Un an en Terre Adélie (5)

Durant cinq numéros de *La Météorologie*, nous vous proposons un carnet de voyage, une immersion au sein de la base Dumont-d'Urville, située en Terre Adélie. C'est le responsable de la station météorologique, François Gourand, qui nous en propose le récit pendant son séjour de décembre 2019 à novembre 2020. Ce cinquième et dernier article est consacré au vent catabatique.

Comparativement à de nombreuses autres parties du continent antarctique, la Terre Adélie bénéficie d'un climat plutôt clément sur sa partie littorale, avec une température de $-11,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en moyenne à Dumont d'Urville (DDU) et un ensoleillement annuel de plus de 2 000 heures. On relève une centaine de jours avec chute de neige par an, mais les précipitations sont généralement faibles, car elles sont sublimées par l'air sec. Le responsable principal de ce phénomène est le vent catabatique.

Le vent catabatique est un vent gravitationnel qui descend des hauts plateaux du continent antarctique. L'air très froid des hauts plateaux (température moyenne de $-51,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ à Concordia, à 3 233 m d'altitude à 1 100 km à l'intérieur du continent), très lourd, glisse en permanence sur les pentes de la calotte, du continent vers le littoral. Il accélère lors de cette descente, subit la force de Coriolis qui le fait dévier vers l'ouest lors de sa descente vers la côte (figure 1).

Dans l'intérieur du continent, le vent catabatique est le vent dominant. En revanche, quand on s'approche du littoral, il rencontre la ceinture de dépressions qui entoure de façon quasi permanente le continent antarctique. Selon leur positionnement, ces dépressions peuvent accentuer le gradient de pression entre le continent et l'océan, ce qui dope alors le flux catabatique. Sur l'exemple proposé (figure 1), on retrouve bien ces éléments : le vent catabatique naît sur la calotte antarctique faible puis modéré. En s'approchant du littoral, le vent accélère en même temps que la pente s'accroît. Progressivement, sa direction s'incurve. Puis, une fois le littoral franchi, il décélère rapidement. Sur les eaux libres, c'est la circulation synoptique qui prend le relais avec un vent qui répond au gradient de pression.

Figure 1. Pression réduite au niveau de la mer, vent moyen à 10 mètres (couleurs) et lignes de flux à 10 mètres. Source : www.windy.com.

Le déferlement régulier de ce vent polaire vers le littoral favorise la formation de polynies côtières, c'est-à-dire l'ouverture de zones d'eau libre dans la banquise. Ces polynies jouent un rôle essentiel pour la faune locale, notamment pour le manchot empereur qui peut ainsi se nourrir plus facilement, plus près de sa colonie. Certaines régions du littoral antarctique, comme la Terre Adélie, sont fréquemment soumises à ce vent : les polynies ont aussi une action sur le bilan énergétique de la Terre, en augmentant les échanges entre l'océan et l'atmosphère.

En descendant des hauts plateaux, le vent catabatique se comprime, ce qui le réchauffe un peu et l'assèche. On peut ainsi régulièrement observer à Dumont d'Urville une hausse sensible de température quand il arrive. Comme il souffle dans les très basses couches de l'atmosphère, il forme un

tube de vent fort de quelques centaines de mètres d'épaisseur tout au plus, parfois même de moins de 100 mètres !

À Dumont d'Urville, excepté quelques journées calmes avec un régime de brises locales, le vent catabatique souffle en permanence, du moins il est une composante du vent effectivement observé : quand la direction du vent est comprise entre 90° et 140° (est à sud-est), c'est l'aspect synoptique qui domine, lié à la proximité d'une dépression océanique ; le souffle catabatique se mêle alors au vent synoptique. Quand elle est comprise entre 150° et 190° (sud-est à sud), le vent catabatique est quasi « pur ».

Même quand il ne souffle pas directement sur la base, sa proximité sur le continent se matérialise souvent par la présence de murs de neige verticaux visibles à l'horizon (figure 2).

Figure 2. Mur de neige soulevé par le vent catabatique. Photo prise par François Gourand le 2 août 2020 en direction sud-sud-ouest.

