Plan de gestion pour la zone spécialement protégée de l'Antarctique (ZSPA) nº 119

VALLÉE DAVIS ET ÉTANG FORLIDAS, MASSIF DUFEK, MONTS PENSACOLA

(51° 05' O, 82° 29' S)

Introduction

La zone spécialement protégée de l'Antarctique que sont la vallée Davis et l'étang Forlidas (ZSPA) est située dans le massif Dufek, monts Pensacola, au 51°4'53"O, 82°29'21"S. Sa superficie est d'environ 55,8 km^2. Si elle a été ainsi désignée, c'est principalement parce qu'elle contient quelques-uns des étangs d'eau douce et de vie microbienne autotrophe les plus au sud connus dans l'Antarctique, qui représentent des exemples uniques en leur genre d'écosystèmes d'eau douce quasiment vierges et de leurs bassins versants. La géomorphologie de la zone constitue une ressource scientifique exceptionnelle pour la reconstruction d'événements glaciaires et climatiques passés. Étant donné qu'elle est très éloignée et inaccessible, la zone n'a guère fait l'objet d'activités humaines et le nombre total de visiteurs a été estimé à moins de 50 personnes. En conséquence, elle pourrait être à tous égards considérée comme un site de référence scientifique. De surcroît, la zone a des valeurs esthétiques et de nature à l'état sauvage exceptionnelles. Elle est l'un des systèmes de 'vallées sèches' les plus au sud dans l'Antarctique et, à compter d'avril 2015, elle est aussi la zone spécialement protégée de l'Antarctique (ZSPA) la plus au sud du continent blanc. La zone a été à l'origine proposée par les États-Unis d'Amérique et adoptée par le biais de la recommandation XVI-9 (1991, ZSP n° 23). Elle comprend l'étang de Forlidas (51°16'48" de longitude ouest, 82°27'28" de latitude sud) et plusieurs étangs le long de la marge glaciaire septentrionale de la vallée Davis. Les limites de la zone ont été prolongées par le biais de la mesure 2 (2005) pour inclure la région libre de glace tout entière qui est centrée sur la vallée Davis. De nouvelles images ont permis en 2013 d'ajuster les limites de la zone dans le plan de gestion actuel, de façon à suivre les marges de la zone libre de glace.

La zone est comprise entre « Environnement O - calotte de glace de l'Antarctique de l'Ouest » et « Environnement R - montagnes transantarctiques » tels que définis dans l'Analyse des domaines environnementaux de l'Antarctique (résolution 3(2008)), et constitue la seule zone protégée de l'Environnement R. Dans la classification des régions de conservation biogéographiques de l'Antarctique, la zone appartient à la RCBA10 - Montagnes transantarctiques, et est également la seule zone protégée de cette région biologique.

1. Description des valeurs à protéger

L'étang de Forlidas (51°16'48" de longitude ouest, 82°27'28" de latitude sud) et plusieurs étangs le long de la marge glaciaire septentrionale de la vallée Davis (51°05' de longitude ouest, 82°27'30" de latitude sud), dans le massif Dufek, mont Pensacola, ont été à l'origine désignés sur proposition des États-Unis d'Amérique comme une zone spécialement protégée par le biais de la recommandation XVI-9 (1991, ZSP nº 23). Si elle a ainsi été désignée, c'est parce qu'elle « contient quelques-uns des étangs d'eau douce connus les plus au sud dans l'Antarctique et renferme une vie végétale » qui « devrait être protégée car elle est représentative de bassins versants et d'écosystèmes d'eau douce quasiment vierges et uniques en leur genre ». La zone initiale comprenait deux sections éloignées d'environ 500 m l'une de l'autre pour une superficie totale globale de quelque 6 km^2. Elle comprenait l'étang Forlidas et les étangs d'eau de fonte situés le long du bord de glace à la limite nord de la vallée Davis. Le site a rarement été visité et, récemment encore, on ne disposait guère d'informations sur les écosystèmes existants à l'intérieur de la zone.

Le présent plan de gestion réaffirme la raison initiale pour laquelle la zone a été désignée, les étangs et la vie végétale qui leur est associée étant de parfaits exemples d'un habitat d'eau douce. Les valeurs identifiées pour la protection spéciale et les limites de la zone ont été élargies, comme décrit ci-dessous, suite à la visite de terrain effectuée en décembre 2003 (Hodgson et Convey, 2004).

La vallée Davis et les vallées libres de glace adjacentes sont l'un des systèmes de « vallées sèches » les plus au sud de l'Antarctique et, depuis le mois de mars 2015, elles sont la zone spécialement protégée de l'Antarctique la plus au sud du continent blanc. Bien qu'elle n'occupe qu'une superficie de 53 km^2, soit moins de 1 % de celle des vallées sèches de McMurdo, la zone n'en referme pas moins le système de vallées libre de glace le plus vaste qui ait jamais été découvert au sud du 80e parallèle entre les méridiens de 90º ouest et 90º est de l'Antarctique. De surcroît, c'est la seule zone connue dans cette partie de l'Antarctique où la géomorphologie permet de retracer l'histoire glaciaire du continent. Quelques aires libres de glace autour de la région de la mer de Weddell possèdent des blocs erratiques et, parfois, des moraines, mais l'assemblage de congères, de moraines et des blocs erratiques à quartz dans la vallée Davis et les vallées associées est très inhabituel. L'emplacement du massif Dufek à proximité de la jonction entre les banquises de l'Antarctique occidental et oriental donne par ailleurs à ce site une très grande utilité lorsqu'il s'agit de collecter des données qui peuvent servir à cerner des paramètres tels que l'épaisseur et les dynamiques passées de ce secteur de la calotte de glace antarctique. Des données de ce genre pourraient être très utiles pour arriver à comprendre la réaction de la calotte de glace antarctique au changement climatique. La zone revêt donc une valeur scientifique exceptionnelle et unique pour l'interprétation des événements glaciaires du passé et du climat dans cette partie de l'Antarctique, valeur qui doit absolument être préservée.

L'écologie terrestre de la zone est certes appauvrie mais elle est également très inhabituelle car rares sont les lacs et cours d'eau de fonte et leurs biotes associés que l'on trouve tellement au sud de l'Antarctique. En tant que tels, ils offrent des possibilités exceptionnelles pour l'étude scientifique des communautés biologiques près de la limite extrême de la répartition de ces environnements. La végétation semble se limiter à des tapis de cyanobactéries ainsi qu'à des petits lichens crustacés très dispersés. La croissance de ces tapis dans les endroits terrestres est étonnamment vaste et représente le meilleur exemple connu de ce type de communauté, si loin au sud. La communauté de cyanobactéries semble survivre dans au moins trois environnements distincts :

- dans les plans d'eau permanents ;
- dans des endroits terrestres exposés, en particulier aux frontières de polygones avec triage ; et
- dans une série de lits d'étang anciens ou saisonnièrement secs sur un sol libre de glace dans la vallée Davis.

À ce jour, on n'a découvert ni arthropode ni nématode dans les échantillons prélevés à l'intérieur de la zone et la faune invertébrée dans la zone est exceptionnellement éparse. Cette caractéristique marque la différence entre la zone et les systèmes de vallées libres de glace situés plus au nord comme ceux que l'on trouve dans la vallée Ablation – hauteurs Ganymède (ZSPA nº 147), sur l'île Alexander ou dans les vallées sèches de McMurdo (ZGSA nº 2) où existent de telles communautés. Des rotifères et tardigrades ont été extraits d'échantillons prélevés à l'intérieur de la zone, les nombres les plus élevés étant découverts dans les anciens lits d'étang de la vallée Davis encore que leur diversité et leur abondance soient très limitées par rapport aux sites antarctiques plus au nord (Hodgson et Convey, 2004). De plus amples analyses des échantillons récoltés et l'identification de tous les taxons présents sont publiés (Hodgson *et al*. 2010 ; Fernandez-Carazo *et al.* 2011 ; Peeters *et al*. 2011, 2012) et sont une contribution importante à la compréhension des relations biogéographiques entre les différentes régions de l'Antarctique.

La zone est très isolée et il est difficile d'y accéder, ce pour quoi un petit nombre seulement de personnes l'a visitée. Les rapports indiquent que des équipes de terrain des Parties ont visité la zone en décembre 1957, au cours des saisons estivales australes de 1965-1966 et de 1973-1974, en décembre 1978 et en décembre 2003. Le nombre total de personnes ayant visité la zone ne dépasse sans doute pas 50, et leurs visites se sont généralement limitées à quelques jours ou semaines. Aucune structure ni installation n'a été construite à l'intérieur de la zone et, pour autant que l'on sache, tout le matériel apporté dans la zone en a ultérieurement été enlevé. Hodgson et Convey (2004) ont certes relaté l'existence d'un nombre très limité d'empreintes humaines et de plusieurs vieilles excavations de fossés pédologiques mais la zone a rarement été exposée à des impacts humains directs. Elle est considérée comme l'un des systèmes de vallées libres de glace les plus vierges en Antarctique et, partant, comme offrant une possibilité exceptionnelle de devenir une zone de référence pour des études microbiologiques, et il est important que ces valeurs bénéficient d'une protection de longue durée.

