

# Plan de gestion pour la Zone spécialement protégée de l'Antarctique n° 172

## Partie inférieure du glacier Taylor et Blood Falls de la vallée Taylor, vallées sèches de McMurdo, terre Victoria

### Introduction

Les Blood Falls sont une coulée d'eau saline riche en fer située à l'extrémité du glacier Taylor, dans la vallée Taylor, vallées sèches de McMurdo. La coulée semble être un vaste aquifère de saumure sous-glaciaire sous la longueur mesurable (env. 5 km) de la zone d'ablation du glacier Taylor, située à une distance estimée entre 1 et 6 km en amont des Blood Falls. Emplacement approximatif et coordonnées : zone en sous-surface 436 km<sup>2</sup> (coordonnées centrales 161°40,230'E, 77°50,220'S) ; zone subaérienne 0,11 km<sup>2</sup> (centrée sur la coulée des Blood Falls à 162°15,809'E, 77°43.365'). Les raisons principales pour lesquelles cette Zone a été désignée sont ses caractéristiques physiques uniques, ainsi que son écologie microbienne et sa géochimie inhabituelles. Cette Zone est un site important pour la recherche exobiologique et représente une opportunité unique de prélever des échantillons de l'environnement sous-glaciaire sans contact direct. L'influence des Blood Falls sur le lac Bonney avoisinant présente aussi un grand intérêt scientifique. Par ailleurs, la zone d'ablation du glacier Taylor est un important site de recherche paléoclimatique et glaciologique. Le réservoir sous-glaciaire d'eau saumâtre de la partie inférieure du glacier Taylor et les Blood Falls sont uniques au monde et constituent un site d'intérêt scientifique exceptionnel. La désignation de cette Zone permet aux chercheurs d'étudier la glace située au cœur du glacier Taylor, à condition que des mesures soient mises en place afin d'éviter que ces activités ne nuisent au réservoir et au système hydrologique des Blood Falls. Selon l'Analyse des domaines environnementaux du continent antarctique (Résolution 3 [2008]), cette zone se situe dans l'environnement S – Géologique de McMurdo – Terre Victoria du Sud. D'après la classification des Régions de conservation biogéographiques de l'Antarctique (v2) (Résolution 3 [2017]), la Zone se trouve dans la RCBA 9 - Terre Victoria du Sud.

### 1. Description des valeurs à protéger

Les Blood Falls sont une caractéristique particulière du glacier situées à 162°16,288'E, 77°43,329'S, à l'extrémité du glacier Taylor dans la vallée Taylor, vallées sèches de McMurdo, terre Victoria du Sud (Carte 1). Cet élément unique se forme à l'endroit où un débit d'eau saline d'origine sous-glaciaire, riche en fer, émerge à la surface et s'oxyde rapidement, acquérant de ce fait une couleur rouge très particulière (Image 1). Les données disponibles indiquent que la coulée provient d'un réservoir sous-glaciaire contenant des dépôts de sel marin et de l'eau saumâtre, situé sous le glacier Taylor (Keys 1980 ; Hubbard *et al.* 2004 ; Mikucki *et al.* 2015) (Carte 1). C'est une caractéristique unique de par sa configuration physique, sa biologie microbienne et sa géochimie, qui a une influence importante sur l'écosystème local du lac Bonney. Les épisodes de débit des Blood Falls fournissent par ailleurs une occasion unique d'échantillonner les propriétés du réservoir sous-glaciaire et de son écosystème.

C'est en 1911 que Griffith Taylor, le géologue principal de Robert F. Scott, avait observé pour la première fois les Blood Falls. Ses caractéristiques morphologiques et géochimiques inhabituelles n'ont toutefois pas commencé à être étudiées avant la fin des années 1950 (Hamilton *et al.* 1962 ; Angino *et al.* 1964 ; Black *et al.* 1965). La caractéristique dénommée *Blood Falls* est le principal site de débit du front glaciaire du glacier Taylor (Carte 2). On a aussi observé un débit d'eau saline latérale secondaire à la surface de sédiments, à environ 40 m au nord du glacier Taylor, au bord du delta du cours d'eau Santa Fe (162°16,042'E, 77°43,297'S, Carte 2). L'emplacement et la forme exacts du réservoir sous-glaciaire alimentant les Blood Falls ne sont pas encore connus, mais les résultats des travaux de cartographie géologique, glacio-chimique et géophysique indiquent que le réservoir s'étend sous le lac Bonney et le front glaciaire sur une distance d'au moins 5 km (Keys 1980 ; Hubbard *et al.* 2004 ; Mikucki *et al.* 2015, Foley *et al.* 2015). On estime que le réservoir d'eau saumâtre a été enserré par la glace il y a environ 3 à 5 Ma BP (Marchant *et al.* 1993) et qu'il représente peut-être la caractéristique liquide la plus ancienne de la vallée Taylor (Lyons *et al.* 2005).

La coulée des Blood Falls contient une communauté microbienne unique, qui semble d'origine marine. Les microbes qu'on y trouve peuvent survivre dans un environnement sous-glaciaire pendant des millions d'années sans aucun apport en carbone venant de l'extérieur. La haute teneur en fer et en sel de l'écosystème microbien des Blood Falls, ainsi que son emplacement sous la glace du glacier, en fait un site important pour les études exobiologiques, et pourrait fournir un analogue des conditions pouvant apparaître sous les calottes de glace polaires de Mars ou dans les mondes-océans comme Encelade ou Europe. Il est donc essentiel de protéger la communauté microbienne des Blood Falls, le réservoir d'eau saumâtre et le système hydrologique sous-glaciaire qui lui est associé.

Le débit épisodique des Blood Falls dans le lac Bonney adjacent transforme la composition géochimique du lac et lui fournit des nutriments qui y sont autrement limités, faisant de ce site un site important pour étudier l'impact des écoulements sous-glaciaires sur les écosystèmes lacustres. De plus en plus d'indices montrent que la saumure de l'aquifère sous-glaciaire est directement connectée à l'eau du fond du lac Bonney dans la zone sous-glaciaire (Mikucki *et al.* 2015 ; Spigel *et al.* sous presse 2018).

Le glacier Taylor est un site important pour les études glaciologiques et paléoclimatiques en Antarctique. Il offre une occasion unique d'étudier la décharge des glaciers antarctiques en fonction des changements environnementaux, à partir des données paléoclimatiques des carottes de glace du dôme Taylor, des données géologiques de la vallée Taylor et des données climatiques des sites avoisinants du programme US Long Term Ecological Research (LTER) (Kavanaugh *et al.* 2009a ; Bliss *et al.* 2011). La zone d'ablation inférieure du glacier Taylor a été identifiée comme étant un site potentiellement important pour les études paléoclimatiques, car elle expose de la glace formée lors de la dernière période glaciaire et permet de mesurer avec une résolution temporelle élevée les concentrations antérieures de gaz en traces (Aciego *et al.* 2007). Le glacier Taylor a aussi une valeur scientifique importante pour les études glaciologiques, en particulier la dynamique des glaciers et la relation entre les contraintes et le flux glaciaire, ainsi que pour d'autres études glaciologiques (Kavanaugh & Cuffey 2009).

Le système des Blood Falls est un site de grande valeur pour la recherche microbiologique, hydrochimique, glaciologique et paléoclimatologique. Les aspects les plus étonnants du système des Blood Falls sont sa configuration physique, la chimie de son eau saumâtre et son écosystème microbien. Les Blood Falls ont aussi un impact considérable sur la géochimie et la microbiologie du lac Bonney. La Zone possède des valeurs esthétiques exceptionnelles et une valeur pédagogique importante, ce site ayant fait l'objet de toute une série d'articles scientifiques et médiatiques au cours des dernières années. Les Blood Falls et le réservoir d'eau saumâtre du glacier Taylor méritent une protection spéciale en raison de leurs valeurs scientifiques exceptionnelles, leur configuration unique, leur origine ancienne, leur importance pour les écosystèmes de la zone environnante, et leur vulnérabilité aux activités humaines.

D'après les connaissances actuelles, le mécanisme de contamination éventuelle du réservoir d'eau saumâtre du glacier Taylor le plus probable serait une contamination directe du réservoir sous-glaciaire ou bien de zones du substrat, qui pourrait par la suite libérer des fluides sous-glaciaires dans le réservoir. Mais il est difficile d'évaluer la probabilité de ce mécanisme en raison des incertitudes relatives à l'emplacement du réservoir sous-glaciaire et à la façon dont il est relié au système hydrologique sous-glaciaire. C'est pourquoi le principe de précaution est appliqué quand il s'agit de définir les limites de la composante en sous-surface de la Zone.

## 2. Buts et objectifs

La gestion de la partie inférieure du glacier Taylor et des Blood Falls vise à :

- 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 ;
- permettre la réalisation dans la Zone de travaux de recherche scientifique, en particulier sur la communauté microbienne, la chimie de l'eau et la configuration physique de la partie inférieure du glacier Taylor et des Blood Falls ;
- permettre d'autres travaux de recherche scientifique et des visites pédagogiques ou de vulgarisation scientifique qui ne portent pas atteinte aux valeurs de la Zone ;
- réduire au minimum l'éventualité d'introduire des plantes, des animaux et des microbes non indigènes dans la Zone ; et

- permettre des visites à des fins de gestion conformément aux objectifs du plan de gestion.

### **3. Activités de gestion**

Les activités de gestion ci-dessous seront menées à bien afin de protéger les valeurs de la Zone :

- Des bornes ou des panneaux indiquant l'emplacement et les limites de la Zone et précisant clairement les restrictions d'accès devront être placés en des endroits appropriés aux limites de la composante subaérienne de la Zone afin d'éviter tout accès par inadvertance ;
- Les bornes, panneaux et structures érigés à l'intérieur de la Zone à des fins scientifiques ou à des fins de gestion seront maintenus en bon état et enlevés lorsqu'ils ne seront plus nécessaires ;
- Des visites seront effectuées selon les besoins (au moins une fois tous les cinq ans) pour s'assurer que la Zone répond toujours aux objectifs pour lesquels elle a été désignée et pour s'assurer que les mesures de gestion et d'entretien sont appropriées ;
- Une copie du présent plan de gestion devra être mise à disposition dans les installations des quartiers de recherche principaux avoisinant la Zone, notamment aux camps du lac Bonney, du lac Hoare, du lac Fryxell, F6 et de New Harbor, ainsi qu'à la station McMurdo et à la base Scott ;
- Les directeurs des programmes antarctiques nationaux en cours d'exécution dans la région se livreront entre eux à des consultations pour veiller à ce que les dispositions ci-dessus soient mises en œuvre.

### **4. Durée de désignation**

La Zone est désignée pour une période indéterminée.

