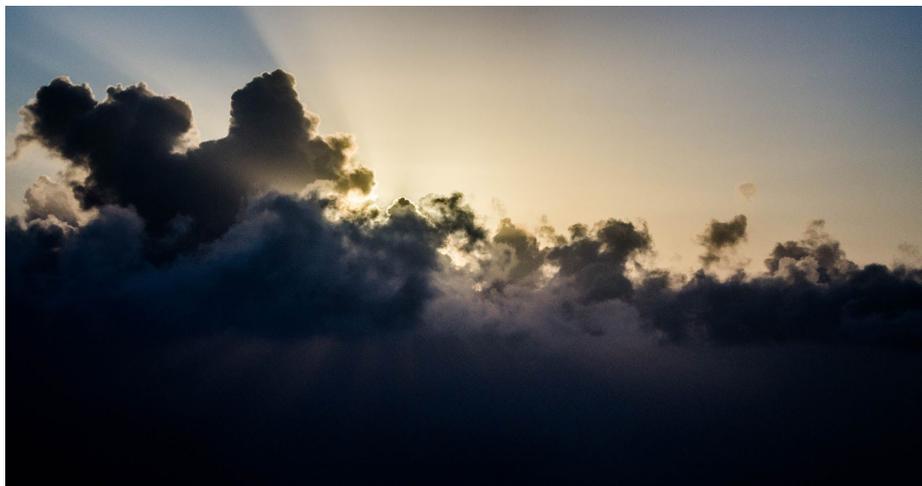
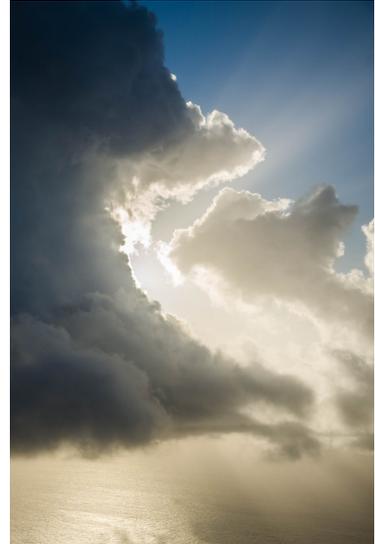
Dans les images satellites, on distingue une fois de plus de nombreuses poches entourant les nuages, et l’organisation en “flowers” qui persiste. Dans l’avion en revanche, on ne sent aucune turbulence au passage du front à 600m d’altitude ; un peu décevant peut-être, mais mes besoins de sensations fortes sont rapidement assouvis par le demi-tour incliné à 60° et le tronçon en rase-mottes à 60m des vagues.



L’ATR à 60m d’altitude

Après quelques hésitations, l’équipage décide de ne pas faire de détour pour échantillonner les conditions plus proches de BCO (le Barbados Cloud Observatory, situé sur l’île) et rentre directement assouvir la soif de l’ATR en gazoil. Bien fatigué mais rassasié, je laisse ma place à Anna Lea et Jessica qui prennent place dans l’ATR pour le 2e vol de la

journée. En résumé, un RASTA et un Poldirad qui marchent, une fleur cueillie, un équipage satisfait, de splendides souvenirs plein la tête et 400 photos de lever de soleil à trier. :)



Quelques beaux souvenirs, pour longtemps

Barbecue EUREC4A

Le soir, l'ensemble des participants à la campagne se retrouvent à Miami Beach pour un barbecue savoureux offerts par la maison. Sur la plage, peu après des feux d'artifice certes inattendus mais comme prévus pour l'occasion, Jessica apprend une bonne nouvelle... Fleur Couvreur lui annonce en effet qu'elle est sur la liste des candidats retenus pour l'oral du CNRS. Évidemment, trois joyeux farceurs (bien sûr, on ne dira pas qui !) décident, pour fêter ça, de lui offrir un petit rafraîchissement le soir même. Enfin, un rafraîchissement, mais pas tout à fait un rhum punch... comment dire ? Plutôt, une expérience inédite "en immersion", au plus près des tortues. :)