Le site renferme une faune et une flore exceptionnelles à l'image de ses valeurs esthétiques. Les vallées brunes caractérisées par la sécheresse et l'érosion climatique de la zone sont entourées de grands champs de glace dont les marges délimitent les vallées par une glace sèche de l'ère glaciaire d'un ton bleu vif. Ce cordon de glace bleue à la fois abrupt et époustouflant est diamétralement opposé au paysage libre de glace à la fois nu et rocheux des vallées et, de ce fait, affiche un esthétisme extrêmement frappant. Un des premiers explorateurs sur les lieux en 1957 se souvient « de l'excitation qu'[ils ont] ressentie lorsqu'[ils ont réalisé qu'ils étaient] les premiers à voir et à fouler ce paysage grandiose dans cette région protégée du monde extérieur depuis toujours ». (Behrendt, 1998: 354). La zone a fait l'objet d'autres descriptions : « [la glace bleue] formait devant nous – sur 50 m – une grande vague bleue. On avait l'impression d'être au cœur d'un raz-de-marée figé dans le temps alors que nous pénétrions sous la vague... » (Reynolds, notes de voyage, 1978) ; « je ne peux trouver aucun superlatif adéquat pour décrire les particularités de cette zone, grandes et petites, biologiques ou physiques... Parmi l'éventail de cadres que fournit l'imagination, aucun n'atteint, d'après mon expérience, la côté nord du massif Dufek, et la Vallée Davis en est la cerise sur le gâteau." (Reynolds, communication personnelle, 2000); "[le paysage] le plus singulier que j'ai pu observer sur les sept continents." (Boyer, communication personnelle, 2000); "Peut-être l'environnement le plus exceptionnel que j'aie jamais vu, en Antarctique ou ailleurs" (Convey, communication personnelle, 2004). Burt (2004) dit de la région qu'elle est d'une « inspiration époustouflante ».

Les limites de la zone comprennent la totalité de la région libre de glace située au centre de la vallée Davis, y compris les vallées adjacentes et l'étang Forlidas. En général, les marges des nappes glaciaires avoisinantes constituent le nouveau périmètre de la zone, offrant une protection spéciale de la région en tant qu'unité libre de glace intégrée qui tient précisément compte des bassins hydrologiques de la vallée. La totalité des bassins associés aux glaciers avoisinants qui coulent dans ces vallées s'étend sur des distances considérables depuis la zone libre de glace, mais ne possède pas plusieurs des valeurs justifiant une protection spéciale et est, de ce fait, exclus de la zone.

2. Buts et objectifs

La gestion de la vallée Davis et de l'étang Forlidas a pour objectif de:

- éviter toute détérioration ou tout risque de détérioration des valeurs de la zone en empêchant toute perturbation humaine ou tout échantillonnage inutile dans la zone ;
- préserver l'écosystème en tant que zone dans une large mesure non perturbée par des activités humaines ;
- préserver l'écosystème pratiquement vierge son potentiel pour en faire une zone de référence biologique ;
- permettre des travaux de recherche scientifique sur l'écosystème naturel et l'environnement physique de la zone pour autant que ces travaux soient indispensables et ne puissent pas être menés ailleurs ;
- minimiser les risques d'introduction de plantes, d'animaux ou de microbes exotiques dans la zone ; et
- permettre des visites à des fins de gestion en vue d'appuyer les objectifs du plan de gestion.

3. Activités de gestion

Les activités de gestion ci-après devront être entreprises pour protéger les valeurs de la zone :

- Des dispositifs de bornage, des panneaux et autres structures mis en place dans la zone à des fins scientifiques ou de gestion devront être solidement fixés et soigneusement entretenus.
- Les programmes nationaux devront s'assurer que les limites de la zone et les restrictions qui s'y appliquent figurent sur les plans et les cartes aéronautiques concernés.
- Des visites seront faites selon que de besoin pour déterminer si la zone continue de répondre aux buts pour lesquels elle a été désignée et pour faire en sorte que les mesures de gestion et d'entretien soient adéquates.

4. Période de désignation

La zone est désignée pour une durée indéterminée.

5. Cartes

Carte 1 : Vallée Davis et étang Forlidas, ZSPA n°119, massif Dufek, montagnes Pensacola : carte de localisation.

Spécifications de la carte: Projection : conique conforme de Lambert; parallèles standard : 1er 82°S; 2e 83°S; méridien central : 51°O ; latitude d'origine : 81°S; sphéroïde : WGS84.

Encart : emplacement des monts Pensacola et Carte 1 en Antarctique.

Carte 2 : Vallée Davis et étang Forlidas, ZSPA n° 119 : carte topographique et périmètre de la zone protégée.

Spécifications de la carte: Projection : conique conforme de Lambert; parallèles standard : 1er 82°S; 2e 83°S; méridien central : 51°O ; latitude d'origine : 81°S; sphéroïde : WGS84; datum : WGS84. différentiel de hauteur (EGM96 MSL) : –21 m. Équidistance des courbes de niveau verticales : 25 m. Les données topographiques sont générées par des techniques orthophotogrammétriques et photogrammétriques sur la base de photographies aériennes de l'USGS [TMA400, TMA908, TMA909 (1958) et TMA1498 (1964)] et du *Mapping and Geographic Information Centre* – British Antarctic Survey (Cziferszky et al., 2004). Précision horizontale : 1 m. Précision verticale : 2 m en déclinaison vers le sud à partir des points de contrôle au sol. Les champs de glace environnants et la zone située au-delà de la couverture orthophotographique sont cartographiés à partir de l'imagerie satellite WorldView-1 (05 nov 2013) (© Digital Globe, avec la permission de l'*US NGA Commercial Imagery Program*) avec des données sur l'élévation issues d'un MNE produit par le centre polaire géospatial (CPG) en 2014.

6. Description de la zone

6(i) Coordonnées géographiques, bornage et caractéristiques du milieu naturel

Description générale

La vallée Davis (51°05'O, 82°28'30"S) et l'étang Forlidas (51°16'28"O, 82°27'48"S) sont situés au nord-est du massif Dufek, monts Pensacola. Ils font partie de la chaîne transantarctique (Carte 1). Le massif Dufek est situé approximativement à mi-chemin entre le glacier Force et le courant glaciaire Fondation, deux des principaux glaciers s'écoulant vers le nord à partir du plateau polaire vers les plates-formes glaciaires Filchner-Ronne. À environ 60 km au sud-est se trouve la chaîne Forrestal (faisant également partie des monts Pensacola) qui est séparée du massif Dufek par le champ de neige Sallee. Le piémont Ford sépare le massif Dufek des plates-formes glaciaires Filchner-Ronne, situées à environ 50 km au nord-ouest et 70 km au nord-est respectivement.

La vallée Davis s'étend sur 5 km de large et 7 km de long, la limite septentrionale étant définie par les lobes glaciaires bleus qui constituent une portion de la marge méridionale du piémont Ford (Carte 2). Elle est délimitée au nord-est par la crête Wujek et le mont Pavlovskogo (1074 m) et au sud-est par le mont Beljakova (1240 m) et flanquée, en son pan extérieur, par un glacier s'écoulant vers le nord entre le champ de neige Sallee et le piémont Ford. La limite occidentale de la vallée Davis est définie par la saillie Clemons, le pic Angels (964 m) et la crête Forlidas. Le glacier Edge s'étend sur approximativement 4 km dans la vallée Davis à partir du champ de neige Sallee. La partie méridionale de la vallée Davis est dominée par le mont Beljakova (1240 m), situé sur la marge nord-ouest du champ de neige Sallee. Plusieurs vallées plus petites existent à l'ouest de la zone, à côté des imposantes saillie Preslik et crête Forlidas. Près de 75 % de la région, entourée de grands champs de glace, sont libres de glace, ce qui équivaut à un total de 39 km² sans glace, le reste étant couvert par le glacier Edge, d'autres corps permanents de neige/glace et plusieurs petits étangs.

L'étang Forlidas est enclavé et occupe une petite vallée sèche anonyme qui est séparée de la vallée Davis par une crête tributaire s'étendant vers le nord à partir de la crête Forlidas. La zone renferme d'autres lacs et étangs proglaciaires à différents endroits le long de la marge de glace bleue du piémont Ford, à l'extrémité du glacier

Edge, et le long de la bordure de glace au pied d'un lobe glaciaire à l'ouest de la crête Forlidas et de la saillie Clemons.