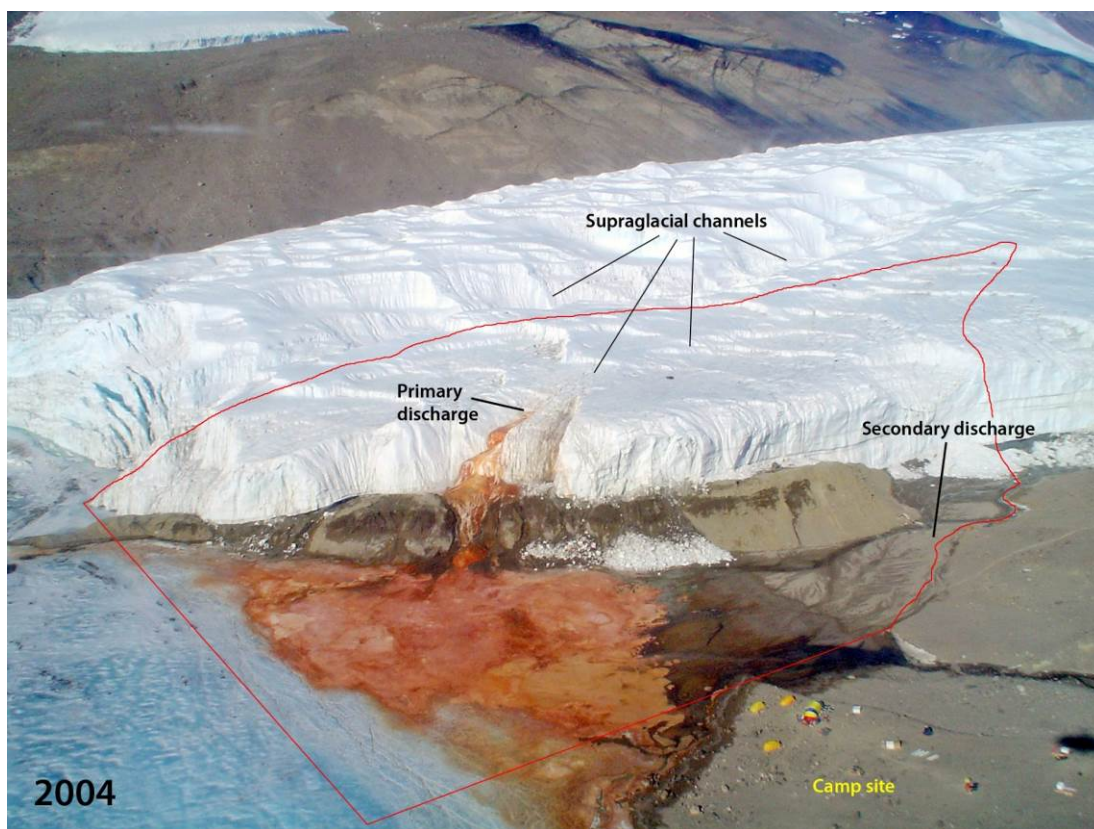
### **5. Cartes et photographies**

**Carte 1 :** ZSPA n° 172 : Lignes de démarcation de la zone protégée en sous-surface de la partie inférieure du glacier Taylor des Blood Falls. Projection : conique conforme de Lambert ; parallèles types : 1<sup>er</sup> 77°35'S ; 2<sup>e</sup> 77°50'S ; méridien central : 161°30'E ; latitude d'origine : 78°00' S ; Datum horizontal et sphéroïde : WGS84 ; équidistance entre les courbes de niveau 200 m.

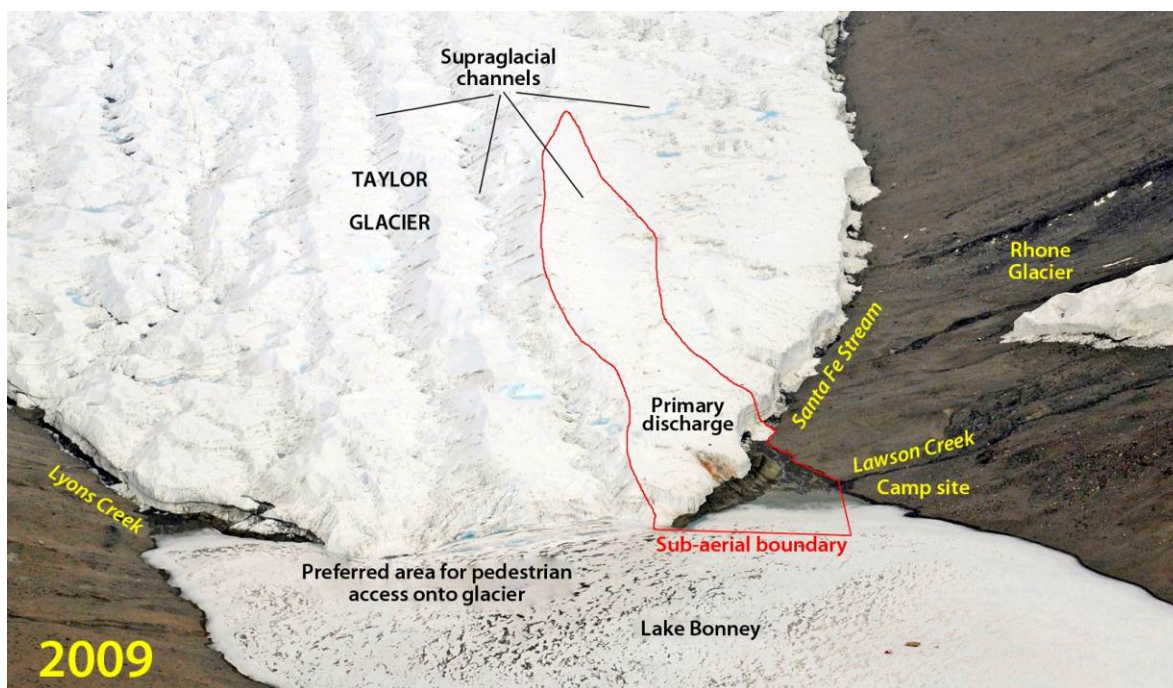
*Encart 1 :* Situation de la ZGSA n° 2 Vallées sèches de McMurdo dans la région de la mer de Ross.

*Encart 2 :* Situation du glacier Taylor dans la ZGSA n° 2 Vallées sèches de McMurdo.

**Carte 2 :** ZSPA n° 172 : Lignes de démarcation de la zone protégée en sous-surface et subaérienne des Blood Falls et site de campement désigné. Projection : conique conforme de Lambert ; parallèles types : 1<sup>er</sup> 77°43'S ; 2<sup>e</sup> 77°44'S ; méridien central : 162°16'E ; latitude d'origine : 78°00' S ; Datum horizontal et sphéroïde : WGS84 ; équidistance entre les courbes de niveau 20m.



**Image 1.** Vue aérienne de l'extrémité du glacier Taylor prise en 2004, avec les Blood Falls au centre et le lac Bonney en bas à gauche (Photographe inconnu, 18 novembre 2004). Veuillez noter que le site de campement est maintenant en grande partie submergé par l'eau du lac Bonney (janvier 2018).



**Image 2.** Vue aérienne de l'extrémité du glacier Taylor prise en 2009, indiquant l'étendue de la composante subaérienne de la Zone. Si l'on compare avec l'Image 1, on note combien le débit varie avec le temps (C. Harris, ERA / USAP : 10 déc. 2009).

## 6. Description de la Zone

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

### *Vue d'ensemble*

Les Blood Falls (situées à 162°16,288'E, 77°43,329'S) sont un débit d'eau saline riche en fer provenant d'une crevasse située près de l'extrémité du glacier Taylor, dans les vallées sèches de Mc Murdo, en terre Victoria du Sud. L'eau saumâtre est à l'origine incolore, mais lorsqu'elle coule sur le glacier elle se transforme en glace blanche contenant des bulles d'air, et s'oxyde, produisant la couleur rouge orangé qui lui est particulière. Il reste de nombreuses traces de matière de cette couleur à l'intérieur d'anciennes crevasses et brèches du glacier, en particulier près du site de débit principal. Un débit de surface secondaire, plus petit et moins évident, a été observé à deux reprises (1958 et 1976) à environ 40 m au nord du glacier Taylor au bord du delta du cours d'eau Santa Fe (162°16,042'E, 77°43,297'S, Carte 2). La composition physique et chimique de ce débit secondaire est comparable à celle de la coulée principale des Blood Falls (Keys 1980).

Le volume et l'étendue physique de la coulée de surface principale des Blood Falls et le volume de glace accumulée qu'elle produit varient dans le temps, allant de quelques centaines à plusieurs milliers de mètres cube de glace saline, et les débits se produisent à des intervalles de un à trois ans, voire plus (Keys 1980). Une proportion inconnue d'eau saumâtre s'écoule dans le lac Bonney avant de geler (par exemple en 1972 et en 1978). À son minimum, le débit se présente comme une petite zone décolorée à l'extrémité du glacier Taylor, mais à son maximum elle peut s'étendre à la surface du lac Bonney sur plusieurs dizaines de mètres (voir Images 1 et 2).

Les débits d'eau saumâtre sont d'origine sous-glaciaire, et l'eau de ce débit est de la glace de glacier fondue (Mikucki *et al.* 2009) mais l'âge et la formation de la source originelle, et l'évolution de l'eau saumâtre en sous-surface, restent incertains. Les analyses chimiques et isotopiques indiquent qu'un ou plusieurs dépôts de sel marin sont en train de faire fondre et/ou ont fait fondre de la glace du glacier Taylor (Keys 1980). Une analyse approfondie de la topographie sous-glaciaire à environ un à six kilomètres du front glaciaire, indique que ce pourrait être l'emplacement du dépôt salin, mais il pourrait aussi y avoir d'autres dépôts plus en amont du glacier. La profondeur et l'étendue de l'eau saumâtre sous-glaciaire à laquelle ils donnent lieu, ainsi que l'emplacement exact et la nature du ou des réservoirs et leur voies d'écoulement, n'ont pas encore été établis de façon définitive (Keys 1980; Hubbard *et al.* 2004).

### *Limites et coordonnées*

Les limites de la Zone sont définies de façon à protéger les valeurs du réservoir d'eau saumâtre sous-glaciaire et du débit de surface des Blood Falls, et tiennent compte de l'étendue du bassin versant, des connections hydrologiques probables et de l'aspect pratique. Il semble que les connexions hydrologiques et les interactions entre la surface et le lit du glacier Taylor soient limitées. Il n'a donc pas été jugé nécessaire de limiter l'accès à la majorité de la surface du bassin versant et/ou au-dessus de celui-ci. La ligne de démarcation à la surface comprend toutefois une petite zone contenant les débits principal et secondaire confirmés des Blood Falls, et inclut une partie de la surface du glacier Taylor s'écoulant directement dans le débit principal, afin d'assurer une protection adéquate aux zones d'écoulement confirmées (Carte 2). Les exemples de « sites d'écoulements possibles » indiqués sur la Carte 1 ne sont pour le moment pas inclus dans la Zone puisqu'ils n'ont toujours pas été confirmés. Ils représentent peut-être les traces de processus de base antérieurs, liés dans le passé au réservoir ou à des caractéristiques qui lui sont associées, plutôt que des sites actuels de débit. Ils ne se déversent d'ailleurs pas dans le réservoir ou dans la coulée principale des Blood Falls.

Par contre, l'étendue des interconnexions sous-glaciaires pourrait être vaste, et il s'ensuit que la composante sous-glaciaire visant à protéger la partie principale du bassin versant sous-glaciaire de la partie inférieure du glacier Taylor qui pourrait être connectée avec le réservoir d'eau saumâtre est relativement grande, s'étendant sur environ 50 km vers l'amont du glacier (Carte 1). L'étendue de cette zone est considérée comme suffisante pour protéger les valeurs du réservoir, bien qu'il soit reconnu que ces connexions pourraient être plus étendues, puisque le bassin versant s'étend à bonne distance sur le plateau polaire ; la limite occidentale est donc une limite pratique au-delà de laquelle les risques pouvant nuire à la Zone sont considérés comme minimes.

En résumé, les limites définissant l'étendue verticale et latérale de la Zone visent à :



- protéger l'intégrité du réservoir sous-glaciaire et les zones des débits principal et secondaire confirmés des Blood Falls ;
- tenir compte de l'incertitude vis-à-vis de l'emplacement du réservoir et la connectivité du système hydrologique sous-glaciaire ;
- fournir des lignes de démarcation pratiques correspondant à des bassins versants faciles à cartographier et à identifier sur le terrain ; et
- ne pas imposer de restrictions inutiles aux activités menées à la surface du glacier Taylor et/ou au-dessus.