Barbecue EUREC4A à Miami Beach

Jeudi 6 février

Aujourd'hui a lieu la première des interventions scientifiques organisées dans les écoles. Cette opportunité était arrivé quelques jours auparavant, à point nommé dans le planning de notre "outreach team" de choc (Ludo, Anna Lea et moi (Ben)) : la réponse du ministère de l'éducation se faisait toujours attendre pour pouvoir organiser les visites officielles et nous commençons un peu à désespérer quant à la réalisation de ce projet, avant de recevoir une demande de la part l'un des enseignants, de façon inattendue et relayée par Kerry au détour d'un email.

Nous ne savions pas trop à quoi nous attendre en arrivant à Codrington school, un collège et lycée international, car ce n'était pas tout à fait l'école barbadienne classique a priori, et en particulier plus riche que la moyenne. Jonathan, l'enseignant, un géant de 2m en chemise de lin, dégageait cette énergie et ce flegme propre aux surfeurs de toute une vie qui aurait su mettre à l'aise n'importe qui. On enchaîne avec entrain notre présentation

préparée et peaufinée le matin même à l'aide d'animations fournies par Pier Siebesma et Tim Cronin : Ludovic animé par sa passion de faire des expériences avec les enfants, Leif habité de son charisme naturel, Anna Lea et Geet fournissant explications détaillées, et moi, peu rôdé à l'exercice mais enthousiaste.