Lignes de démarcation

La zone comprend l'ensemble de la vallée Davis ainsi que les vallées contiguës libres de glace, y compris plusieurs des glaciers versants de la vallée (Carte 2). La ligne de démarcation suit principalement les marges des champs de glace avoisinants du piémont Ford et du champ de neige Sallee qui renferme une zone libre de glace dont la valeur est exceptionnelle. La limite septentrionale suit une ligne parallèle à 500 m, au nord de la marge méridionale du piémont Ford dans la vallée Davis et dans la vallée adjacente abritant l'étang Forlidas, s'étendant de 51°24'02" de longitude ouest, 82°26'23.4" de latitude sud au nord-ouest à 50°52'10"de longitude ouest, 82°26'45.5" de latitude sud au nord-est. Cette configuration offre une zone tampon protégeant les corps d'eau douce particulièrement précieux le long de la marge septentrionale du glacier. La limite orientale suit la marge glaciaire le long de la crête Wujek entre le piémont Ford et le mont Pavlovskogo. La limite sud-est s'étend du mont Pavlovskogo, passe le champ de neige Sallee et les versants supérieurs du glacier Edge, suit les zones d'affleurements là où elles existent jusqu'au mont Beljakova. Les limites méridionales et occidentalesde la zone suivent les marges de la glace éternelle, le point le plus au sud étant à 51°17'00" de longitude ouest, 82°33'20" de latitude sud. Le périmètre englobe une surface totale de 55,8 km².

Des dispositifs de bornage ont été installés dans la zone en raison de son éloignement, des rares occasions de visite et des difficultés pratiques posées par l'entretien. En outre, les marges des champs de glace éternelle sont en général très nettement définies et constituent une frontière naturelle facilement observable autour de la majeure partie de la zone.

Météorologie

Plusieurs estimations de la moyenne annuelle des températures au sol ont été réalisées dans la région du massif Dufek sur la base de mesures effectuées dans des crevasses ou par carottage à environ 10 m de profondeur. Une température de -24,96 °C a été enregistrée à 32 kilomètres au nord de l'étang Forlidas sur le piémont Ford en décembre 1957 (puits 12, Carte 1) (Aughenbaugh *et al*., 1958). Une autre estimation de -9 °C a été effectuée en décembre 1978 dans la vallée enchantée, 26 km au sud (Carte 1) et cette mesure a été prélevée dans une crevasse à 8 m de profondeur (Boyer, communication personnelle, 2000).

Les données météorologiques détaillées concernant la zone proprement dite se limitent aux mesures effectuées pendant deux semaines en 2003. Hodgson et Convey (2004) ont mesuré la température et l'humidité relatives sur les surfaces neigeuses et rocheuses en certains points d'échantillonnage dans la zone entre le 3 et le 15 décembre 2003, les données ayant été recueillies à des intervalles de 30 minutes, mais les capteurs n'étaient pas protégés par un écran Stevenson. Les températures relevées sur la neige oscillaient entre un maximum de +12,8 °C à un minimum de –14.5°C, avec une moyenne sur la période de –0.56°C. Les températures en zone rocheuse allaient de + 16,0 °C à un minimum de -8,6 °C, avec une moyenne sur la période de +0,93 °C (les données concernant les surfaces rocheuses ont été uniquement enregistrées du 3 au 11 décembre 2003). L'humidité relative relevée sur la neige allait d'un maximum de 80,4 % à un minimum de 10,8 %, avec une moyenne sur la période de 42,6 %. Sur les surfaces rocheuses (du 3 au 11 décembre 2003), l'humidité relative a oscillé entre un maximum de 80,9 % et un minimum de 5,6 %, la moyenne sur la période se situant à 38,7 %.

Aucune donnée directement mesurée n'est disponible sur la vitesse et la direction des vents dans la zone, mais des modèles donnent à penser que les vents près de la surface soufflent principalement d'ouest-nord-ouest à des vitesses hivernales moyennes de quelque 10 ms^{-1} (van Lipzig *et al.*, 2004). Bien que les plus vieilles aires libres de glace exposées au-dessus de la limite de dérive glaciaires possèdent de nombreuses caractéristiques d'une érosion à long terme par le vent, certains éléments semblent indiquer que les vents ne sont pas particulièrement violents à cet endroit à l'heure actuelle. Par exemple, peu de débris emportés par les vents ont été constatés sur les surfaces glacées et enneigées, et des tapis de cyanobactéries terrestres parfaitement intacts ont été observés à des endroits exposés dans le fond des vallées sèches (Hodgson et Convey, 2004). Aucune donnée n'est disponible concernant les précipitations. Toutefois, les surfaces rocheuses et glacées dépourvues

de flore ainsi que l faible taux d'humidité relative enregistré par Hodgson et Convey (2004) indiquent un environnement sec de faibles précipitations. Cela est conforme à une zone d'ablation dominée du type 2 où une ablation alimentée par une sublimation survient au pied des barrières topographiques abruptes, des vallées de glaciers servant de portes au drainage de l'air du plateau à la plate-forme de glace Ronne-Filchner. Les taux de sublimation les plus forts ont lieu sur ces glaciers localisés dans les montagnes transantarctiques où sont présentes de larges zones de glace bleue (van den Broeke *et al.*, 2006).

Géologie, géomorphologie et sols

Le massif Dufek se caractérise par des bandes stratifiées de cumulats rocheux appartenant à l'inclusion Dufek qui est considérée comme l'une des plus importantes inclusions de gabbro stratifiées au monde (Behrendt *et al*., 1974; 1980; Ferris *et al.* 1998). Elle est visible dans la vallée Davis où le gabbro Aughenbaugh caractérisé par son ton gris/gris clair et son grain moyen constitue la partie à découvert la moins élevée de l'intrusion Dufek du Jurassique moyen (Ford *et al.*, 1978).

La vallée Davis est principalement composée de talus faiblement érodés et de dépôts morainiques d'origine locale et exotique. Il semble notamment y avoir une abondance de blocs erratiques de grès (Dover Sandstone), une des nombreuses strates métasédimentaires perturbées par l'intrusion Dufek. Une longue tendance géomorphologique glaciaire est évidente. Les particularités indiquent un chevauchement de moraines vallée/glacier, des moraines de nappes glaciaires, un littoral lacustre, des canaux glaciaires latéraux, des surfaces érodées par la glace, des sols striés très développés ainsi que des blocs erratiques. Boyer (1979) a identifié au moins trois grands événements glaciaires et deux grands événements interglaciaires tandis que Hodgson *et al.* (2012) dressent une carte des particularités géomorphologiques dérivées de pas moins de sept phases glaciaires. Du plus ancien au plus jeune, ces phases furent: glaciation alpine du bord d'escarpement; glaciation chaude; avancée du glacier jusqu'à une limite supérieure (760 m); deux avancées de banquise jusqu'à des limites étroitement parallèles dans les vallées; avancée du glacier débouchant sur un plateau (glacier Edge) pour fusionner avec la banquise; et, finalement, une avancée et un retrait de la principale bordure de la plate-forme de glace. Des tentatives ont été faites pour donner un âge à quelques-uns de ces événements glaciaires au moyen d'âges d'exposition cosmogéniques en pair ^{10}Be-^{26}Al sur des rochers erratiques, composés de grès de Douvres. Cela semble indiquer que quelques parties de la vallée ont été exposées pendant > 1,0-1,8 Ma et qu'elles ont expérimenté une petite avancée de la plate-forme de glace au maximum glaciaire, ce qui est conforme à une série de données émergente en provenance du bassin de la mer de Weddell qui suppose un épaississement plutôt modeste aujourd'hui de la couche de glace.

Les sols ne sont pas très développés dans la zone et ne contiennent pas en général de composants organiques importants. Parker *et al.* (1982) a prélevé des échantillons de couleur marron clair, résultant d'une altération climatique de gravier se transformant principalement en muscovite. Le sol contient du sable (81 %) mélangée à de la boue (14 %) et de l'argile (5 %), une composition différente de celle d'autres sites des monts Pensacola où les proportions d'argile dans six échantillons nouveaux de 0,4 à 1,6 %. Les prélèvements effectués dans la vallée de Davis avaient un pH de 6,4 (Parker, *et al.*, 1982).

Lacs, étangs et cours d'eau

L'étang Forlidas est un lac enclavé circulaire, peu profond et gelé en permanence dont le diamètre était d'environ 100 m en 1957 (Behrendt, 1998). En décembre 2003, Hodgson et Convey (2004) ont à nouveau mesuré le diamètre et établi qu'il était de 90,3 m de berge à berge selon un azimut de 306° (magnétique). Lorsque ces calculs ont été réalisés, l'étang était pratiquement gelé jusqu'au fond à l'exception d'une mince couche visqueuse hypersaline en son fond et un creux d'eau douce de fonte partiellement libre de glace et partiellement couverte par 10 à 15 cm de glace (Hodgson and Convey, 2004). La profondeur a été évaluée à 1,83 m et l'épaisseur de la glace oscillait entre 1,63 et 1,83 mètres. La conductivité et la température dans la couche d'eau salée étaient respectivement de 142,02 mS cm-1 et -7,67 °C, contre 2.22 mS cm^{-1} et 0.7°C dans la douve d'eau douce (Hodgson *et al.*, 2010). La salinité des eaux de fonds de l'étang Forlidas est donc environ quatre fois supérieure à celle de l'eau de mer. Cette concentration de sels est le résultat de ce qui reste d'un beaucoup plus grand lac qui s'est évaporé il y a environ 2 200 ans et qu'il est possible d'identifier avec une

série de terrasses lacustres et une haute rive située à 17,7 m au-dessus du niveau actuel de l'eau (Hodgson *et al*., 2012).