Les coordonnées principales des limites sont résumées dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Liste récapitulative des principales coordonnées des limites de la zone protégée (voir Cartes 1 et 2)

Emplacement	Désignation	Longitude (E)	Latitude (S)
<i>Limites en sous-surface</i>			
Débit principal des Blood Falls	A	162° 16,305'	77° 43,325'
Ligne de partage glaciaire des glaciers Taylor et Ferrar, marge sud des collines Kukri	B	161° 57,300'	77° 49,100'
Knobhead, au pied de la crête NE	C	161° 44,383'	77° 52,257'
Vallée Kennar, au centre de la marge du glacier Taylor	D	160° 25,998'	77° 44,547'
Montagne Beehive, au pied de la crête SO	E	160° 33,328'	77° 39,670'
Cirque Mudrey, partie SO	F	160° 42,988'	77° 39,205'
Cirque Mudrey, partie SE	G	160° 48,710'	77° 39,525'
<i>Limites subaériennes</i>			
Extrémité du glacier Taylor, affleurement saillant de glace/moraine	a	162° 16,639'	77° 43,356'
Bassin versant supraglaciaire des Blood Falls, partie occidentale	b	162° 14,508'	77° 43,482'
Glacier Taylor, marge nord	c	162° 15,758'	77° 43,320'
Delta du cours d'eau Santa Fe, marge occidentale	d	162° 15,792'	77° 43,315'
Lawson Creek, rocher situé sur la rive ouest	e	162° 16,178'	77° 43,268'
Lac Bonney, ~180m à l'est de la rive du delta du cours d'eau Santa Fe	f	162° 16,639'	77° 43,268'

### *Sous-surface*

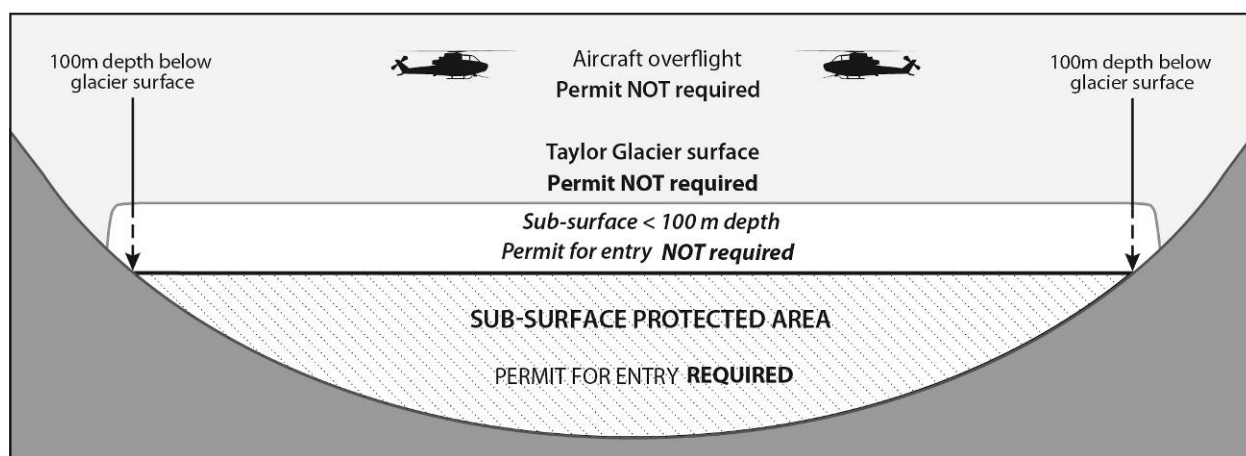
La ligne de démarcation en sous-surface comprend la zone d'ablation du glacier Taylor dans son ensemble, allant d'une profondeur de 100 m sous la surface jusqu'au lit du glacier. Afin de mieux identifier la limite à la surface, et pour des raisons pratiques liées aux données disponibles quant à la configuration de la ligne de profondeur de 100 m au sein du glacier, la marge de surface du glacier Taylor est utilisée pour remplacer cette ligne de profondeur et donc pour déterminer l'étendue latérale de la composante en sous-surface de la Zone. La description ci-après définit tout d'abord l'étendue latérale de la composante en sous-surface de la Zone, puis son étendue verticale.

La limite de la composante en sous-surface de la zone protégée s'étend depuis le principal site de débit des Blood Falls (162°16,288'E, 77°43,329'S) (identifié par la lettre 'A' dans le tableau et sur les Cartes 1 et 2) et suit l'extrémité du glacier Taylor vers le sud sur 0,8 km jusqu'à la marge sud du glacier à Lyons Creek. Depuis là, la limite part en direction sud-ouest sur 19,3 km (Carte 1), suivant la marge sud du glacier Taylor jusqu'à l'extrémité occidentale des collines Kukri. Elle continue ensuite vers l'est sur 7,8 km jusqu'à la position approximative de la ligne de partage glaciaire des glaciers Taylor et Ferrar le long de la marge sud des collines Kukri, à 161°57,30'E, 77°49,10'S ('B', Tableau 1, Carte 1). La limite se poursuit en direction sud-ouest sur 7,9 km, suivant la ligne approximative du partage glaciaire des glaciers Taylor et Ferrar, jusqu'à l'extrémité orientale de Knobhead, située à 161°44,383'E, 77°52,257'S ('C', Tableau 1, Carte 1). La limite suit ensuite la marge sud du glacier

Taylor vers l'ouest sur 11,8 km, jusqu'à la ravine Windy, traverse la ravine Windy et continue vers le nord-ouest sur 45,2 km, suivant les marges des glaciers Taylor, Beacon et Turnabout jusqu'à la vallée Kennar, située à 160°25,998'E, 77°44,547'S ('D', Tableau 1, Carte 1). La limite part alors en direction nord-est, traversant le glacier Taylor sur 9,5 km jusqu'au pied de la montagne Beehive située à 160°33,328'E, 77°39,670'S ('E', Tableau 1, Carte 1). Pour servir de référence visuelle, la limite de la zone protégée est parallèle à une crête distincte visible à la surface du glacier Taylor, immédiatement en aval d'une zone très crevassée.

À partir de la montagne Beehive, la limite se prolonge à l'est sur 5 km jusqu'à la limite entre le cirque Mudrey et le glacier Taylor, à 160°42,988'E, 77°39,205'S ('F', Tableau 1, Carte 1). La limite suit alors la bordure du cirque Mudrey sur une longueur de 9,6 km avant de rejoindre le glacier Taylor à 160°48,710'E, 77°39,525'S ('G', Tableau 1, Carte 1), et se poursuit ensuite sur 59,6 km en direction du sud-est jusqu'au pied des cascades de glace Cavendish, le long de la marge nord du glacier Taylor. La limite suit alors la marge du glacier Taylor sur 16,9 km en direction nord-est, contournant le lac Simmons et le lac Joyce, puis continue vers l'est sur 15,4 km jusqu'au site de débit principal des Blood Falls ('A', Tableau 1, Carte 2).

L'étendue verticale de la composante en sous-surface de la Zone se définit en termes de profondeur sous la surface du glacier Taylor (Image 3). La limite en sous-surface part d'une profondeur de 100 m sous la surface du glacier Taylor jusqu'au lit du glacier, défini comme étant la surface du socle rocheux sur lequel repose le glacier. Le système hydrologique sous-glaciaire, le réservoir d'eau saumâtre des Blood Falls, et toutes les couches contenant un mélange de glace et de sédiments ou des sédiments non consolidés sont inclus dans cette limite. La composante en sous-surface de la Zone n'impose aucune restriction supplémentaire aux activités menées à la surface ou dans les premiers 100 m à l'intérieur du glacier Taylor.



**Image 3 :** Définition fondée sur des critères de profondeur de l'étendue verticale de la composante en sous-surface de la zone protégée de la partie inférieure du glacier Taylor et des Blood Falls

#### *Limites subaériennes*

La composante subaérienne de la Zone comprend le delta du cours d'eau Santa Fe, une partie de l'extrémité occidentale du lac Bonney et un petit bassin versant supraglaciaire entourant les Blood Falls défini par un système de crêtes de glace persistant dans la morphologie locale du glacier pendant au moins des décennies. La limite sud-est de la composante subaérienne de la Zone est marquée par un affleurement saillant de glace et de moraine situé dans le prolongement du front glaciaire du glacier Taylor à 162°16,639'E, 77°43,356'S (identifié par la lettre 'a' dans le Tableau 1 et sur la Carte 2). La limite continue vers le sud-ouest et remonte le glacier sur 900,8 m, suivant la marge sud du bassin versant supraglaciaire entourant les Blood Falls jusqu'à la partie la plus à l'ouest du bassin versant supraglaciaire, situé à 162°14,508'E, 77°43,482'S ('b', Tableau 1, Carte 2). La limite se poursuit alors vers le nord-est sur une longueur de 594,5 m jusqu'à la marge du glacier Taylor, à 162°15,758'E, 77°43,320'S ('c', Tableau 1, Carte 2), le long de la marge septentrionale du bassin versant

supraglaciaire. La limite de la Zone continue en ligne directe vers le nord-est sur 16,8 m, jusqu'à la rive dominant le delta du cours d'eau Santa Fe, à 162°15,792'E, 77°43,315'S ('d', Tableau 1, Carte 2). Puis elle longe la rive sur 198,7 m en direction nord-est jusqu'à ce qu'elle rejoigne Lawson Creek, à 162°16,178'E, 77°43,268'S ('e', Tableau 1, Carte 2). La limite se poursuit ensuite sur 180,5 m en ligne droite directement vers l'est jusqu'à un point du lac Bonney situé à 162°16,639'E, 77°43,268'S ('f', Tableau 1, Carte 2) avant de continuer en ligne droite plein sud sur 166,5 m jusqu'à un affleurement saillant de glace et de moraine.

### Climat

Deux stations météorologiques gérées par le programme Long Term Ecological Research (LTER) des vallées sèches de McMurdo sont situées près des Blood Falls (<http://www.mcmlter.org/>): La station de « Lac Bonney » (point 'a', 162°27,881'E, 77°42,881'S) situé à ~4.5 km à l'est, et celle de « Glacier Taylor » (162°07,881'E, 77°44,401'S), située à ~4 km en amont du glacier. La température moyenne annuelle de l'air enregistrée à ces deux stations était d'environ - 17 °C pendant la période 1993 – 2015. La température la plus basse relevée à ces stations pendant cette période était de - 48,26 °C, température enregistrée au lac Bonney en août 2008, tandis que la température maximale relevée était de 10,64 °C, au lac Bonney en décembre 2001. Le mois le plus froid enregistré à ces deux stations était le mois d'août, janvier et décembre étant les mois les plus chauds au lac Bonney et au glacier Taylor respectivement.

La vitesse annuelle moyenne des vents relevée pendant la même période (1993-2015) variait entre 3,89 m/s au lac Bonney et 5,16 m/s au glacier Taylor, avec une vitesse maximale de 44,12 m/s enregistrée au glacier Taylor le 11 mai 2014. La topographie de la vallée Taylor, et notamment la crête de Nussbaum, favorise la formation de systèmes météorologiques isolés dans le bassin du lac Bonney, et limite le flux des vents côtiers dans la région (Fountain *et al.* 1999).

Les précipitations annuelles moyennes au lac Bonney correspondaient un équivalent en eau de 340 mm entre 1995 et 2009. Les taux d'ablation du glacier Taylor sont les plus élevés de la région des cascades de glace Cavendish, atteignant un maximum à la base de la ravine Windy (~ 0,4 m a<sup>-1</sup>), le taux le plus faible étant en amont de la vallée Beacon (~0 à 0.125m a<sup>-1</sup>). Les taux d'ablation de la partie inférieure du glacier Taylor varient habituellement entre 0,15 et 0,3 m a<sup>-1</sup> (Bliss *et al.* 2011).

### Géologie et morphologie

La vallée Taylor est composée d'une mosaïque de tills d'âges et de types de rocher divers, notamment : roches de socle précambrien métamorphique (supergroupe de Ross), roches intrusives du Paléozoïque précoce (formation Granite Harbour), une série de roches sédimentaires datant du Dévonien au Jurassique (supergroupe de Beacon) et sills de dolérite de Ferrar datant du Jurassique (Pugh *et al.* 2003).