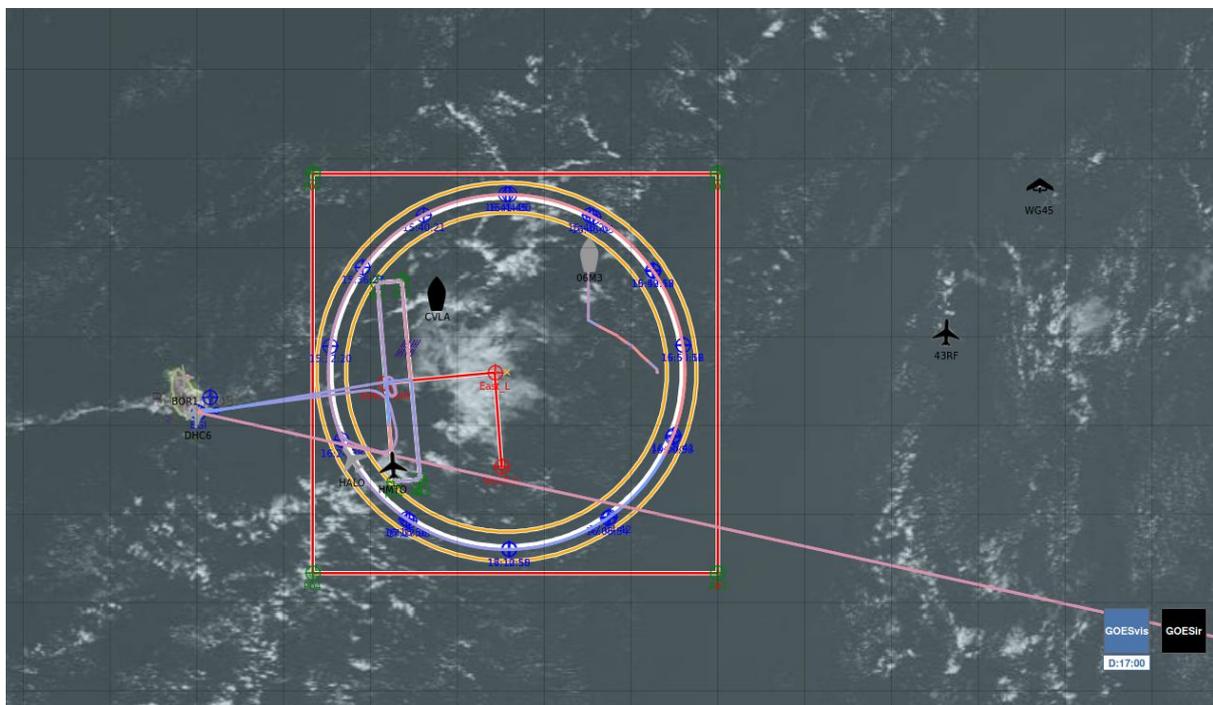


Ludovic (de dos), Jonathan (au fond) et les lycéens pendant l'expérience du nuage dans la bouteille

Devant la deuxième classe, la présentation a pris une teinte plus 'changement climatique' et davantage personnelle, dû en partie à l'envie de Ludo de ne pas raconter deux fois la même chose, mais surtout en réponse à une question innocente de la part de Jonathan : "but you, as scientists, what do you think of climate change, should we be optimistic of our ability to limit warming to 1.5, 2°C?". En prenant la parole à tour de rôle, c'était assez intéressant d'entendre les opinions les uns des autres ; mais aussi et surtout, la façon qu'avait chacun de communiquer ses convictions, son pessimisme ou ses espoirs plus ou moins marqués avec des ados de 14 ou 15 ans. C'était particulièrement formateur, je pense, pour moi en tout cas, car il est particulièrement difficile de trouver l'équilibre dans son discours, de réussir à communiquer l'état des choses tel qu'on le voit et d'être réaliste dans ses mots, tout en essayant de leur donner des conseils et du courage face aux changements du monde.

Vendredi 7 Février : l'ATR et la pointe de saphir

C'est à mon tour (Nicolas) de voler dans l'ATR de 13h30 à 18h : c'est une expérience unique et une chance incroyable pour moi, comme un très vieux rêve qui se réalise. Malgré tout, je comprends très vite au cours du vol que la mesure in-situ comporte cela de frustrant qu'elle est par nature partielle, donc insatisfaisante car elle ne fait qu'effleurer l'image globale que nous offrent - sans aucun effort, à nous utilisateurs - les modèles de climat et les observations satellites. Ces données globales sont une véritable corne d'abondance dans laquelle les chercheurs puisent leur inspiration ; elles stimulent leur imagination et leur permettent la production d'images conceptuelles qu'ils cherchent ensuite à confronter aux observations. Or, ces modèles conceptuels "globaux" n'ont souvent rien à voir avec la réalité "locale" du terrain, propre aux mesures in-situ. La réalité de terrain, c'est que 5% de couverture nuageuse (au beau milieu du "creux" du cycle diurne des cumulus dans la région), c'est précisément 5% de chances de croiser un nuage, soit 95% de temps de vol où l'on voit apparaître puis disparaître tout autour de nous des cumulus facétieux qui semblent se défilier au passage de l'ATR, en laissant les radars et les lidars sonder les limbes et les radaristes, désarçonnés, observer des tracés plats. Pendant ce temps là, au sol, on s'émerveille des superbes organisations nuageuses, comme sculptées par les courants de densité sur les images GOES-East. Dans le HALO, du haut de leur tour d'ivoire perchée à 9 km, d'autres s'extasient du panorama somptueux : congestus cotonneux baignés par la lumière éclatante du clair de lune, arcs de cumulus, mers de nuages, virgas, nappes de "veil clouds" ... Mais plus bas, beaucoup plus bas, l'ATR, lui, laboure la base des nuages selon un aller-retour immuable pour former un rectangle long d'environ 100 km et large de 15 km pendant 4h30 (voir cliché ci-dessous).