Hodgson et Convey (2004) signalent également la présence d'un petit étang proglaciaire à proximité du bord du piémont de glace Ford, à 900 m au nord de l'étang Forlidas. On trouve également deux étangs d'eau de fonte proglaciaires à l'ouest de la crête Forlidas ainsi qu'une série d'étangs similaires le long de la bordure de glace bleue du nord de la vallée Davis, situés au 51º 05.5' O, 82º 27.5'S et 51º 07' O, 82º 27,55' S. Le lac proglaciaire à l'extrémité du glacier Edge est le plus grand de la zone. Son fond est gelé en permanence sauf aux bords est où l'on a aperçu de l'eau de fonte saisonnière.

Des lits asséchés ainsi que des signes d'érosion par les eaux ont été observés dans la zone libre de glace maisseuls quelques petits cours d'eau de fonte glaciaire sur le bord est du glacier Edge ont été à ce jour répertoriés au mois de décembre (Hodgson et Convey, 2004). L'absence apparente de cours d'eau de fonte peut s'expliquer par le fait que l'ensemble des visites réalisées jusqu'à présent a été programmé au mois de décembre, peut-être avant que ces cours d'eau ne deviennent actifs. La présence de creux dans les lacs, les températures positives enregistrées par Hodgson et Convey (2004) ainsi que des facteurs biologiques et géomorphologiques, ou encore des observations d'empreintes sur des terrains précédemment humides (Convey, communication personnelle, 2015) indiquent qu'il est probable qu'au moins quelques cours d'eau deviennent actifs plus tard dans la saison, à la fonte des neiges, sans pour autant que cette activité ne se prolonge sur l'ensemble del'année.

Biologie

Le biote visible est dominé par des tapis de cyanobactéries que l'on trouve dans les lacs ainsi que dans des nappes à la surface du sol libre de glace, ainsi que quelques concentrations éparses de petits lichens crustosés. Neuburg *et al.* (1959) ont observé la présence de lichens jaunes et noirs se développant de manière éparse dans des endroits protégés de la vallée Davis tandis que Hodgson et Convey (2004) ont observé plusieurs formations de lichens se reproduisant à des endroits situés en profondeur dans les crevasses de galets. Celles-ci ont été identifiées comme étant *Lecidea cancrioformis* Dodge & Baker (Hodgson *et al.*, 2010, et voir à l'Annexe 1 : tableau A1 pour une liste des taxons répertoriés dans la zone). La base de données végétales du British Antarctic Survey fait également état de la présence de *Blastenia succinea* Dodge & Baker et de *Xanthoria elegans* (Link.) Th. Fr. dans des échantillons en provenance d'ailleurs du massif Dufek bien que ceux-ci n'aient pas été vérifiés indépendamment. Des rapports anecdotiques antérieurs qui faisaient état de la présence possible de mousse dans la zone n'ont pas pu être corroborés par Hodgson et Convey (2004) et il est probable que le riche tapis de cyanobactéries ait été pris pour des bryophytes par des non-spécialistes. La communauté de cyanobactéries est le biote le plus abondant et elle est présente dans trois environnements distincts au moins :

(1) Dans les masses d'eau permanente, en particulier dans le creux de l'étang Forlidas au fond et dans les zones littorales des étangs de la vallée Davis ainsi que dans le périmètre humide en saison du lac Edge. Ces habitats sont en grande partie recouverts de tapis de cyanobactéries de couleur rouge brunâtre, qui connaissent une photosynthèse active comme en attestent les bulles de gaz piégées contre les surfaces inférieures de la glace ainsi que les bulles incorporées dans la glace. Etant donné que les lacs toujours recouverts de glace ont des concentrations élevées de gaz O_2 dissous, les tapis microbiens qui poussent au fond peuvent prospérer et commencer à se détacher du fond pour devenir des tapis "lift-off" ou encore s'intégrer dans la base de la glace du lac lorsqu'elle entre en contact avec le lit. Dans l'étang Forlidas et les étangs de la vallée Davis, les tapis "lift-off" gelés dans la base de la glace du lac finissent par monter à travers le profil de glace. Dans la vallée Davis, cela semble avoir lieu sur plusieurs années, chaque été étant marqué par la création d'une cavité d'eau de fonte épaisse de 2 à 3 cm que forme la progression vers le haut du flocon à travers la glace du lac en raison du réchauffement préférentiel de sa surface supérieure. Ces flocons qui finissent par se rompre à la surface sont dispersés par le vent sur le littoral ou plus loin. Des cyanobactéries étaient également présentes dans l'eau hypersaline de l'étang Forlidas sous la forme de cellules uniques et de petits flocons. Une souche correspondant à la morphologie de *Leptolyngbya antarctica* a été isolée de la gadoue saline de TM1 (Fernandez-Carazo et al., 2011).

(2) Dans les endroits exposés, à terre, notamment au bord des plus gros rochers et à l'intérieur des crevasses de la ligne de démarcation de polygones gelés avec triage. Elles sont en général de forme très foliose, de couleur marron et surtout développée au bord de plus larges rochers à des profondeurs d'au moins 10-15 cm. La quasi-totalité des mottes étaient sèches lorsqu'elles ont été découvertes encore que celles qui se trouvaient à proximité d'une neige en fonte étaient humides et quelques-unes avaient des thalli moins élevés dont la couleur était souvent d'un vert foncé. Des particulièrement bons exemples de cette forme de croissance ont été découverts dans le sol à mi-hauteur de la vallée Forlidas et dans la vallée Davis (près d'un grand ravin de neige où elle rencontre la deuxième grande terrasse au-dessus du lac Edge).

(3) Dans une série de lits d'étangs asséchés de la vallée Davis, deux d'un diamètre atteignant 50 m, qui abritent d'importantes concentrations de tapis quasi continus de cyanobactéries dans les lits d'anciens étangs. Ces lits et ravins occupent des creux et peuvent donc accumuler de la neige en hiver, permettant ainsi aux cyanobactéries de tirer parti du milieu humide et protégé.

Cette forme de croissance a également été observée dans de nombreuses petites ravines adjacentes entre des polygones et d'autres éléments cryoturbés, qui ont souvent l'apparence de dispositifs d'écoulement naturel temporaires.

Les analyses de la diversité moléculaire cyanobactérienne de quatre échantillons prélevés dans l'étang Forlidas et autour de lui font état d'un épuisement de la diversité, avec de 2 à 5 unités taxonomiques opérationnelles seulement par échantillon (Hodgson *et al*, 2010). C'est probablement de l'isolement géographique conjugué à de multiples facteurs de stress environnemental tels que la salinité et le dessèchement saisonnier, mais aussi les rayons ultraviolets. Quelques-unes des cyanobactéries comme par exemple celles du saumure de l'étang Forlidas sont liées à des séquences d'autres lacs antarctiques hypersalins tandis que d'autres se trouvent quasi exclusivement dans des régions glaciaires. Les six unités taxonomiques cyanobactériennes du massif Dufek sont toutes réparties en plus d'un endroit du continent et on en trouve aussi en dehors de l'Antarctique.

La faune invertébrée à l'intérieur de la zone est tout aussi pauvre, la diversité et l'abondance des organismes étant très limitée par rapport à des sites antarctiques côtiers et d'altitude plus basse. Aucun nématode ni arthropode n'a été découvert, mais il y a trois espèces de tardigrade présentes de deux classes : *Echiniscus* (cf) *pseudowendti* Dastych, 1984 (Hétérotardigradé), *Acutuncus antarcticus* (Richters, 1904) et *Diphascon sanae* Dastych, Ryan et Watkins, 1990 (Eutardigrade) ainsi qu'un petit nombre de rotifères bdelloides non identifiés (Hodgson *et al*, 2010). *Acutuncus antarcticus* est une espèce antarctique qui se trouve dans des habitats humides semi-permanents partout en Antarctique ainsi que dans les îles subantarctiques, mais elle n'a pas été répertoriée sur l'un des continents voisins. *Echiniscus* (cf) *pseudowendti* et *Diphascon sanae* trouvés dans des échantillons de l'étang Forlidas sont également endémiques à l'Antarctique, avec des distributions limitées.