Le vent catabatique ne s'étend généralement que sur quelques kilomètres de banquise au-delà du littoral (figure 1), dans de rares cas sur quelques centaines de kilomètres. Il perturbe cependant la vie de la base en limitant nos activités extérieures, en rendant parfois la visibilité quasi nulle, à cause de la neige qu'il soulève et qui fouette le visage (figure 3). Il faut parfois de très (trop) longues secondes pour passer d'un bâtiment à un autre !

Malgré les conditions tempétueuses, le radiosondage quotidien est réalisé, souvent grâce à la protection assurée par un mur pare-vent.

Le vent catabatique peut vraiment se produire en toute saison, peut-être est-il toutefois un peu moins fréquent lors de la saison estivale, de décembre à février.

Le phénomène de Loewe

Sur le littoral antarctique en général, et à Dumont d'Urville en particulier, on peut de temps en temps observer un phénomène météorologique

Figure 3. Réduction de visibilité sous vent catabatique le 13 septembre 2020. L'abri météorologique est à peine discernable. Source : François Gourand.

Figure 4. Neige soulevée et tourbillonnante au-dessus de la banquise par le vent catabatique. Photo prise le 19 octobre 2020 par François Gourand.

spectaculaire. Généralement, en fin d'épisode catabatique (« pur »), le vent peut tomber en quelques minutes (figure 5). Cette chute de vitesse est associée à une soudaine augmentation de pression et à l'apparition d'un mur vertical turbulent de neige.

C'est le ressaut hydraulique, ou phénomène de Loewe, du nom du scientifique qui l'a observé lors de son hivernage à l'ancienne base française de Port Martin, en Terre Adélie, en 1951. J'ai pu l'observer et le vivre lors de mes deux hivernages, il n'est donc pas si rare.

Le flux catabatique est turbulent avec de fortes rafales ; il a tendance à se lever d'un coup et tout autant à cesser brusquement. C'est donc dans cette dernière phase qu'il faut être vigilant, car la direction du vent peut s'inverser et se remettre à souffler en sens contraire de façon soutenue, avant de s'interrompre et de changer à nouveau de direction. On dit parfois que « le vent devient fou » (figure 6). On peut ainsi observer pendant un temps limité (quelques heures au plus, souvent pendant une heure ou deux) le spectacle étonnant de murs de neige qui défilent sur la banquise

Figure 5. Situation du 10 août 2017 en présence d'un vent catabatique très turbulent et d'un phénomène de Loewe. À gauche, vent moyen sur 10 minutes en vitesse (haut, en m/s) et direction (bas, en degrés). À droite, température (haut, en °C) et pression (bas, en hPa). Le début de l'épisode de vent catabatique est matérialisé par la flèche noire, alors que deux phénomènes de Loewe sont matérialisés par les flèches rouges. Ces phénomènes se traduisent par une diminution nette du vent, des changements de direction et une hausse de pression de quelques hectopascals (7 hPa pour le second !). Pour la température, le signal diffère entre les deux phénomènes. Sources : Météo-France et Alexandre Floutard.

Figure 6. Les rafales et le mur de neige déferlent sur la base, lors d'un épisode de vent « fou » catabatique. Photo prise le 19 octobre 2020 par François Gourand.

de façon un peu anarchique dans des directions différentes. Le flux catabatique peut fort bien se rétablir après cela et souffler de nouveau quelque temps en tempête.

Avec un peu de connaissances et d'entraînement, on peut repérer les périodes propices à cette situation et identifier le risque. Ces situations sont dangereuses pour nos activités extérieures, en raison de ces changements brusques, littéralement imprévisibles. Peut-être qu'avec des modèles de plus fine résolution, appliqués sur le domaine adélien, on sera en mesure de mieux les prévoir dans le futur. Aujourd'hui, avec le modèle du CEPMMT, de résolution 9 km, on reste loin du compte, même si ses performances sont globalement bonnes en prévision locale.

On l'aura compris, les épisodes de vent catabatique sont typiques du littoral de la Terre Adélie, et il est rare de connaître un mois où l'on n'atteint pas les 100 km/h en rafales. Le vent moyen annuel de 39 km/h est la marque de ce souffle catabatique régulièrement fort, alternant avec d'heureuses accalmies, plus propices aux activités extérieures.