Ce tracé présente l'avantage d'offrir des statistiques fiables sur les propriétés du champ de nuages, perpétuellement renouvelé dans cette zone grâce aux alizés soutenues qui les transporte depuis l'Atlantique, un peu à la manière des radiosondages réalisés à heures fixes pour caractériser le profil vertical de l'atmosphère jour après jour. En effet, il ne viendrait à l'idée d'aucun expérimentateur sérieux de ne lâcher de radiosondes que lorsque

la situation lui semblerait intéressante pour justifier un sondage, comme au passage d'un orage par exemple. C'est selon ce même principe que l'ATR survole la même zone pendant 9 h tous les 2 jours afin de recueillir des statistiques sur la fraction nuageuse à la base des nuages ; une donnée fondamentale pour quantifier les échanges d'eau, d'énergie et de masse entre la couche sous-nuageuse et les couches supérieures de l'atmosphère. Mais cette méthodologie, qui fait la part belle aux statistiques plutôt qu'au cas d'étude interdit le "cloud chasing" (comme le fait le Twin Otter pour les données microphysiques), et rend l'expérimentateur complètement passif vis-à-vis de son sujet d'étude. L'ère des modèles et des satellites rend ainsi le suivi au sol parfois plus grisant que le vol lui-même. Paradoxe ultime : les expérimentateurs, supposément au coeur de l'action, se tiennent au chevet de leurs moniteurs, à l'affût du moindre pic dans le signal, ils pestent ; "Sacré bleu ! Cette cellule se fait la malle !", "Saperlipopette, on a encore raté la zone stratiforme !" (bien entendu les mots qui sont sortis de ma bouche au cours de ce vol éprouvant furent beaucoup plus fleuris que cette version édulcorée, en témoigne mon voisin Hauke Schultz - un doctorant Allemand - qui aura plus appris de ce vol sur l'argot français que sur les nuages), pendant qu'au sol le café et l'adrénaline coulent à flots ; on se passe en boucle les dernières images satellites, on interprète, on discute, et on se prend pour une tour de contrôle qui diffuse quantité d'informations toutes aussi frustrantes les unes que les autres aux expérimentateurs qui apprennent en continu tout ce qu'ils sont en train de louper. A ma descente de l'avion, je perçois enfin ce qu'ont pu endurer (en bien pire !) Sandrine Bony, Marie Lothon, Julien Delanoe et bien d'autres depuis 2 semaines, un certain dépit et, pour ma part, de la colère. Le débriefing après vol fût froid et bref, mais il déboucha sur la planification d'un vol entièrement nocturne, coordonné avec le P3, pour capturer le maximum d'activité convective et ainsi saisir le cycle diurne de la convection dans son ensemble. La suite montrera que cette décision fût payante.

Ce côté "fastidieux" est inhérent à la recherche ; comme le paléontologue qui nettoie méticuleusement ses ossements au pinceau, l'ATR sillonne inlassablement la basse atmosphère pour y décoder, nuage après nuage, leur organisation spatiale. À la manière d'une pointe de saphir qui glisse délicatement sur un disque en vinyle et en déroule chaque note, l'ATR lit les cumulus qui croisent sa trajectoire pour en extraire un ensemble cohérent - harmonieux même, qui sait ? Au-delà de toutes les péripéties dont l'ATR a fait l'objet ces derniers jours, il est indéniable que le passage du monde des modèles au monde des observations comporte un rite de passage parfois douloureux pour certain.e.s d'entre nous. Réciproquement, il n'est pas non plus chose aisée à des pilotes rompus à voler dans des conditions nettement plus hostiles de se voir faire le même aller-retour pendant 4h30 d'affilée, comme le ferait un conducteur de métro. Pas plus qu'il n'est évident à des expérimentateurs de scanner de ridicules cumulus à peine décelables par leurs instruments, calibrés pour détecter des objets autrement plus épais. C'est cette rencontre entre 2 mondes, conflictuelle et chaotique mais indéniablement enrichissante, qui fera toute la réussite de cette belle campagne et nous offrira, en plus de la quantité inestimable de données d'observations, son lot d'anecdotes dont nous nous délecterons, plus tard, avec nostalgie.