Les sites les plus productifs pour ces organismes ont été non pas les environnements aquatiques des lacs permanents, mais les anciens lits d'étangs dans la vallée Davis. Les échantillons prélevés à ces endroits ont révélé la présence d'un nombre record de rotifères et de tardigrades jamais depuis les premières extractions dans la zone, ce qui indique que ces endroits sont productifs d'un point de vue biologique et requièrent par conséquent une source d'eau liquide. En décembre 2003, très peu de neige a été observée dans le lit de la vallée, ce qui a conduit Hodgson et Convey (2004) à conclure que la source d'humidité pouvait provenir d'une augmentation considérable, plus tard dans la saison, des eaux de fonte provenant de la nappe glacière locale dans la partie supérieure la vallée, ou de moraines locales prises dans les glaces. Bien qu'ils n'aient pu constater ce processus lors de leur visite, des traces de pas ainsi que des excavations de faible profondeur pour l'analyse des sols datant de visites antérieures (il y a 25 à 46 ans) indiquaient que le sol était humide ou gorgé d'eau à l'époque des précédentes visites. Des inondations saisonnières par des eaux liquides expliqueraient l'étendue considérable et l'intégrité de cette communauté de cyanobactéries ainsi que sa résistance apparente aux ravages potentiels causés par les vents solaires ainsi que l'abondance relative d'invertébrés extraits des échantillons prélevés aux différents endroits.

Des espèces de levures viables ont été observées dans le sol avec l'algue *Oscillatoria* sp., *Trebouxia* sp. et *Heterococcus* sp. (Parker *et al.* 1982). Des micro-organismes chasmoendolithiques ont été identifiés dans des

roches du massif Dufek (Friedmann, 1977), même si Hodgson et Convey (2004) n'ont trouvé aucune preuve de leur présence dans la zone et ont noté que les types de roche les plus propices au développement d'organismes endolithiques n'étaient pas répandus à cet endroit.

L'avifaune est rare: en décembre 2003, un seul pétrel des neiges (*Pagadroma nivea*) a été aperçu qui volait autour d'un des pics au-dessus de la vallée Davis.

Activités humaines et leur impact

Rares ont été les visites dans la zone et les impacts humains sont considérés comme minimes (Annexe 1). En raison de son éloignement et du nombre très réduit de visites, c'est l'une des rares zones libres de glace de l'Antarctique pour laquelle il existe un relevé complet des activités humaines qui y ont été menées. L'état quasiment vierge de l'environnement donne à la zone une très grande valeur et constitue l'une des principales raisons pour lesquelles une protection spéciale lui est conférée.

On trouvera au tableau A2 de l'Annexe 1 les principales caractéristiques des visites qui ont été effectuées dans la zone ; ce tableau devra être mis à jour selon que de besoin (voir à la section 7 (x)). Les campements ont en général été installés sur la nappe glaciaire à l'extérieur de la zone. Les groupes antérieurs ont enlevé tous les déchets de la zone, à l'exception peut-être de petites quantités de déchets humains. En 2003, tous les déchets, y compris tous les déchets humains ont été enlevés, tant de l'intérieur de la zone que du campement installé à côté, sur le piémont Ford (Carte 2). Hodgson et Convey (2004) ont noté qu'en décembre 2003, les indices de visites antérieures dans la zone se limitaient à quelques traces de pas et à plusieurs excavations peu profondes dans la vallée Davis.

6(ii) Accès à la zone

L'accès à la zone ne peut se faire qu'à pied. L'accès aux champs de glace qui entourent la zone peut se faire par aéronef ou par routes terrestres. L'accès à la zone devrait être aussi proche que possible du site d'étude visé et ce, afin de réduire au minimum la superficie de la zone qui doit être traversée. En raison du terrain et des crevasses, les voies d'accès les plus pratiques à la zone sont celles qui vont du piémont de glace Ford jusqu'au nord de la zone.

6(iii) Emplacement de structures à l'intérieur et à proximité de la zone

Pour autant que l'on sache, il n'y a ni structure, ni installation, ni cache à l'intérieur de la zone.

6(iv) Emplacement d'autres zones protégées à proximité directe de la zone

Il n'y a pas d'autre zone protégée à proximité, la plus proche étant la vallée Ablation – Hauteurs Ganymède (ZSPA nº 147), île Alexandre, qui se trouve à quelque 1300 km au nord-ouest.

6(v) Zones spéciales à l'intérieur de la zone

Aucune.

7. Critères de délivrance d'un permis

7(i) Conditions générales pour l'obtention d'un permis

L'accès à la zone est interdit sauf avec un permis délivré par une autorité nationale compétente. Les critères de délivrance d'un permis pour entrer dans la zone sont les suivants :

- Un permis est délivré uniquement pour des raisons scientifiques ou pédagogiques indispensables qu'il est impossible de satisfaire ailleurs ou pour des raisons de gestion essentielles à la zone ;

- les actions autorisées le seront conformément au présent plan de gestion ;
- Les activités autorisées tiendront dûment compte, via le processus d'études d'impact sur l'environnement, de la protection continue des valeurs environnementales, scientifiques, historiques, esthétiques ou liées à l'état sauvage de la nature de la zone, en particulier de la valeur vierge de la zone et de la possibilité qu'elle a de devenir un site de référence biologique en grande partie non perturbé ;
- Le permis sera délivré pour une durée déterminée ;
- Le permis, ou une copie, sera emporté pour tout passage à l'intérieur de la zone.

7 (ii) Accès à la zone et déplacements à l'intérieur de celle-ci

- Il est interdit aux aéronefs d'atterrir dans la zone et de la survoler à moins de 100 m au-dessus du sol.
- Il est interdit aux véhicules de se déplacer dans la zone.
- L'accès à la zone et les déplacements à l'intérieur se feront à pied.
- Aucune restriction particulière ne s'applique aux moyens d'accès ou aux routes aériennes ou terrestres utilisés pour se rendre des champs de glace entourant les lignes de démarcation de la zone comme pour en revenir.
- L'accès à la zone doit se faire à partir d'un endroit pratique proche des sites d'étude et ce, afin de réduire au minimum la surface de sol à traverser. En raison du relief et des crevasses, l'accès est plus aisé à partir du piémont Ford au nord de la zone.
- Les voies piétonnes doivent éviter les lacs, les étangs, les anciens lits d'étang, les lits de cours d'eau, les sols humides et les aires aux sédiments meubles ou aux caractéristiques sédimentaires. Soin devra être pris d'éviter de causer des dommages aux zones où se développent des tapis de cyanobactéries, en particulier aux vastes superficies trouvées dans les restes de lits d'étang de la vallée Davis (voir Carte 2).
- Les déplacements à pied doivent être réduits au minimum nécessaire pour atteindre les objectifs des activités autorisées et tout doit être mis en œuvre pour en minimiser les effets.

7(iii) Activités pouvant être menées à l'intérieur de la zone

- Recherches scientifiques qui ne portent pas atteinte aux valeurs scientifiques, environnementales, esthétiques ou liées à l'état sauvage de la nature de la zone, ou encore à la valeur vierge de la zone et de la possibilité qu'elle a de devenir un site de référence, et qui ne peuvent être menées ailleurs.
- Activités de gestion essentielles, y compris de suivi.
- Activités de caractère pédagogique menées pour des raisons impératives et qu'il n'est pas possible de satisfaire ailleurs. Activités pouvant inclure des rapports documentaires (photographiques, audio ou écrits) ou la production de ressources ou de services pédagogiques. Les activités pédagogiques ne devront pas mettre en péril les valeurs pour lesquelles la zone est protégée, en particulier sa valeur de site de référence pratiquement intact. Les buts pédagogiques ne comprennent pas le tourisme.
- Les autorités compétentes doivent être informées de toute activité ou mesure qui ne serait pas autorisée par le permis.

7(iv) Installation, modification ou enlèvement de structures

- Aucune structure ne peut être installée dans la zone sauf autorisation précisée dans le permis.
- Les structures permanentes sont interdites.
- Tout le matériel scientifique installé dans la zone doit être autorisé par un permis.
- S'il est prévu de laisser le matériel dans la zone pour une durée supérieure à une campagne, il faudra l'identifier par le nom du pays, le nom du chercheur principal et l'année d'installation. Tous les appareils devront avoir été fabriqués avec des matériaux qui posent un risque minimum de contamination de la zone.

- L'installation (y compris le choix du site), l'entretien, la modification ou l'enlèvement de structures se feront d'une manière qui réduit au minimum les valeurs physiques, écologiques, scientifiques ou esthétiques et de la nature à l'état sauvage de la zone.
- L'enlèvement de structures, de matériels ou de balises pour lesquels le permis est arrivé à expiration sera une des conditions de délivrance de ce permis. Il incombe à l'autorité ayant accordé le permis de s'assurer que cette condition figure dans le permis. Dans l'éventualité où le détenteur du permis ne respecte pas cette obligation, il est de la responsabilité de l'autorité d'effectuer l'enlèvement.

7(v) Emplacement des camps de base

- Il est interdit de camper dans la zone.
- Des sites appropriés ont été réservés pour les campements au nord et à l'ouest de la zone sur le piémont Ford (Carte 2) ainsi que dans la vallée enchantée (Carte 1).