On pense que le réservoir sous-glaciaire des Blood Falls est une eau saumâtre d'origine marine provenant d'une incursion marine dans les vallées sèches de McMurdo durant le Pliocène (il y a 3 à 5 Ma BP) ; elle représente peut-être l'eau à l'état liquide la plus ancienne des vallées sèches (Lyons *et al.* 2005). L'une des théories avancées propose que cette eau saumâtre ait été retenue près de l'extrémité actuelle du glacier Taylor lors du recul des eaux de mer qui s'ensuivit, et qu'elle fut par la suite « scellée » sous le glacier au cours de l'avancée de la glace à la fin du Pliocène ou au Pléistocène (Marchant *et al.* 1993). On pense que c'est ce dépôt d'eau saumâtre qui forme maintenant un réservoir sous-glaciaire émergeant à la surface de façon épisodique aux sites de débit principal et de débit secondaire latéral. Il a été avancé que l'eau saumâtre s'est modifiée depuis qu'elle a été piégée, notamment du fait des apports liés à l'altération chimique (Keys 1980; Lyons *et al.* 2005; Mikucki *et al.* 2009).

### Sols et sédiments

Les sols de la vallée Taylor sont souvent peu développés et se composent en grande partie de sable (95- 99 % en poids) (Burkins *et al.* 2000 ; Barrett *et al.* 2004). Les concentrations en matière organique des sols de la vallée Taylor sont parmi les plus basses au monde (Campbell & Claridge 1987 ; Burkins *et al.* 2000) et la teneur en carbone organique des sols du bassin du lac Bonney est particulièrement faible (Barrett *et al.* 2004). La profondeur des sols de la vallée Taylor varie généralement entre 10 et 30 cm ; en deçà, on y trouve le pergélisol (Campbell & Claridge 1987). En sus des tills glaciaires, le fond de la vallée Taylor est recouvert d'une couche de sédiments lacustres déposés par le glacier autrefois très étendu du lac Washburn, allant jusqu'à environ 300 m de profondeur (Hendy *et al.* 1979 ; Stuiver *et al.* 1981 ; Hall & Denton 2000).



Les moraines déposées au front du glacier Taylor consistent en des sédiments lacustres transformés datant d'à peu près 300 ka BP (Higgins *et al.* 2000). Les sédiments que l'on trouve à la marge du glacier Taylor se composent aussi de tills limoneux et sablonneux formés par la fonte de glace basale riche en débris et par l'érosion due aux cours d'eau en bordure de glace (Higgins *et al.* 2000). Une séquence épaisse de glace basale caractérisée par des sédiments fins qui contiendrait des sels provenant du réservoir sous-glaciaire des Blood Falls a été étudiée grâce à un tunnel creusé dans la marge nord du glacier Taylor (Samyn *et al.* 2005, 2008 ; Mager 2006 ; Mager *et al.* 2007). Ces observations suggèrent qu'il existe une interaction entre la base du glacier Taylor et le substrat de sédiment, et il semble qu'il y ait un cycle local de fonte et de gel (Souchez *et al.* 2004 ; Samyn *et al.* 2005 ; Mager *et al.* 2007).

### *Glaciologie et hydrologie glaciaire*

Le glacier Taylor est un glacier émissaire de l'inlandsis oriental de l'Antarctique qui se termine dans le lobe occidental du lac Bonney. Une étude approfondie a récemment été menée pour examiner les dynamiques de la zone d'ablation du glacier Taylor, notamment sa géométrie et le champ de vitesse à la surface (Kavanaugh *et al.* 2009a), sa balance de forces (Kavanaugh & Cuffey 2009) et son bilan massique actuel (Fountain *et al.* 2006 ; Kavanaugh *et al.* 2009b). Les résultats indiquent que l'écoulement du glacier est principalement lié à la déformation de la glace froide et que le bilan massique du glacier Taylor est relativement équilibré. Des échantillons de glace provenant de la partie inférieure de la zone d'ablation du glacier Taylor ont été analysés par des chercheurs paléoclimatiques qui les ont datés à la dernière période glaciaire (Aciego *et al.* 2007). Des études récentes de la partie inférieure du glacier Taylor ont révélé une séquence entière de glace à la structure bien conservée malgré son âge : elle peut dater de 8 à 55 ka BP (Baggenstos *et al.* 2017), certains pans de glace étant âgés d'au moins 150 ka BP (Severinghaus comm. pers. 2018). Les carottes de glace extraites de cette zone ont servi à analyser les changements dans la composition des gaz atmosphériques (Bauska *et al.* 2016 ; Petrenko *et al.* 2017). D'autres programmes récents de recherche glaciologique menés sur le glacier Taylor ont étudié l'évolution des falaises de glace sèches sur le front glaciaire (Pettit *et al.* 2006 ; Carmichael *et al.* 2007), mesuré la texture de la glace basale et les gaz qu'elle contient à l'intérieur d'un tunnel sous-glaciaire à proximité du débit principal des Blood Falls (Samyn *et al.* 2005, 2008 ; Mager *et al.* 2007) et estimé le bilan énergétique à la surface du glacier (Bliss *et al.* 2011). Des études de l'hydrologie supraglaciaire du glacier Taylor indiquent que les chenaux de fonte recouvrent environ 40 % de la zone d'ablation de la partie inférieure du glacier Taylor, et qu'une proportion importante de la décharge totale dans le lac Bonney provient de la fonte intervenant dans les chenaux (Johnston *et al.* 2005). Deux grands chenaux traversent la coulée principale des Blood Falls, mais, au vu des températures basses de la glace près de la surface et étant donné que les crevasses ne dépassent pas 100 m de profondeur, il semble peu probable qu'il puisse exister des connexions entre les chenaux de fonte à la surface et le réservoir sous-glaciaire des Blood Falls (Cuffey, Fountain, Pettit et Severinghaus, comm. pers. 2010).

L'étendue de l'eau de fonte sous-glaciaire sous le glacier Taylor et ses connexions avec le système des Blood Falls restent pour l'instant incertaines. Les températures basales déduites indiquent que la température de la plus grande partie de la base du glacier Taylor est bien inférieure au point de fusion (Samyn *et al.* 2005, 2008) et une étude au radar menée par Holt *et al.* (2006) n'a pas constaté la présence généralisée d'eau liquide sous le glacier Taylor. Les mesures effectuées par Samyn *et al.* (2005) indiquent une température basale de -17 °C sur le côté du glacier à proximité des Blood Falls. L'épaisseur de la glace et les gradients de température intraglaciaire probables correspondent toutefois à des températures d'environ -5 à -7 °C à la base du glacier situé à 1-3 km des Blood Falls, températures proches de celles qui ont été mesurées dans l'eau saumâtre s'écoulant aux sites primaire et secondaire (Keys 1980). Des études au géoradar indiquent la présence éventuelle d'eau, sans doute hypersaline, dans une dépression du substrat rocheux profonde de 80 m et située à une distance de 4 à 6 km de l'extrémité du glacier Taylor (Hubbard *et al.* 2004).

Le réservoir sous-glaciaire des Blood Falls rejette de l'eau saline de façon épisodique, la plupart du temps par la coulée principale et parfois par le débit latéral secondaire. Des études détaillées menées grâce au VSA (véhicule sous-marin autonome) ENDURANCE (Environmentally Non-Disturbing Under-Ice Robotic Antarctic Explorer) à l'extrémité du glacier Taylor indiquent que l'eau saumâtre sous-glaciaire pourrait se déverser dans le lac Bonney sur presque toute la longueur du front glaciaire (Stone *et al.* 2010 ; Priscu, pers. comm. 2011). D'autre part, quelques sites ont été identifiés le long des marges nord et sud du glacier Taylor où les couches de glace contiennent des sels et présentent cette même couleur orangée (ces sites sont indiqués comme « sites d'écoulement possibles » sur la Carte 1), mais la nature de ces caractéristiques reste

encore à définir (Keys 1980 ; Nylén, comm. pers. 2010). Le déclenchement de ces rejets sous-glaciaires est encore mal compris, mais il semble que l'eau saumâtre, une fois accumulée sous pression sous le glacier, pourrait se déverser dans un conduit sous-glaciaire discret contrôlant le débit principal. Ce comportement ressemble à certaines débâcles glaciaires apériodiques (jökulhlaups) où les processus de fonte basale et l'évolution des contraintes (par exemple le déplacement physique du glacier Taylor) peuvent créer une brèche dans la retenue de glace basale qui permet à l'eau saumâtre de se déverser, ou bien chasser le liquide sous-glaciaire de la cuvette rocheuse (Keys 1980; Higgins *et al.* 2000 ; Mikucki 2005). Badgeley *et al.* (2017) suggère que les Blood Falls font office de « soupape de décharge » pour le système hydrologique, où des bassins d'eau saumâtre sous-glaciaire pressurisée en amont des Blood Falls sont injectés de manière intraglaciaire par la formation des crevasses, lui permettant de rester liquide grâce à la cryoconcentration et la libération de chaleur latente. Puis l'eau saumâtre est relâchée, tel un puits artésien épisodique, via les formations de crevasses en surface ayant lieu aux Blood Falls, après avoir été advectée en direction du front glaciaire par le flux de glace.

Le débit principal des Blood Falls est une eau froide ( $-6^{\circ}\text{C}$ ), riche en carbone organique dissous, en fer et en chlorure de sodium, ayant une conductivité à peu près 2,5 fois supérieure à celle de l'eau de mer (Mikucki *et al.* 2004; Mikucki 2005). Plusieurs sources de données géochimiques appuient la thèse de l'origine marine de la coulée des Blood Falls, dont les caractéristiques sont proches de celles de l'eau de mer. Des études ont prouvé que le volume, l'étendue et la géochimie du débit des Blood Falls varient dans le temps (Black *et al.* 1965 ; Keys 1979 ; Lyons *et al.* 2005) et varient aussi selon qu'il s'agisse du flux normal ou d'épisodes de débit rapide (Mikucki 2005).

### *Écologie et microbiologie*

La coulée des Blood Falls contient une communauté microbienne unique, apparemment d'origine marine (Mikucki & Prisco 2007 ; Mikucki *et al.* 2009). Les bactéries peuvent sans doute métaboliser les composés ferreux et sulfureux, ce qui leur a permis de survivre dans cet environnement sous-glaciaire très longtemps, peut-être des millions d'années (Mikucki *et al.* 2009). Les microbes semblent aussi jouer un rôle important dans le cycle du carbone, ce qui a permis à l'écosystème de survivre sans apport externe de carbone (Mikucki & Prisco 2007). Les contrôles primaires des caractéristiques de l'écosystème microbien des Blood Falls fourniront peut-être un analogue des conditions existant sous les calottes de glace polaires de Mars (Mikucki *et al.* 2004). Un assemblage microbien a été identifié dans des échantillons de glace basale et de sédiments prélevés dans le tunnel creusé dans la marge nord du glacier Taylor (Christner *et al.* 2010).

L'étude de ces bactéries microbiennes appuie la thèse de l'origine marine du réservoir d'eau saumâtre, car les assemblages microbiens des Blood Falls sont analogues à ceux que l'on trouve dans les systèmes marins (Mikucki *et al.* 2004 ; Mikucki & Prisco 2007). Cet écosystème est maintenant reconnu comme un site important pour les études exobiologiques, notamment comme analogue des masses glaciaires de la planète Mars (Mikucki *et al.* 2004 ; Mikucki 2005). Il semble que le passé préglaciaire de l'écosystème et du terrain environnant, la lithologie du socle et l'hydrologie du glacier soient les contrôles primaires de l'assemblage microbien des Blood Falls, mais l'ampleur des interactions entre l'écosystème microbien et le système hydrologique glaciaire n'est pas encore bien comprise (Mikucki 2005 ; Mikucki & Prisco 2007).