La valeur la plus forte de vent relevée en Terre Adélie date du 16 juin 1972, peu après l'occurrence d'un phénomène de Loewe particulièrement spectaculaire, dépassant les valeurs extrêmes prévues sur les diagrammes alors utilisés avec les anémomètres de l'époque. On a estimé la pointe de vitesse du vent à 88-89 m/s, soit près de 320 km/h ! Cette valeur semble cependant un peu excessive, comme l'étaient

nombre de celles relevées par les anémomètres de ces années-là (ils subissaient un effet d'inertie lors de l'arrivée de brusques rafales). Avec du matériel plus récent, depuis 1981, la rafale la plus forte relevée à Dumont d'Urville est de 245 km/h le 23 mai 1988.

Fin de séjour

Le mois d'octobre 2020 a été bien ensoleillé. Il totalise 314 heures 36 minutes, soit plus de 10 heures par jour et un excédent de 18 % par rapport à la normale, avec une série du 11 au 26 de 16 journées parfaitement ensoleillées qui a fait honneur à la réputation très lumineuse de ce mois de fin d'hivernage. Le 1^{er}, nous avons relevé, avec 195 km/h en pointe lors de la tempête *Susie*, la plus forte rafale de notre mission TA70 (n° 70, Terre Adélie), améliorant, enfin la valeur la plus élevée rencontrée lors de mon premier hivernage en 2009 (187 km/h).

Figure 7. Évolution de l'indice UV quotidien maximal à Dumont d'Urville, entre le 31 août et le 18 novembre 2020. Source : Infoclimat.

Une activité importante et intéressante de cette fin d'hivernage a consisté à suivre l'évolution du trou dans la couche d'ozone au-dessus du continent antarctique, particulièrement important cette année. Grâce à l'accès désormais possible aux données de prévision de colonne d'ozone sur le site Copernicus, nous avons pu programmer nos trois radiosondages « ozone » du mois d'octobre à l'occasion des différents passages du « trou » au-dessus de la base.

Lors du sondage du 7, on a mesuré la plus faible quantité d'ozone de l'année, avec 129,28 unités Dobson, là où la normale est plutôt voisine de 300, en l'absence de trou. Le ballon a éclaté à près de 34 000 m d'altitude, soit 5 hPa à peine ! Les données de la sonde indiquaient ce jour-là une quasi-absence d'ozone entre 14 km et 17 km d'altitude, zone normalement riche en ce gaz.

Par ailleurs, grâce à la présence de la station Infoclimat sur la base, on peut mesurer l'indice UV en temps réel. Sans surprise, des pics d'indice UV ont été mesurés lors des passages sous le « trou » (figure 7). L'indice UV a ainsi atteint une valeur maximale de 8,3 le 10 novembre 2020, cette valeur retombant ensuite entre 6 et 7, valeur habituellement mesurée pendant l'été à Dumont d'Urville.

Le principal objectif de ma fin de mission fut de préparer les choses au mieux pour l'équipe de relève. Pour ce faire, je me suis mis dès le début du mois de septembre au travail indispensable de réécriture du manuel d'exploitation de la station, qui détaille les différentes tâches à effectuer. En raison des conditions sanitaires inédites, la mission prochaine a quitté en groupe complet, une première, la métropole, dès la mi-octobre 2020. Après avoir été testés à deux reprises, ils ont pu s'envoler pour Hobart, où une quatorzaine stricte, dans un hôtel proche de l'aéroport, les attendait.

soit prête pour leur période de quatorzaine, qu'ils aient le temps de le lire avant d'en discuter en visioconférence par Skype. Au cours de ce premier contact, j'ai pu mesurer la motivation de l'équipe et préparer notre passation à venir. Durant ces dernières semaines, ce fut l'occasion pour notre groupe de la TA70 de bien achever notre séjour commun, qui se sera parfaitement déroulé jusqu'au bout. Mais aussi le temps de commencer, pour la moitié d'entre nous qui partira dès cette première rotation de *L'Astrolabe*, à ranger ses affaires, préparer les chambres des nouveaux arrivants et refaire les fameuses malles...