7(vi) Restrictions sur les matériaux et organismes pouvant être introduits dans la zone

En plus des exigences du Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement, les restrictions sur les matériaux et les organismes pouvant être introduits dans la zone sont :

- L'introduction délibérée d'animaux, de matières végétales, de micro-organismes et de terre non stérile dans la zone ne sera pas autorisée. Des précautions seront prises pour empêcher l'introduction accidentelle d'animaux, de matières végétales, de micro-organismes et de terre non stérile en provenance de régions biologiquement distinctes (à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone du Traité sur l'Antarctique).
- Pour réduire au minimum les risques d'introduction, les visiteurs doivent nettoyer minutieusement leurs chaussures et tout le matériel qu'ils utiliseront dans la zone – en particulier le matériel d'échantillonnage et de balisage – avant d'y entrer. Les chaussures et autres articles utilisés ou introduits dans la zone (y compris les sacs à dos, les sacs de transport et les tentes) seront sans toute la mesure du possible nettoyés minutieusement avant d'entrer dans la zone. Les visiteurs doivent également consulter et observer les recommandations contenues dans le Manuel sur les espèces non indigènes du Comité pour la protection de l'environnement (CPE, 2011) et dans le Code de conduite environnemental pour les recherches scientifiques terrestres en Antarctique (SCAR, 2009).
- Afin de réduire le risque de contamination microbienne, les surfaces exposées des chaussures, le matériel d'échantillonnage et les balises devront être stérilisés avant leur utilisation dans la zone. La stérilisation devra se faire au moyen d'une méthode acceptable comme celle qui consiste à laver dans une solution d'eau contenant 70 % d'alcool.
- Aucun pesticide ne sera introduit dans la zone;
- Les carburants, les aliments et autres matériaux ne seront pas stockés dans la zone, sauf autorisation spécifique mentionnée par une condition du permis. Ils seront stockés et manipulés d'une manière qui réduise au minimum le risque d'introduction accidentelle dans l'environnement;
- Les matériaux introduits dans la zone ne pourront y demeurer que pour une période fixée par les permis, et ils seront enlevés au plus tard à la fin de ladite période ; et
- Si des matériaux sont introduits qui risquent de mettre en péril les valeurs de la zone, ils ne seront enlevés que si l'impact de leur enlèvement ne sera vraisemblablement pas supérieur à celui consistant à les laisser *in situ*.

7(vii) Prélèvement de végétaux et capture d'animaux ou perturbations nuisibles à la faune et la flore

- Toute capture d'animaux ou toute perturbation nuisible à la faune et la flore indigène est interdite sauf avec un permis délivré en vertu de l'article 3 de l'Annexe II du Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement. En cas de capture d'animaux ou d'interférence nuisible, celles-ci devront au minimum respecter le Code de conduite du SCAR pour l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques dans l'Antarctique.

7(viii) Ramassage ou enlèvement des matériaux n'ayant pas été apportés dans la zone par le détenteur du permis

- Les matériaux ne peuvent être ramassés ou enlevés de la zone qu'en conformité avec un permis, mais ils doivent être limités au minimum requis pour répondre aux besoins scientifiques ou de gestion. Un permis ne sera pas délivré s'il y a lieu de croire que l'échantillonnage envisagé impliquerait de prélever, de retirer ou d'endommager des quantités de sols, de sédiments, de faune et de flore sauvages telles que leur distribution ou leur abondance à l'intérieur de la zone en serait fortement modifiée.
- Les matériaux d'origine humaine susceptibles de mettre en péril les valeurs de la zone, qui n'ont pas été introduits dans celle-ci par le détenteur du permis ou qui n'ont pas été autrement autorisés, peuvent être enlevés de la zone à moins que l'impact environnemental de l'enlèvement ne soit plus élevé que si les matériaux sont laissés *in situ.* Si tel est le cas, l'autorité compétente doit être informée et son autorisation obtenue.

7(ix) Élimination des déchets

Tous les déchets, y compris l'eau utilisée pour des activités humaines et la totalité des déchets humains, seront enlevés de la zone. Les particuliers ou les groupes emmèneront avec eux des récipients appropriés pour y placer les déchets humains et les eaux usées de telle sorte qu'ils puissent être transportés et enlevés de la zone en toute sécurité.

7(x) Mesures nécessaires pour continuer de répondre aux buts et objectifs du plan de gestion

Des permis peuvent être délivrés pour avoir accès à la zone afin de :

- mener des activités de suivi et d'inspection de la zone, lesquelles peuvent comprendre le prélèvement d'un petit nombre d'échantillons ou de données pour analyse ou examen ;
- mener à bien des mesures de protection ;

7(xi) Rapports de visites

- Le principal détenteur du permis soumettra, pour chaque visite dans la zone, un rapport à l'autorité nationale compétente, dès que cela lui sera possible, et au plus tard six mois après la fin de ladite visite.
- Ces rapports doivent, le cas échéant, inclure les informations identifiées dans le formulaire de rapport de visite contenu dans l'Annexe 2 du Guide pour l'élaboration des plans de gestion des zones spécialement protégées de l'Antarctique (résolution 2 (2011)). Le cas échéant, l'autorité nationale doit également adresser un exemplaire du rapport de visite à la Partie qui a proposé le plan de gestion, afin d'aider à la gestion de la zone et à la révision du plan de gestion.

- Les Parties doivent, dans la mesure du possible, déposer les originaux ou les copies de ces rapports dans une archive à laquelle le public pourra avoir accès et ce, afin de conserver une archive d'usage qui sera utilisée dans l'examen du plan de gestion et dans l'organisation de l'utilisation scientifique de la zone.
- L'autorité compétente devra être informée de toutes les activités entreprises et de toutes les mesures prises, de toute chose enlevée ainsi que de tous les matériaux introduits et non enlevés, qui ne figuraient pas dans le permis autorisé.

8. Support documentaire

Aughenbaugh, N., Neuburg, H. and Walker P. 1958. Rapport 825-1-Partie I, Octobre 1958, USNC-IGY Antarctic Glaciological Data Field Work 1957 et 1958. Ohio State University Research Foundation. Source: World Data Center for Glaciology at Boulder, Colorado. (ftp://sidads.colorado.edu/pub/DATASETS/AGDC/antarctic_10m_temps/ells-filchner_57.txt).

Behrendt, J.C. 1998. *Innocents on the Ice; a memoir of Antarctic Exploration, 1957*. University Press of Colorado, Boulder.

Behrendt, J.C., Drewry, D.J., Jankowski, E., et Grim, M.S., 1980. Aeromagnetic and radio echo ice-sounding measurements show much greater area of the Dufek intrusion, Antarctica. *Science* **209**: 1014-17.

Behrendt, J.C., Henderson, J.R., Meister, L. et Rambo, W.K., 1974. Geophysical investigations of the Pensacola Mountains and Adjacent Glacierized areas of Antarctica. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 844.

Boyer, S.J., 1979. Glacial geologic observations in the Dufek Massif and Forrestal Range, 1978-79. *Antarctic Journal of the United States* 14(5): 46-48.

Burt, R., 2004. Travel Report - Sledge Bravo 2003-2004. SAGES-10K & BIRESA: Field trip to the lakes and dry valleys in the Dufek Massif and the Shackleton Mountains. Unpublished BAS Internal Report Ref. R/2003/K1. British Antarctic Survey, Cambridge.

Cziferszky, A., Fox, A., Hodgson, D. et Convey, P., 2004. Unpublished topographic base map for Davis Valley, Dufek Massif, Pensacola Mountains. Mapping and Geographic Information Centre, British Antarctic Survey, Cambridge.

England, A.W. and Nelson, W.H. 1977. Geophysical studies of the Dufek Instrusion, Pensacola Mountains, Antarctica, 1976-1977. *Antarctic Journal of the United States* **12**(5): 93-94. Fernandez-Carazo, R., Hodgson, D.A., Convey, P. & Wilmotte, A., 2011. Low cyanobacterial diversity in biotopes of the Transantarctic Mountains and Shackleton Range (80-82ºS), Antarctica. *FEMS Microbiology Ecology* **77**: 503-17.

Ferris, J., Johnson, A. et Storey, B. (1998). Form and extent of the Dufek intrusion, Antarctica, from newly compiled aeromagnetic data. Earth and Planetary Science Letters **154**: 185-202.

Ford, A.B., 1976. Stratigraphy of the layered gabbroic Dufek intrusion, Antarctica. *Contributions to stratigraphy:* Geological Survey Bulletin 1405-D.

Ford, A.B., 1990. *The Dufek intrusion of Antarctica*. *Antarctic Research Series* **51**. American Geophysical Union, Washington D.C.: 15-32.

Ford, A.B., Schmidt, D.L. et Boyd, W.W., 1978. Geologic map of the Davis Valley quadrangle and part of the Cordiner Peaks quadrangle, Pensacola Mountains, Antarctica. *U.S Geological Survey Antarctic Geological Map A-10.*

Ford, A.B., Carlson, C., Czamanske, G.K., Nelson, W.H. et Nutt, C.J., 1977. Geological studies of the Dufek Instrusion, Pensacola Mountains, 1976-1977. *Antarctic Journal of the United States* **12**(5): 90-92.

Friedmann, E.I. 1977. Microorganisms in Antarctic desert rocks from dry valleys and Dufek Massif. *Antarctic Journal of the United States* **12**(5): 26-29.