Les eaux salines sous-glaciaires des Blood Falls rejoignent l'eau comparativement douce de la surface du lac Bonney présente dans la zone entourant le lac dans sa partie occidentale (surnommée la « douve » du lac, car c'est une zone de fonte en été). La zone de la douve est une zone de transition, sa composition géochimique se différenciant de plus en plus des Blood Falls au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site de débit principal (Mikucki 2005). Le cours d'eau Santa Fe, alimenté principalement par la fonte de surface du glacier Taylor et coulant le long de sa marge septentrionale, ajoute à la dilution de la coulée des Blood Falls (Mikucki 2005). Lawson Creek se déverse aussi dans la Zone et se jette dans le lac Bonney à environ 100 m au nord de la coulée principale des Blood Falls.

Les Blood Falls rejettent de façon épisodique de l'eau saline, ainsi que du carbone organique et des bactéries viables, dans le lobe occidental du lac Bonney, entraînant des changements géochimiques et biologiques dans les eaux du lac et lui fournissant des nutriments par ailleurs limités (Lyons *et al.* 1998, 2002, 2005 ; Mikucki *et al.* 2004). Des débits ont pu être observés dans le lac Bonney à une profondeur de 20 à 25 m, et au-delà de cette profondeur le lac Bonney a une géochimie comparable à celle des Blood Falls, notamment des teneurs en fer élevées et une chimie ionique analogue à celle de l'eau de mer (Black & Bowser 1967;

Lyons *et al.* 1998, 2005 ; Mikucki *et al.* 2004). Certaines études ont montré que les bactéries des zones profondes de l'ouest du lac Bonney sont d'une taille comparable à celle des bactéries des Blood Falls, mais sont beaucoup plus petites que celles que l'on trouve dans les eaux profondes des autres lacs des vallées sèches (Takacs 1999).

### Écologie terrestre

Les communautés d'invertébrés des Blood Falls n'ont pas fait l'objet d'études poussées. Des échantillons de sol, prélevés au bord de la partie occidentale du lac Bonney, indiquent cependant que le *Scottinema lindsayae* est le nématode le plus abondant dans le bassin du lac Bonney ; ils indiquent aussi la présence d'*Eudorylaimus antarcticus* et de *Plectus antarcticus* (Barrett *et al.* 2004).

### Activités humaines et leur impact

Les camps de base dans cette zone ont traditionnellement été situés dans deux aires principales sur la rive nord-ouest du lac Bonney, à proximité de la zone de la douve et de la coulée principale des Blood Falls (Carte 2). Le camp contient un certain nombre de sites de tentes marqués par des cercles de pierres. Ceci a causé des perturbations localisées au sol, mais il est peu probable que les activités liées au camp aient eu un impact sur les Blood Falls (Keys, Skidmore, comm. pers. 2010). Jusqu'à il y a peu, il y avait une aire d'atterrissage des hélicoptères à 160 m au nord de la coulée principale des Blood Falls, et il est pareillement peu probable que son utilisation ait eu des effets nuisibles sur les Blood Falls (Hawes, Skidmore, comm. pers. 2010). Une piste piétonne a été établie à l'ouest de Lawson Creek, parallèle au cours d'eau Santa Fe et au-dessus de celui-ci à environ 50-100 m de la marge septentrionale du glacier Taylor. Le trafic piétonnier a rendu la piste très évidente, et elle montre des signes de légère érosion.

Des instruments, notamment un déversoir, avaient été installés par le LTER dans la zone du delta pour la surveillance du cours d'eau Santa Fe (Carte 2) ; la majeure partie de ce matériel a été retirée en janvier 2010. Certaines parties du déversoir étaient enchâssées dans les sédiments du cours d'eau et trop difficiles à retirer, ils ont donc été laissées sur place, parce que leur enlèvement aurait causé plus d'impact que de laisser le matériel en place. Du matériel glaciologique hors d'usage a été enlevé de la marge septentrionale du glacier Taylor et de la zone du delta du cours d'eau Santa Fe, mais il se peut que certains éléments aient été laissés dans des endroits inaccessibles et/ou enchâssés dans les sédiments au pied des falaises de glace. Il reste deux tunnels creusés dans la glace basale par des programmes scientifiques antérieurs, le long de la marge septentrionale du glacier Taylor, à ~ 600 m et 1000 m des Blood Falls respectivement, qui s'effondreront et fondront avec le temps.

### 6(ii) Accès à la Zone

- Il n'y a pas de restrictions particulières à l'accès au glacier Taylor, aux déplacements sur et/ou au-dessus de sa surface dans la région comprise dans la composante en sous-surface de la Zone (Image 3).
- L'accès à la composante subaérienne de la Zone doit normalement se faire d'abord par hélicoptère sur la zone d'atterrissage désignée, sur la rive nord-ouest du lac Bonney (162°16,47'E, 77°43,17'S, Carte 2), et à pied à partir de là. Il est aussi possible d'accéder à la Zone en venant à pied depuis le lac Bonney ou de plus haut sur le glacier Taylor.
- La voie piétonnière recommandée pour l'accès à la composante subaérienne de la Zone depuis la zone d'atterrissage des hélicoptères désignée et le camp est celle qui vient du lac Bonney, évitant autant que possible la coulée glacée d'eau saline colorée et le delta du cours d'eau Santa Fe, remontant l'extrémité du glacier Taylor depuis les pentes situées au sud de la limite de la composante subaérienne (Carte 2). Des falaises de glace abruptes présentes le long des marges septentrionales du glacier Taylor empêchent d'accéder à pied à la composante subaérienne de la Zone. Plus tard dans la saison, des fosses et des cuvettes qui se forment le long du lac Bonney peuvent empêcher l'accès à la Zone.
- Une voie piétonnière s'est développée, à une distance d'environ 50 à 100 m et parallèle à la marge septentrionale du glacier Taylor, permettant l'accès à la zone plusieurs kilomètres en amont de la zone d'atterrissage des hélicoptères désignée et du camp. Des falaises de glace abruptes présentes le long des marges septentrionales du glacier Taylor empêchent d'accéder à la surface du glacier depuis cet itinéraire.

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

Il n'y a pas de structure permanente dans la Zone. Deux bornes de surveillance permanentes sont encastrées dans un rocher situé à environ 175 m au nord de la Zone : le repère géodésique NZAP TP01 est un tube avec filetage femelle (162°16,466'E, 77°43,175'S, élévation 72,7m) ; le repère géodésique UNAVCO TP02 est un boulon fileté de 5/8" de diamètre (162°16,465'E, 77°43,175'S, élévation 72,8m). Le rocher se situe dans une zone de terrain en pente sur la rive nord du lac Bonney, à environ 15 m au sud de la zone d'atterrissage des hélicoptères. Un déversoir et une jauge de cours d'eau sont situés à environ 80 m au nord-ouest de la Zone à Lawson Creek. Le camp du lac Bonney se situe à environ 4,3 km à l'est de la Zone.

*6(iv) Emplacement d'autres zones protégées à proximité*

La Zone fait partie de la ZGSA n° 2 Vallées sèches de McMurdo. Les Zones spécialement protégées de l'Antarctique (ZSPA) les plus proches sont : Glacier Canada (ZSPA n° 131), située à 22 km au nord-est des Blood Falls dans la vallée Taylor ; Terrasse Linnaeus (ZSPA n° 138), située à 31 km au nord-ouest des Blood Falls dans la vallée Wright ; et Vallée Barwick (ZSPA n° 123), située à environ 43 km au nord-ouest des Blood Falls.

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

Il n'y a aucune aire spéciale à l'intérieur de la zone.

## **7. Critères de délivrance des permis**

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

L'accès aux composantes subaérienne ou en sous-surface de la Zone est interdit sauf si un permis a été délivré à cet effet par les autorités nationales compétentes. Les critères de délivrance d'un permis d'accès à la Zone sont les suivants :

- le permis est délivré pour des raisons pédagogiques ou de sensibilisation indispensables qui ne peuvent être satisfaites ailleurs, ou pour des raisons essentielles à la gestion de la Zone ;
- les activités autorisées sont conformes au présent plan de gestion ;
- les activités autorisées veilleront, au moyen d'un processus d'évaluation d'impact sur l'environnement, à la protection permanente des valeurs environnementales, écologiques, pédagogiques et scientifiques de la Zone ;
- le permis est délivré pour une période limitée ;
- le permis ou une copie certifiée, sera emporté à l'intérieur de la Zone.

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

*a) Composante en sous-surface (partie inférieure du glacier Taylor)*

- L'accès au glacier Taylor, les déplacements sur et/ou au-dessus de sa surface dans la partie de la Zone comprenant sa composante en sous-surface ne sont soumis à aucune restriction particulière (Image 3).

*b) Composante subaérienne (près des Blood Falls)*

*Accès par voie aérienne et survol*

- L'atterrissage et le survol de la composante subaérienne de la Zone à moins de 100 m (328 ft) au-dessus du sol par un aéronef, y compris par des systèmes d'aéronefs pilotés à distance (RPAS), est interdit sauf avis contraire stipulé dans un permis ;
- Les hélicoptères permettant d'accéder aux Blood Falls devront, de façon générale, éviter les atterrissages dans la composante subaérienne de la Zone, et devront de préférence atterrir dans la zone d'atterrissage désignée à cet effet sur la rive nord-ouest du lac Bonney (162°16,47'E, 77°43,17'S, Carte 2) ;
- Des hélicoptères ou d'autres aéronefs peuvent être utilisés dans la composante subaérienne de la Zone en vue de collecter des données, ou d'effectuer des livraisons de matériel essentiel pour des raisons

scientifiques ou de gestion nécessaires pour lesquelles un permis a été délivré, mais ils doivent éviter dans toute la mesure du possible d'emprunter les chenaux supraglaciaires.

*Accès en véhicule et utilisation de véhicules dans la Zone*

- Les véhicules sont interdits au sein de la composante subaérienne de la Zone.

*Accès piéton et déplacements dans la Zone*

- L'accès à la composante subaérienne de la zone et les déplacements à l'intérieur de celle-ci se feront normalement à pied ;
- Les visiteurs accédant à la composante subaérienne de la Zone devront éviter les zones des débits primaire et secondaire des Blood Falls, à moins que les activités autorisées par le permis ne requièrent l'accès à ces sites ;
- La voie piétonnière recommandée pour l'accès à la composante subaérienne de la Zone depuis la zone d'atterrissage des hélicoptères désignée et le camp est celle qui vient du lac Bonney, remontant l'extrémité du glacier Taylor depuis les pentes situées au sud de la limite de la composante subaérienne (Carte 2).
- Les seuls déplacements au sein de la composante subaérienne de la Zone seront ceux nécessaires à la poursuite des activités pour lesquelles un permis a été délivré.

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

- Travaux de recherche scientifique qui ne portent pas atteinte aux valeurs de l'écosystème ou scientifiques de la Zone et ne nuisent pas à l'intégrité du système des Blood Falls ;
- Les activités de gestion essentielles, y compris celles de suivi et d'inspection ;
- Activités à caractère pédagogique (telles que les rapports documentaires, photographiques, audio ou écrits, ou la production de ressources ou services pédagogiques) qu'il n'est pas possible de satisfaire ailleurs ;
- Les conditions spécifiques énoncées ci-après s'appliquent aux activités qui sont ou peuvent être menées dans les composantes en sous-surface et subaérienne de la Zone :

*a) Composante en sous-surface*

- Tous les projets nécessitant l'accès à la composante en sous-surface de la Zone devront considérer à l'avance les incertitudes quant aux caractéristiques du système hydrologique en sous-surface, et le risque que les activités envisagées aient un impact plus que mineur ou transitoire sur les valeurs de la Zone. Dans cette perspective, l'évaluation préalable de l'impact sur l'environnement de ces activités devra inclure un examen scientifique détaillé et rigoureux auquel pourront contribuer les experts pertinents.
- Ces propositions devront tenir compte du Code de conduite du SCAR sur l'accès à l'environnement aquatique sous-glaciaire et, selon le cas, d'autres protocoles et procédures sur les bonnes pratiques développées afin que l'accès à l'environnement sous-glaciaire se fasse dans des conditions de sûreté et de respect de l'environnement (voir Committee on Principles of Environmental Stewardship for the Exploration and Study of Subglacial Environments 2007 ; Arctic and Antarctic Research Institute 2010 ; Lake Ellsworth Consortium 2011).
- Toutes les activités nécessitant l'accès à la composante en sous-surface de la Zone devront inclure le suivi de l'efficacité des mesures de contrôle mises en place pour minimiser / prévenir les rejets dans l'environnement.