Après une dernière belle soirée commune vendredi 6 au soir, c'est le 7 novembre 2020 à l'heure du déjeuner qu'un premier avion atterrit, mettant fin à notre hivernage, qui aura duré 257 jours, soit près de 37 semaines. Un second avion a suivi peu de temps après, débarquant quelques nouveaux arrivants, en nombre encore raisonnable. Ce fut la fin de notre isolement ! Nous suivions alors la progression de *L'Astrolabe* qui venait de quitter Hobart. Finalement, c'est le 14 novembre, après une progression plutôt facile dans le pack environnant, peu dense cette année, que *L'Astrolabe* est apparu à l'horizon, avant de se bloquer à 7 km au nord-ouest de la base, dans la banquise.

Ensuite, le tourbillon attendu de la passation fut bien au rendez-vous : 5 journées intenses avec Laura, Yann et Mickaël pour leur transmettre le maximum de bons conseils, de connaissances et leur souhaiter un bon vent catabatique pour leur année 2021 ! En écrivant ces lignes, je pense à eux, à ces locaux rénovés que nous avons essayé de leur laisser dans le meilleur état possible, et à leur hivernage qui débute.

« En Antarctique, pas de pronostic » : plutôt attendu le lendemain, on nous annonce le matin du 19 novembre un départ juste après le déjeuner (figures 8 et 9), car il faut rejoindre en chemin la base australienne sur l'île de Macquarie dès que possible pour une évacuation sanitaire (figure 10). Après l'arrivée sur l'*Aurora Australis* en décembre 2019, grâce aux Australiens, à notre tour d'honorer la belle coopération qui nous lie à eux. Une journée de départ, comme une arrivée, est unique en émotion. Mes affaires sont prêtes, bien sûr, je repasse en matinée au bureau météo pour boucler deux ou trois dernières choses que je pensais naturellement avoir le temps de faire.

Figure 8. Approche au plus près de la base de *L'Astrolabe* grâce à une débâcle en cours, le 19 novembre 2020. Photo : François Gourand.

Figure 9. Dernière vue depuis la chambre avec un détachement de la banquise par débâcle le 19 novembre 2020. Photo : François Gourand.

Figure 10. Trajet effectué par *L'Astrolabe* entre Dumont d'Urville, Macquarie et Hobart en Tasmanie.

Ensuite, je sors du bureau météo et me dirige vers l'abri de gonflage des ballons, que je contourne, pour me poster devant la vue, seul, une dernière fois. Cette vue que j'ai tant aimée, que j'ai tant contemplée, tant en 2009 que cette année. Quelques larmes plus tard, je rentre vers le séjour pour le dernier déjeuner, où je n'arrive pas à décrocher un sourire à mes camarades de table, qui resteront encore quelques semaines.

Après déjeuner, on se retrouve tous dans le séjour, notre équipe au complet, on se dit un au revoir tellement particulier, entre nous les 11 qui partons et les 13 qui restent. Je ne les envie pas, c'est tellement triste de voir les camarades d'hivernage partir et de compter ceux qui restent, minoritaires, sur la base, quelques semaines encore, comme je l'ai vécu 11 ans plus tôt. On se dit qu'on se reverra, ce qui ne fait guère de doute. Sortir du séjour une dernière fois, monter dans l'hélicoptère sans se retourner, puis, à l'issue d'un vol de moins d'une minute, se retrouver sur le bateau, face à la base.

J'ai regardé l'île des Pétrels s'éloigner lentement vers le sud-ouest (figure 11), dans le couchant, ce soir-là, en me demandant si je reverrai cet endroit un jour... Comme la dernière fois !

Figure 11. Vue de Dumont d'Urville depuis *L'Astrolabe* au moment du départ. Photo : François Gourand.

Blog de François Gourand :

<http://francoisgourand.canalblog.com/>

Institut polaire Paul-Émile Victor :

<https://www.institut-polaire.fr/language/fr/>

Site officiel des Terres australes
et antarctiques françaises (TAAF) :

<https://taaf.fr>