Hodgson, D. and Convey, P. 2004. Scientific Report - Sledge Bravo 2003-2004. BAS Signals in Antarctica of Past Global Changes: Dufek Massif – Pensacola Mountains; Mount Gass – Shackleton Mountains. DRAFT. Unpublished BAS Internal Report Ref. R/2003/NT1. British Antarctic Survey, Cambridge.

Hodgson, D.A., Convey, P., Verleyen, E., Vyverman, W., McInnes, S.J., Sands, C.J., Fernández-Carazo, R., Wilmotte, A., DeWever, A., Peeters, K., Tavernier, I. et Willems, A. 2010. The limnology and biology of the Dufek Massif, Transantarctic Mountains 82° South. *Polar Science* **4**: 197-214.

Hodgson, D.A., Bentley, M.J., Schnabel, C., Cziferszky, A., Fretwell, P., Convey, P. and Xu, S. 2012. Glacial geomorphology and cosmogenic ^{10}Be and ^{26}Al exposure ages in the northern Dufek Massif, Weddell Sea embayment, Antarctica. *Antarctic Science* **24**(4): 377–94. doi:10.1017/S0954102012000016

Hodgson, D.A. & Bentley, M.J. 2013. Lake highstands in the Pensacola Mountains and Shackleton Range 4300-2250 cal. yr BP: Evidence of a warm climate anomaly in the interior of Antarctica. *The Holocene* **23**(3): 388-97. doi: 10,1177/0959683612460790

Neuburg, H., Theil, E., Walker, P.T., Behrendt, J.C and Aughenbaugh, N.B. 1959. The Filchner Ice Shelf. Annals of the Association of American Geographers 49: 110-19.

Parker, B.C., Boyer, S., Allnutt, F.C.T., Seaburg, K.G., Wharton, R.A. and Simmons, G.M. 1982. Soils from the Pensacola Mountains, Antarctica: physical, chemical and biological characteristics. Soil Biology and Biochemistry 14: 265-71.

Parker, B.C., Ford, A.B., Allnutt, T., Bishop, B. and Wendt, S. 1977. Baseline microbiological data for soils of the Dufek Massif. *Antarctic Journal of the United States* **12**(5): 24-26.

Peeters, K., Hodgson, D.A., Convey, P. & Willems, A. 2011. Culturable diversity of heterotrophic bacteria in Forlidas Pond (Pensacola Mountains) and Lundström Lake (Shackleton Range), Antarctica. *Microbial Ecology* **62**(2): 399-413.

Peeters, K., Verleyen, E., Hodgson, D.A., Convey, P., Ertz, D., Vyverman, W. & Willems, A. 2012. Heterotrophic bacterial diversity in terrestrial and aquatic microbial mat communities in Antarctica. *Polar Biology* **35**: 543-54.

Schmidt, D.L. and Ford, A.B. 1967. Pensacola Mountains geologic project. *Antarctic Journal of the United States* **2**(5): 179.

Van den Broeke, M., van de Berg, W.J., van Meijgaard, E. and Reijmer, C. 2006. Identification of Antarctic ablation areas using a regional atmospheric climate model. *Journal of Geophysical Research* **111**: D18110. doi: 10.1029/2006JD007127

Van Lipzig, N.P.M., Turner, J., Colwell, S.R. and van Den Broeke, M.R. 2004. The near-surface wind field over the Antarctic continent. *International Journal of Climatology* 24(15): 1973-82.

Annexe 1. Tableau A1. Programme d'échantillonnage biologique dans les vallées Davis et Forlidas : groupes de taxons identifiés et méthodes utilisées (Hodgson *et al.*, 2010).

Description	Méthode	Nombre d'échantillons	Nombre de taxons	Taxons
Bryophytes	Étude par observation	0	0	n/a
Lichens	Étude par observation	1	1	*Lecidea cancriformis* Dodge & Baker
Bacillariophycées/ Diatomées	Étude par microscope optique	2	1	*Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cl.††
Cyanobactéries	Bibliothèque clone, DGGE + séquençage en bande, isolement de souches + séquençage (microscopie)	3	6	Échantillon TM1 : 16ST63, 16ST14 Échantillon TM2 : 16ST63, 16ST14, 16ST44, 16ST49, 16ST80 Échantillon TM3 : 16ST44, 16ST49, 16ST80, 16ST07
Chlorophytes /algues vertes	DGGE + séquençage en bande	2	1	*Urospora* sp.
Rhizaria/Cercozoa	DGGE + séquençage en bande	2	2	Heteromitidae, Paulinella sp.
Bactéries	DGGE + séquençage en bande	2	32	Cyanobactéries : Nostocales, Oscillatoriales, Chroococcales, Gloeobacteriales** Bacteroidetes : Sphingobacteriales, Flavobacteriales Firmicutes : Clostridiales Gammaprotéobactéries : Pseudomonadales, Psychrobacter
Bactéries	Isolement de souches + séquençage	1	330 isolats	*Firmicutes* 33%, Bacteroidetes 23%, *Alphaproteobacteria* 25%, *Actinobacteria* 9%, Betaproteobacteria. 8%, Gammaproteobacteria 1,5%, Deinococci 0,3%
Arthropodes	Tullenberg	50	0	n/a
Invertébrés	Extractions Baermann	130	3	Voir tardigrades (ci-dessous)
Tardigrades	Microscope optique (moléculaire†)	14 20	3 1	*Echiniscus* (cf) pseudowendti Dastych, 1984 (Hétérotardigrades), *Acutuncus antarcticus* (Richters, 1904) *Diphascon sanae* Dastych, Ryan et Watkins, 1990 (Eutardigrades)
Rotifères	Tullenberg et microscope optique	130	présents	Rotifères bdelloides
Bactéries du sol et algues	Cultivées (Parker *et al.*, 1982)*	1	3	Cyanobactéries : *Oscillatoria* sp. Algues: *Trebouxia* sp., *Heterocous* sp. (levures viables présentes)
Avifaune	Observation	n/a	1	*Pétrel des neiges (Pagadroma nivea*)

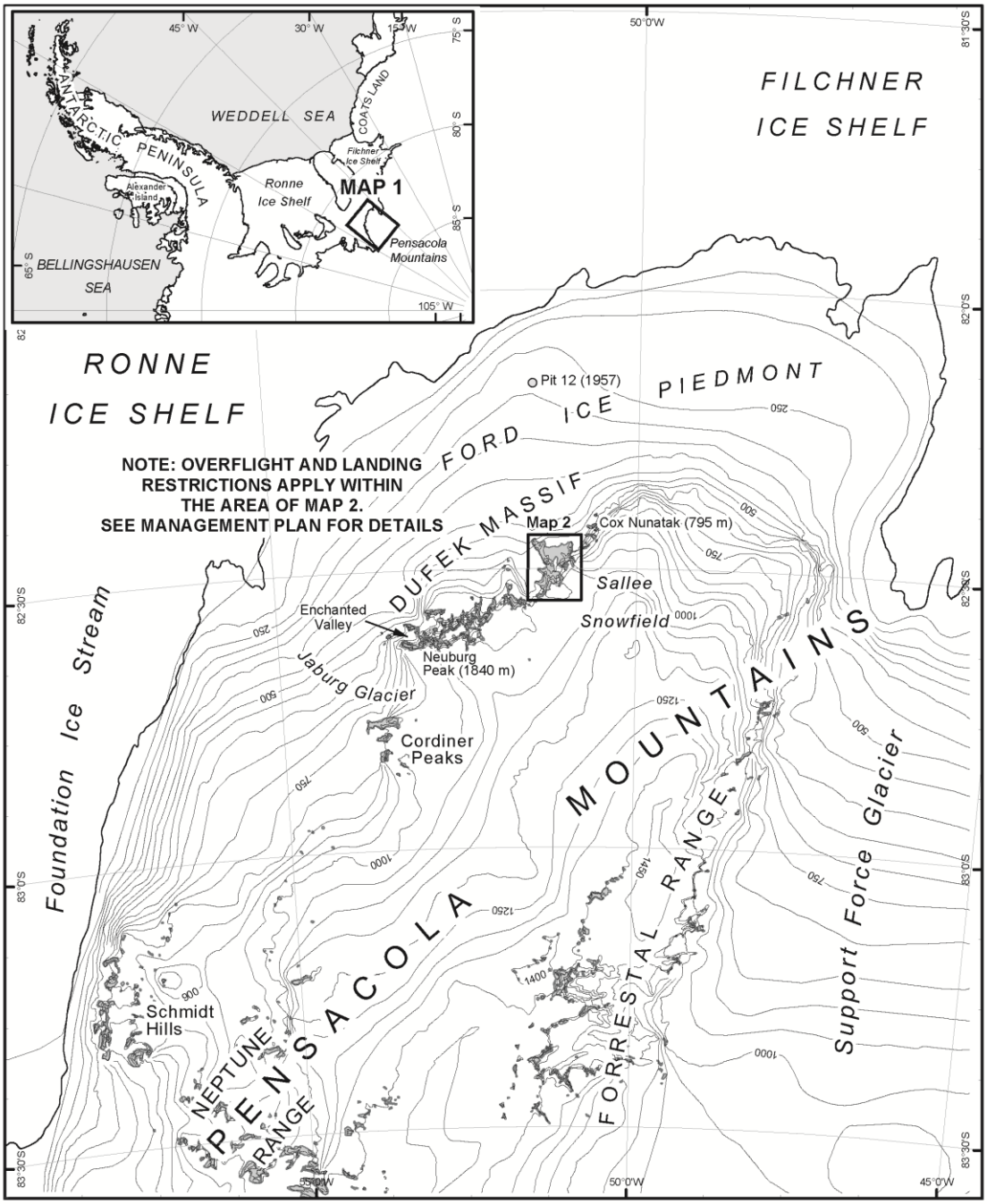
*précédemment publié, ** tentative d'identification à partir de 100 bases environ, † analyses menées sur des échantillons morphologiquement homogènes de la cordillère Range, †† non considéré comme indice d'une communauté existante