*b) Composante subaérienne*

- L'échantillonnage des eaux de fonte des chenaux supraglaciaires se déversant dans la coulée principale des Blood Falls est autorisé, à condition que les mesures appropriées définies en section 7(vi) soient mises en place afin de réduire au minimum les éventuelles contaminations.

*7(iv) Installation, modification ou enlèvement de structures*



- Aucune structure ne doit être érigée dans la Zone sauf si un permis l'autorise et, à l'exception des bornes et panneaux permanents, toute structure ou installation permanente est interdite;
- Toutes les structures, tout le matériel scientifique et tous les repères installés dans la Zone doivent être autorisés par un permis et clairement identifiés par pays, nom du principal chercheur et année d'installation. Tous ces éléments doivent être composés de matériaux qui présentent un risque minimum de contamination pour la Zone ;
- L'installation (y compris le choix du site), l'entretien, la modification, ou l'enlèvement de structures doivent s'effectuer d'une façon qui limite les perturbations de l'environnement, ainsi que de la faune et la flore ;
- Le retrait de matériel spécifique pour lequel le permis est arrivé à expiration relèvera de la responsabilité de l'autorité qui a délivré le permis original et devra figurer dans les critères d'octroi du permis ;
- Si des équipements sont laissés *in situ* dans la composante de sous-surface de la Zone pendant des périodes prolongées, des dispositions seront prises pour réduire au minimum le risque de contamination et/ou de perte de matériel ;
- Certains équipements ou matériels pourraient devoir être installés dans des environnements aquatiques sous-glaciaires pour des raisons scientifiques et/ou de suivi (par exemple pour mesurer des processus géophysiques ou biogéochimiques, ou pour surveiller l'impact des activités humaines sur l'environnement sous-glaciaire). Ces installations devront faire l'objet d'un examen spécifique dans l'évaluation de l'impact sur l'environnement de cette activité, et celle-ci inclura aussi la marche à suivre pour leur enlèvement, ainsi que les risques et les bénéfices au cas où leur enlèvement ne serait pas pratique.

*7(v) Emplacement des camps*

- Les campements sur le glacier Taylor dans la région comprise dans la composante en sous-surface de la Zone ne sont sujets à aucune restriction.
- Il est interdit de camper dans la composante subaérienne de la Zone.
- Un camp de base désigné est situé sur la rive nord-ouest du lac Bonney, à environ 150 m au nord de la coulée principale des Blood Falls. Il est situé sur une aire rocailleuse en pente douce (vers 162°16,34'E, 77°43,20'S) qui s'étend depuis environ 100 m de la rive du lac Bonney et depuis environ 200 m au nord-est de Lawson Creek jusqu'à un repère géodésique permanent (TP02) situé à quelque 20 m de la rive du lac. Des cercles de pierre marquent les emplacements des tentes. Il convient d'utiliser, dans la mesure du possible, les emplacements de tentes les plus éloignés de la rive du lac Bonney.

*7(vi) Restrictions relatives aux matériaux et organismes pouvant être introduits dans la Zone*

- Aucun animal vivant, aucune forme végétale, aucun micro-organisme et aucun type de sol ne seront introduits délibérément dans la Zone et les mesures de précaution décrites ci-dessous seront prises pour la protéger d'une introduction accidentelle ;
- Les visiteurs devront prendre des précautions spéciales contre toute introduction afin de préserver les valeurs écologiques et scientifiques des Blood Falls et de réduire le risque d'introduction de microbes dans le système des Blood Falls. Sont un motif de préoccupation les introductions d'agents pathogènes, de microbes, d'invertébrés ou de plantes en provenance d'autres sites antarctiques, y compris les stations, ou de régions extérieures à l'Antarctique. Les précautions qui seront prises au sein des composantes subaérienne et en sous-surface de la Zone sont les suivantes :

*a) Composante en sous-surface*

Pour éviter les introductions de microbes dans la plus grande mesure du possible, tout l'équipement qui sera introduit dans la composante en sous-surface de la zone devra être stérilisé avant d'être utilisé. La stérilisation devra se faire au moyen de méthodes acceptables spécifiées dans l'évaluation d'impact sur l'environnement pour cette activité ;

*b) Composante subaérienne*

Les visiteurs veilleront à ce que le matériel d'échantillonnage ou les balises soient propres. Les chaussures et autres équipements à utiliser dans la Zone (y compris les crampons, les stabilisateurs,

les sacs à dos et sacs à provision) devront aussi, dans toute la mesure du possible, être soigneusement nettoyés avant de pénétrer dans la Zone. Il est également possible de prendre des chaussures propres (y compris les crampons etc.) qui ne seront portées qu'à l'intérieur de la Zone. 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'éthanol ou dans une solution disponible sur le marché telle que le « Virkon ». Des survêtements de protection stériles devront être portés pour procéder aux échantillonnages dans la partie subaérienne de la Zone. Les vêtements protecteurs devront être adaptés pour pouvoir travailler à des températures de -20 °C ou inférieures et comprendront, au minimum, des combinaisons stériles couvrant bras, jambes et corps et des gants stériles pouvant être enfilés par-dessus les gants classiques. Les protections stériles jetables pour les pieds ne sont pas adaptées aux déplacements sur glacier et ne doivent pas être utilisées ;

- Aucun herbicide ni pesticide ne doit être introduit dans la Zone ;
- Tout autre produit chimique, y compris les radionucléides ou les isotopes stables, qui peuvent être introduits pour des raisons scientifiques ou raisons de gestion visées dans le permis, seront enlevés de la Zone au plus tard à la fin de l'activité pour laquelle le permis a été délivré ;
- Aucun traceur chimique ne sera introduit dans la composante en sous-surface de la Zone, et l'utilisation de traceurs dans la composante subaérienne de la Zone se fera conformément à la section « Cours d'eau » des lignes directrices environnementales pour la recherche scientifique figurant à l'appendice B du plan de gestion de la ZGSA n° 2 Vallées sèches de McMurdo ;
- Il est interdit de déposer dans la Zone des combustibles, des aliments et d'autres matériaux à moins qu'ils ne soient nécessaires pour des buts essentiels liés à l'activité pour laquelle le permis a été délivré ;
- De manière générale, tous les matériaux introduits dans la Zone ne le seront que pour une période donnée et ils seront enlevés à la fin de ladite période au plus tard, à moins qu'ils ne soient installés de façon permanente dans l'environnement aquatique sous-glaciaire à des fins scientifiques ou de surveillance, auquel cas les conditions imposées à leur utilisation seront justifiées et détaillées dans l'évaluation de l'impact sur l'environnement pour cette activité ;
- Tous les matériaux seront entreposés et gérés de telle sorte que les risques posés par leur introduction dans l'environnement soient réduits au minimum ;
- En cas de déversement susceptible de porter préjudice aux valeurs de la Zone, les matériaux seront retirés, dans la mesure où ce retrait n'entraînera pas de conséquences plus graves que de les laisser *in situ*.

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

Le prélèvement de végétaux et la capture d'animaux ou les perturbations nuisibles à la faune et la flore indigène sont interdits, sauf sur délivrance d'un permis conforme à l'article 3 de l'Annexe II du Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement par l'autorité nationale compétente.

#### 7(viii) Collecte ou retrait de matériaux non introduits dans la Zone par le titulaire 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.
- Les débris d'origine humaine qui risquent de porter atteinte aux valeurs de la Zone et qui n'ont pas été introduits dans la Zone par le détenteur du permis ou pour lesquels aucune autre autorisation n'a été délivrée, peuvent être enlevés de la Zone à moins que l'impact de leur enlèvement ne risque d'être plus grand que si les matériaux étaient laissés *in situ*. Si tel est le cas, l'autorité compétente doit en être notifiée.

#### 7(ix) Élimination des déchets

Tous les déchets, y compris les déchets humains, seront enlevés de la Zone.

7(x) Mesures qui peuvent être nécessaires pour continuer de répondre aux objectifs du plan de gestion

Des permis d'accès à la zone peuvent être délivrés pour :

- mener des activités de surveillance et d'inspection dans la Zone pouvant comprendre la collecte d'un petit nombre d'échantillons ou de données pour en effectuer l'analyse ou l'examen ;
- installer ou entretenir des panneaux de signalisation, des structures ou des équipements scientifiques ; et
- appliquer des mesures de protection.

7(xi) Rapports de visite

- Les Parties doivent s'assurer que le détenteur principal de chaque permis délivré soumette aux autorités compétentes un rapport décrivant les activités menées dans la Zone. Ces rapports doivent inclure les renseignements identifiés dans le formulaire du rapport de visite inclus dans le « Guide pour la préparation des plans de gestion de Zones spécialement protégées en Antarctique ». Si nécessaire, l'autorité nationale doit également transmettre une copie du rapport de visite à la Partie étant à l'initiative du plan de gestion, afin de l'aider à la gestion de la Zone et dans la révision du plan de gestion.
- Les Parties doivent conserver une archive de ces activités et, lors de l'échange annuel d'informations, fournir une description synoptique des activités menées par les personnes relevant de leur juridiction, avec suffisamment de détails pour permettre une évaluation de l'efficacité 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 afin de conserver une archive d'usage qui sera utilisée pour toute révision du plan de gestion et pour l'organisation de l'utilisation scientifique de la Zone.
- Lorsque l'accès à la composante en sous-surface de la Zone est requis, les rapports devront également inclure l'emplacement des sites de forage avec une précision de  $\pm 1$  m, et fournir des détails concernant la méthode de forage et le type de fluide de forage employé. Toute contamination de l'environnement de sous-surface fera l'objet d'un rapport. Les rapports feront mention des activités de suivi menées afin de vérifier l'efficacité des mesures mises en place pour contrôler la contamination, notamment celles liées au contrôle microbien.
- L'autorité compétente devra être notifiée de toutes les activités entreprises et de toutes les mesures prises ainsi que de tous les matériaux utilisés et non enlevés qui n'étaient pas inclus dans le permis délivré.

## 8. Bibliographie

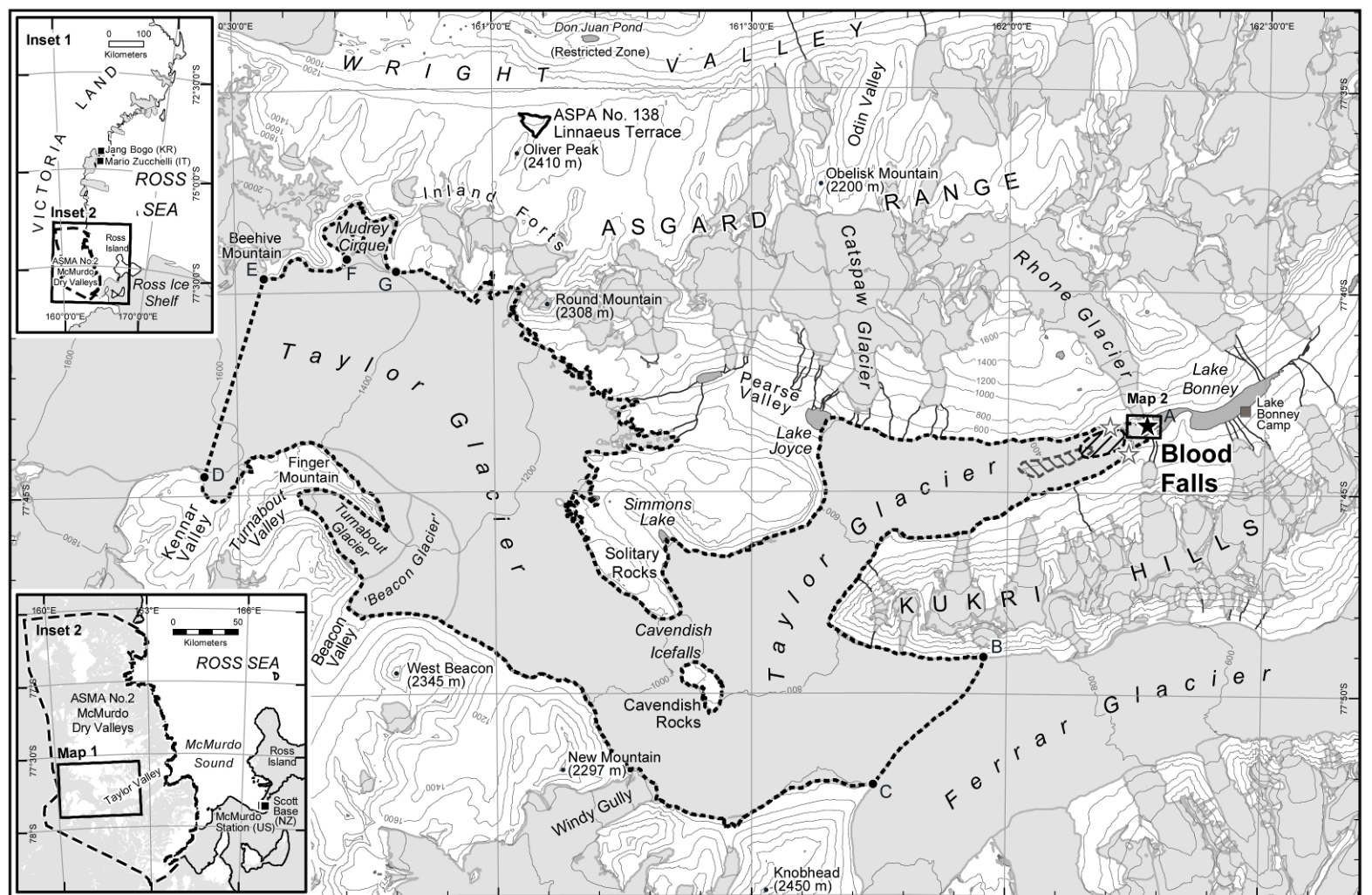
- Aciego, S.M., Cuffey, K.M., Kvanaugh, J.L., Morse, D.L. & Severinghaus, J.P. 2007. Pleistocene ice and paleo-strain rates at Taylor Glacier, Antarctica. *Quaternary Research* **68**: 303–13.
- Angino, E.E., Armitage, K.B. & Tash, J.C. 1964. Physicochemical limnology of Lake Bonney, Antarctica. *Limnology and Oceanography* **9** (2): 207-17.
- Arctic and Antarctic Research Institute 2010. Water sampling of the subglacial Lake Vostok. Évaluation globale finale d'impact sur l'environnement. Expédition Antarctique de Russie, Institut de recherche d'Arctique et d'Antarctique. Saint-Pétersbourg, Russie.
- Badgeley, J.A., Pettit, E.C., Carr, C.G., Tulaczyk, S., Mikucki, J.A., Lyons, W.B. & équipe scientifique du MIDGE 2017. An englacial hydrologic system of brine within a cold glacier: Blood Falls, McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Journal of Glaciology* **63**(239): 387-400.
- Baggenstos, D., Bauska, T.K., Severinghaus, J.P., Lee, J.E., Schaefer, H., Buizert, C., Brook, E.J., Shackleton, S. & Petrenko, V.V. 2017. Atmospheric gas records from Taylor Glacier, Antarctica, reveal ancient ice with ages spanning the entire last glacial cycle. *Climate of the Past* **13**(7): 943-58. <https://doi.org/10.5194/cp-13-943-2017>, 2017.
- Barrett, J.E., Virginia, R.A., Wall, D.H., Parsons, A.N., Powers, L.E. & Burkins, M.B. 2004. Variation in biogeochemistry and soil biodiversity across spatial scales in a polar desert ecosystem. *Ecology* **85** (11): 3105-18.
- Bauska, T.K., Baggenstos, D., Brook, E.J., Mix, A.C., Marcott, S.A., Petrenko, V.V., Schaefer, H., Severinghaus J.P. & Lee J.E. 2016. Carbon isotopes characterize rapid changes in atmospheric carbon dioxide during the last deglaciation. *PNAS* **113**(13): 3465-70.

- Black, R.F. & Bowser, C.J. 1967. Salts and associated phenomena of the termini of the Hobbs and Taylor Glaciers, Victoria Land, Antarctica. *International Union of Geodesy and Geophysics, Commission on Snow and Ice. Publication* **79**: 226-38.
- Black, R. F., Jackson, M. L. & Berg, T. E., 1965. Saline discharge from Taylor Glacier, Victoria Land, Antarctica. *Journal of Geology* **74**: 175-81.
- Bliss, A.K., Cuffey, K.M. & Kavanaugh, J.L. 2011. Sublimation and surface energy budget of Taylor Glacier, Antarctica. *Journal of Glaciology* **57** (204): 684-96.
- Burkins, M.B., Virginia, R.A., Chamberlain, C.P. & Wall, D.H. 2000. Origin and Distribution of Soil Organic Matter in Taylor Valley, Antarctica. *Ecology* **81** (9): 2377-91.
- Campbell, I.B. & Claridge, G.G.C. 1987. *Antarctica: soils, weathering processes and environment* (Développements dans Soil Science 16). Elsevier, New York.
- Carmichael, J.D., Pettit, E.C., Creager, K.C. & Hallet, B. 2007. Calving of Taylor Glacier, Dry Valleys, Antarctica. *Eos Transactions AGU* **88** (52), Suppléments à la réunion d'automne, Résumé C41A-0037.
- Christner, B.C., Doyle, S.M., Montross, S.N., Skidmore, M.L., Samyn, D., Lorrain, R., Tison, J. & Fitzsimons, S. 2010. A subzero microbial habitat in the basal ice of an Antarctic glacier. Réunion d'automne de l'AGU 2010, Résumé B21F-04.
- Committee on the Principles of Environmental Stewardship for the Exploration and Study of Subglacial Environments, 2007. Exploration of Antarctic Subglacial Aquatic Environments: Environmental and Scientific Stewardship. Polar Research Board, National Research Council, National Academies Press, Washington D.C. (<http://www.nap.edu/catalog/11886.html>).
- Foley, N., Tulaczyk, S., Auken, E., Schamper, C., Dugan, H., Mikucki, J., Virginia, R. & Doran, P. 2015. Helicopter-borne transient electromagnetics in high-latitude environments: An application in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Geophysics* **81**(1): WA87-WA99.
- Fountain, A.G., Lyons, W.B., Burkins, M.B. Dana, G.L., Doran, P.T., Lewis, K.J., McKnight, D.M., Moorhead, D.L., Parsons, A.N., Priscu, J.C., Wall, D.H., Wharton, Jr., R.A. & Virginia, R.A. 1999. Physical controls on the Taylor Valley ecosystem, Antarctica. *BioScience* **49** (12): 961-71.
- Fountain, A.G., Nylen, T.H., MacClune, K.J., & Dana, G.L. 2006. Glacier mass balances (1993-2001) Taylor Valley, McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Journal of Glaciology* **52** (177): 451-465.
- Lake Ellsworth Consortium 2011. Proposed exploration of subglacial Lake Ellsworth, Antarctica. Projet d'évaluation globale d'impact sur l'environnement. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Hall, B.L. & Denton, G.H. 2000. Radiocarbon Chronology of Ross Sea Drift, Eastern Taylor Valley, Antarctica: Evidence for a Grounded Ice Sheet in the Ross Sea at the Last Glacial Maximum. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* **82** (2-3): 305-36.
- Hamilton, W. L., Frost, I. C. & Hayes P. T. 1962. Saline Features of a Small Ice Platform in Taylor Valley, Antarctica. USGS Professional Paper **450B**. US Geological Survey: B73-76.
- Hendy, C.H., Healy, T.R., Rayner, E.M., Shaw, J. & Wilson, A.T. 1979. Late Pleistocene glacial chronology of the Taylor Valley, Antarctica, and the global climate. *Quaternary Research* **11** (2): 172-84.
- Higgins, S.M., Denton, G. H. & Hendy, C. H. 2000. Glacial Geomorphology of Bonney Drift, Taylor Valley, Antarctica. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* **82** (2-3): 365-89.
- Holt, J.W., Peters, M.E., Morse, D.L., Blankenship, D.D., Lindzey, L.E., Kavanaugh, J.L. & Cuffey, K.M. 2006. Identifying and characterising subsurface echoes in airborne radar sounding from a high-clutter environment in the Taylor Valley, Antarctica. 11<sup>e</sup> Conférence internationale sur les géoradars, 19-22 juin 2006, Columbus Ohio.
- Hubbard, A., Lawson, W., Anderson, B., Hubbard, B. & Blatter, H. 2004. Evidence of subglacial ponding across Taylor Glacier, Dry Valleys, Antarctica. *Annals of Glaciology* **39**: 79-84.
- Johnston, R.R., Fountain, A.G. & Nylen, T.H. 2005. The origins of channels on lower Taylor Glacier, McMurdo Dry Valleys, Antarctica, and their implication for water runoff. *Annals of Glaciology* **40**: 1-7.
- Kavanaugh, J.L. & Cuffey, K.M. 2009. Dynamics and mass balance of Taylor Glacier, Antarctica: 2. Force balance and longitudinal coupling. *Journal of Geophysical Research* **114**: F04011.