Annexe 1 1. Tableau A2. Visites connues de la vallée Davis et vallées adjacentes libres de glace dans la zone et à proximité

Groupe	Nombre de personnes	Organisation	But	Dates	Durée (jours)	Endroits visités	Camp	Transport
Aughenbaugh, Behrendt, Neuburg, Thiel, Walker	5	AGI (EU)	Géologie Géophysique	Déc. 1957	?	FIP,DV,FP, FR	FIP à l'ouest de FR	Traversé en Sno-Cat jusqu'à FIP puis à pied
Ford, Schmidt, Nelson, Boyd, Rambo (?)	5	USGS	Géologie	Déc. 1965 – janv.	?	?	Camp de base à Neptune Range	Nombreux atterrissages par hélicoptères dans le massif Dufek.
Ford & team	?	USGS	Géologie	Eté 1973-74	?	?	?	?
Ford, Carlson, Czamanske, Nutt, England, Nelson	6	USGS	Géologie	30 nov.– 30 déc. 1976 (dates de l'expédition)	?	?	Camp de base près du Pic Walker (sud-ouest du massif Dufek)	Nombreux atterrissages par hélicoptères dans le massif Dufek. Toboggans à moteur et traversées à ski.
Équipe russe dirigée par Shuljatin, O. G. Accompagnée par Ford (et Grue?) des États-Unis d'Amérique et par Paech de l'Allemagne	11	Expédition antarctique soviétique (22)	Géologie Géophysique	Été 1976-77	49 (nombre total d'expédition)	Massif Dufek et autres endroits dans les monts Pensacola	Campements sur les montagnes Provender, Read et Skidmor. Station Druznaja utilisée comme camp de base.	Atterrissages par hélicoptère, motoneige' puis à pied
Equipe russe dirigée par Kamenev, E. N.	6	Expédition antarctique soviétique (23)	Géologie Géophysique	6 – 17 fév.	11	Massif Dufek	Campement dans les collines Schmidt. Station	Aéronef, motoneige 'Buran', puis à pied

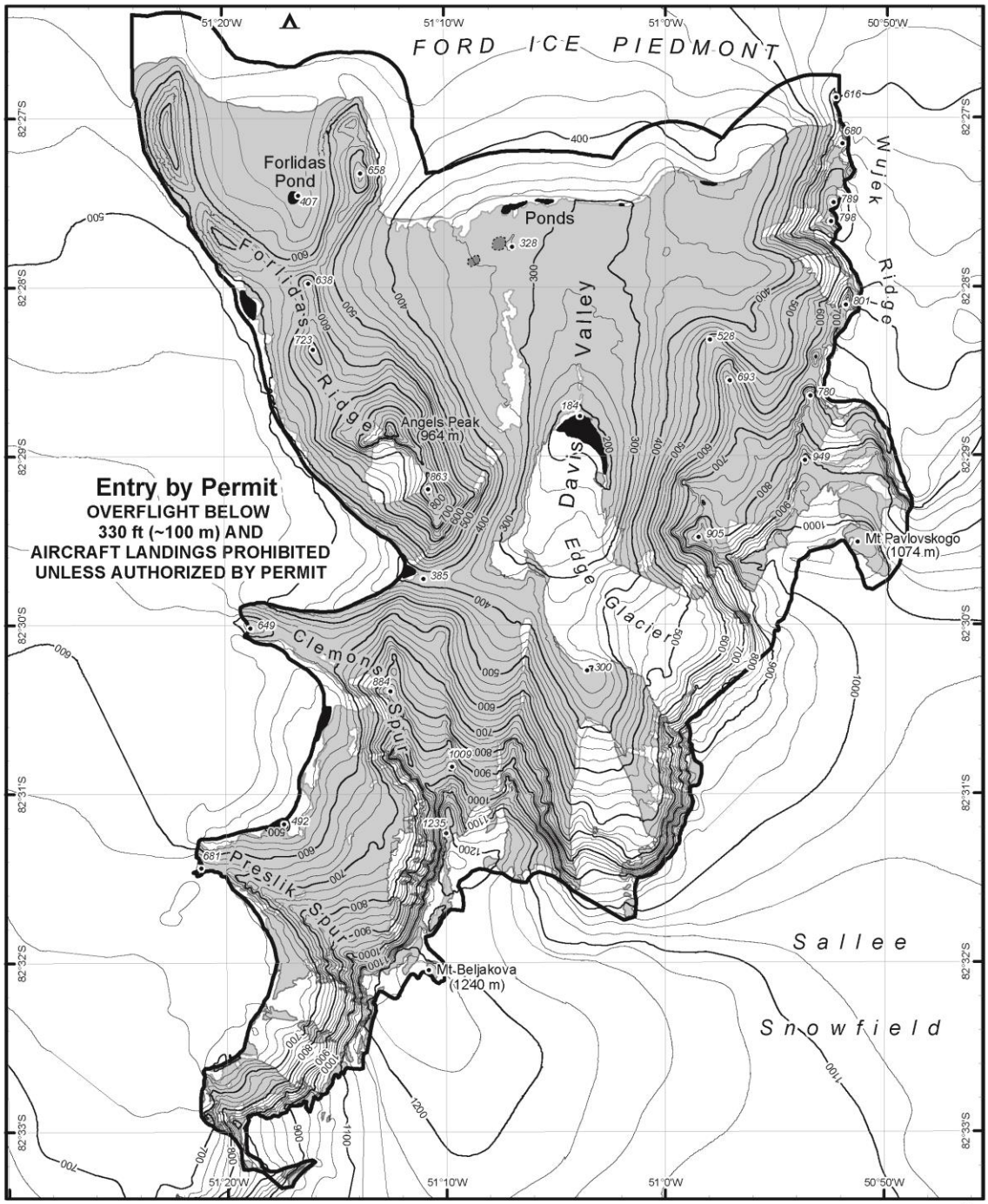
Groupe	Nombre de personnes	Organisation	But	Dates	Durée (jours)	Endroits visités	Camp	Transport
							Druznaja utilisée comme camp de base.	
Boyer, Reynolds	2	USGS	Géologie	12 déc. 1978	2	FIP, DV	EV	Toboggan d'EV jusqu'au bord de glace puis à pied
Ford, Boyer, Reynolds Carl?	4	USGS	Géologie	14 déc. 1978	4	FIP, DV, FR, AP	EV	Toboggan d'EV jusqu'au bord de glace puis à pied
Hodgson, Convey, Burt	3	BAS (RU)	Biologie, Limnologie, Géomorphologie glaciaire	3-15 déc. 2003	13	FIP, DV, FP, FR, AP	FIP 1,9 km au nord de FP	Twin Otter jusqu'à FIP puis à pied.
TOTAUX ~30					~40??	(nombres approximatifs en raison de données incomplètes)		

Clé : FIP – Piémont de glace Ford; DV – Vallée Davis; FP – Etand Forlidas; FR– Crête Forlidas; AP – Pic Angels; CS – Eperon Clemons; PS – Eperon Preslik; MB– Mont Beljakova; MP–Mont Pavlovskogo; EV–Vallée enchantée



Map 1: ASPA No. 119 - Davis Valley and Forlidas Pond - Location Map

10 Feb 2015 (Map ID: 10068.0005.01)
United States Antarctic Program
Environmental Research & Assessment



Map 2: ASPA No. 119 - Davis Valley and Forlidas Pond - Topographic Map

13 Mar 2015 (Map ID: 10068.0006.01)
United States Antarctic Program
Environmental Research & Assessment

Spot elevation
Index contour (100 m)
Contour (25 m)
Ice free ground
Permanent ice
ASPA boundary
Lake
Relict pond bed
Proven campsite

0 1 2 Kilometers

Projection: Lambert Conformal Conic
Spheroid and horizontal datum: WGS84
Data sources: Topographic data supplied by the MAGIC, BAS. Derived from USGS aerial photography (1956, 1964), satellite imagery (2002) and field observations (Hodgson and Convey). Updated by ERA using WorldView imagery and DEM provided by PGC.