- Kavanaugh, J.L., Cuffey, K.M., Morse, D.L., Conway, H. & Rignot, E. 2009a. Dynamics and mass balance of Taylor Glacier, Antarctica: 1. Geometry and surface velocities. *Journal of Geophysical Research* **114**: F04010.
- Kavanaugh, J.L., Cuffey, K.M., Morse, D.L., Bliss, A.K. & Aciego, S.M. 2009b. Dynamics and mass balance of Taylor Glacier, Antarctica: 3. State of mass balance. *Journal of Geophysical Research* **114**: F04012.
- Keys, J.R. 1979. The saline discharge at the terminus of Taylor Glacier. *Antarctic Journal of the United States* **14**: 82-85.
- Keys, J.R. 1980. Salts and their distribution in the McMurdo region, Antarctica. Chapitre 8 d'une thèse de doctorat non publiée soutenue à l'université de Victoria à Wellington NZ, et centre de recherche polaire Byrd, Columbus, Ohio : 240-82.
- Lyons, W.B., Nezat, C.A., Benson, L.V., Bullen, T.D., Graham, E.Y., Kidd, J., Welch, K.A. & Thomas, J.M. 2002. Strontium isotopic signatures of the streams and lakes of Taylor Valley, Southern Victoria Land, Antarctica: chemical weathering in a polar climate. *Aquatic Geochemistry* **8** (2): 75-95.
- Lyons, W.B., Tyler, S.W., Wharton Jr R.A., McKnight D.M. and Vaughn B.H. 1998. A Late Holocene desiccation of Lake Hoare and Lake Fryxell, McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Antarctic Science* **10** (3): 247-56.
- Lyons, W.B., Welch, K.A., Snyder, G., Olesik, J., Graham, E.Y., Marion, G.M. & Poreda, R.J. 2005. Halogen geochemistry of the McMurdo dry valleys lakes, Antarctica: Clues to the origin of solutes and lake evolution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **69** (2): 305-23.
- Mager, S., Fitzsimons, S., Frew, R. & Samyn, D. 2007. Stable isotope composition of the basal ice from Taylor Glacier, southern Victoria Land, Antarctica. Géological Survey (États-Unis) et les National Academies ; USGS OF-2007-1047, Résumé détaillé 109.
- Mager, S. 2006. A compositional approach to understanding the formation of basal ice in Antarctic glaciers. Thèse de doctorat non publiée ; Université d'Otago, Dunedin, Nouvelle-Zélande.
- Marchant, D. R., Denton, G. H. & Sugden, D. E. 1993. Miocene glacial stratigraphy and landscape evolution in the western Asgard Range, Antarctica. *Geografiska Annaler* **75**:269-302.
- Mikucki, J. A. 2005. *Microbial Ecology of an Antarctic Subglacial Environment*. Thèse de doctorat non publiée, Université d'État du Montana, Bozeman, Montana.
- Mikucki, J.A., Foreman, C.M., Sattler, B., Lyons, W.B. & Priscu, J.C. 2004. Geomicrobiology of Blood Falls: An iron-rich saline discharge at the terminus of the Taylor Glacier, Antarctica. *Aquatic Geochemistry* **10**:199-220.
- Mikucki, J.A., Pearson, A., Johnston, D.T. Turchyn, A.V., Farquhar, J., Schrag, D.P., Anbar, A.D., Priscu, J.C. & Lee, P.A. 2009. A contemporary microbially maintained subglacial ferrous 'ocean'. *Science* **324**: 397-400.
- Mikucki, J.A. & Priscu, J.C. 2007. Bacterial diversity associated with Blood Falls, a subglacial outflow from the Taylor Glacier, Antarctica. *Applied and Environmental Microbiology* **73** (12): 4029-39.
- Mikucki, J.A., Auken, E., Tulaczyk, S., Virginia, R.A., Schamper, C., Sørensen, K.I., Doran, P.T., Dugan, H. & Foley, N. 2015. Deep groundwater and potential subsurface habitats beneath an Antarctic dry valley. *Nature Communications* **6**: 6831.
- Petrenko, V.V., Smith, A.M., Schaefer, H., Riedel, K., Brook, E., Baggenstos, D., Harth, C., Hua, Q., Buizert, C., Schilt, A., Fain, X., Mitchell, L., Bauska, T.K., Orsi, A., Weiss, R.F. & Severinghaus, J.P. 2017. Minimal geologic methane emissions during Younger Dryas – Preboreal abrupt warming event. *Nature* **548**: 443-46.
- Pettit, E.C., Nylen, T.H., Fountain, A.G. & Hallet, B. 2006. Ice Cliffs and the Terminus Dynamics of Polar Glaciers. *Eos Transactions AGU* **87** (52) Suppléments à la réunion d'automne, Résumé C41A-0312.
- Pugh, H.E., Welch, K.A., Lyons, W.B., Priscu, J.C. & McKnight, D.M. 2003. The biogeochemistry of Si in the McMurdo Dry Valley lakes, Antarctica. *International Journal of Astrobiology* **1** (4): 401-13.
- Samyn, D., Fitzsimmons, S.J. & Lorrain, R.D. 2005. Strain-induced phase changes within cold basal ice from Taylor Glacier, Antarctica, indicated by textural and gas analyses. *Journal of Glaciology* **51** (175): 165-69.



- Samyn, D., Svensson, A. & Fitzsimons, S. 2008. Discontinuous recrystallization in cold basal ice from an Antarctic glacier: dynamic implications. *Journal of Geophysical Research* **113** F03S90, doi:10.1029/2006JF000600.
- SCAR 2011. Code de conduite du SCAR pour l'exploration et la recherche dans des environnements aquatiques sous-glaciaires. Document d'information 33 (IP 33), XXXXIV<sup>e</sup> RCTA, Buenos Aires.
- Souchez, R., Samyn, D., Lorrain, R., Pattyn, F. & Fitzsimons, S. 2004. An isotopic model for basal freeze-on associated with subglacial upward flow of pore water. *Geophysical Research Letters* **31** L02401.
- Spigel, R.H., Priscu, J.C., Obryk, M.K., Stone, W. & Doran, P.T. (sous presse 2018). The physical limnology of a permanently ice-covered and chemically stratified Antarctic lake using high resolution spatial data from an autonomous underwater vehicle. *Limnology and Oceanography*.
- Stone, W., Hogan, B., Flesher, C., Gulati, S., Richmond, K., Murarka, A., Kuhlman, G., Sridharan, M., Siegel, V., Price, R.M., Doran, P.T. & Priscu, J. 2010. Design and Deployment of a Four-Degrees-of-Freedom Hovering Autonomous Underwater Vehicle for sub-Ice Exploration and Mapping. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment* **224**: 341-61.
- Stuvier, M., Denton, G.H., Hughes, T.J. & Fastook, J.L. 1981. History of the marine ice sheet in West Antarctica during the last glaciation: a working hypothesis. Dans Denton, G. H. & Hughes, T. H., Eds. *The last great ice sheets*. Wiley-Interscience, New York: 319-436.
- Takacs, C.D. 1999. Temporal Change in Bacterial Plankton in the McMurdo Dry Valleys. Thèse de doctorat non publiée ; Université d'État du Montana, Bozeman, Montana.



**Map 1: ASPA No.172 Lower Taylor Glacier and Blood Falls sub-surface protected area boundary**

v3 Issued 15 Mar 2018 (Map ID: 06.03.06-LN13.07)  
Environmental Research & Assessment



- Ice free ground
- Permanent ice
- Lake / pond
- Antarctic Specially Managed Area (ASMA) boundary
- Antarctic Specially Protected Area (ASPA) boundary (existing)
- Sub-surface protected area boundary (Extends vertically from bed to 100 m below glacier surface)
- Stream
- Contour (200m)
- Mountain peak
- Boundary point
- Facilities Zone

**Blood Falls subglacial brine reservoir (estimated)**

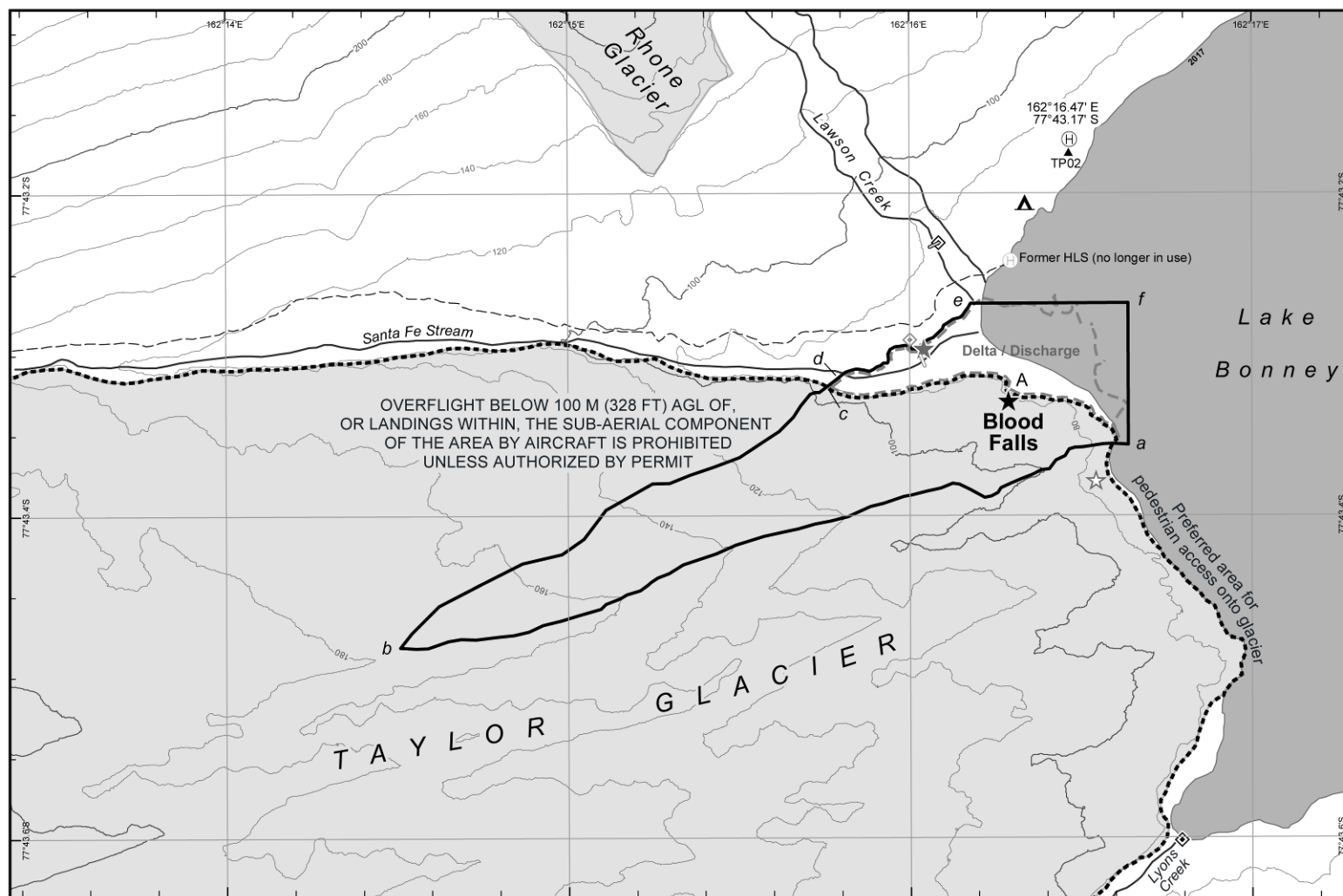
- Derived from Hubbard et al. 2004
- Derived from Keys 1980
- Blood Falls primary discharge
- Blood Falls possible discharge

0 5 10  
Kilometers



Projection: Lambert Conformal Conic  
Spheroid & horizontal datum: WGS84  
Data source: Glacier & topography: USGS 1:50K map series  
Subglacial brine reservoir: Hubbard et al. (2004), Keys (1980)  
Discharge sites: GPS survey T.Nylen (Dec 2006)

ZSPA n° 172 - Partie inférieure du glacier Taylor et Blood Falls de la vallée Taylor, dans les vallées sèches de McMurdo en terre Victoria



Map 2: ASPA No.172 Blood Falls sub-surface and sub-aerial protected area boundary

v4 Issued 15 Mar 2018 (Map ID: 06.03.06-LN14.10)  
Environmental Research & Assessment



- |                       |                                     |                                 |                         |                               |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Ice free ground       | Stream                              | Boundary point                  | Survey mark             | Stream gauge                  |
| Glacier               | Stream delta / discharge area       | Blood Falls primary discharge   | Designated campsite     | Stream gauge (removed Jan 10) |
| Lake (shoreline year) | Sub-surface protected area boundary | Blood Falls secondary discharge | Helicopter landing site | Stream weir                   |
| Index contour (100 m) | Sub-aerial protected area boundary  | Blood Falls possible discharge  | Existing walking track  | Stream weir (removed Jan 10)  |
| Contour (20 m)        |                                     |                                 |                         |                               |

0 100 200  
Meters

Projection: Lambert Conformal Conic  
Spheroid & horizontal datum: WGS84  
Data source: Contours: derived from USGS 2m LIDAR DEM  
Glacier & stream digitised from aerial imagery (1993)  
Lake: digitised from orthorectified WorldView 2 imagery (Nov 2017)  
Campsite, stream gauges & weirs: ERA field survey (Dec 2009)  
HLS: ASC field survey (Jan 2018)  
Discharge sites: GPS survey T.Nylen (Dec 2006)