

Thèse de Doctorat de Suzanne Sleewaegen réalisée dans le laboratoire de glaciologie de l'ULB  
et défendue avec succès le 13 mai 2005

**LES INTERACTIONS ENTRE GLACIERS ET LACS  
DANS LES DRY VALLEYS, ANTARCTIQUE**  
**Approche par l'analyse multiparamétrique de la composition de la glace**

**Table des matières**

<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTE DES ANNEXES ET TABLEAUX ANNEXES</b> .....	<b>xi</b>
<b>AVANT-PROPOS</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>3</b>
<b>I.1. Problématique générale</b> .....	<b>4</b>
<b>I.2. Analyse multiparamétrique de la composition de la glace</b> .....	<b>9</b>
<b>CHAPITRE II. PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE</b> .....	<b>13</b>
<b>II.1. Présentation générale des Dry Valleys de McMurdo</b> .....	<b>14</b>
II.1.1. Localisation .....	14
II.1.2. Caractéristiques environnementales .....	14
II.1.3. Evolution depuis le Pléistocène .....	16
<b>II.2. Les glaciers des Dry Valleys</b> .....	<b>17</b>
II.2.1. Types de glaciers .....	17
II.2.2. Charge en sédiments dans la glace basale .....	18
<b>II. 3. Les lacs des Dry Valleys</b> .....	<b>21</b>
II.3.1. Classifications .....	21
II.3.2. Le couvert de glace .....	23
II.3.2.1. Dynamique .....	23
II.3.2.2. Aspect de la surface .....	24
II.3.2.3. Charge en sédiments .....	25
II.3.2.4. Contenu en gaz .....	26
II.3.2.5. Contenu en eau .....	28
II.3.3. Ecosystème particulier .....	28
II.3.4. Stratification de la colonne d'eau .....	29
<b>II. 4. Les contacts glaciers/lacs</b> .....	<b>31</b>
II.4.1. Morphologies de contact .....	31

II.4.1.1. Ride morainique .....	31
II.4.1.2. Continuum entre la glacier et le lac .....	32
II.4.1.3. Ride de pression .....	33
II.4.2. Modèles de contact présentés dans la littérature .....	34
II.4.2.1 Modèles de Chinn.....	35
II.4.2.2. Modèle de Fitzsimons .....	36
II.4.2.3. Modèle du "Lake ice conveyor" .....	38
II.4.2.4. Modèle de cellule de convection au sein d'un lac proglaciaire .....	41
<b>II.5. Brève présentation des sites d'étude .....</b>	<b>42</b>
II.5.1. Zone de contact entre le glacier Wright Lower et le lac Brownworth .....	42
II.5.2. Zone de contact entre le glacier Suess et le lac Popplewell.....	43
II.5.3. Autres sites présentés à titre de comparaison .....	44
<b>CHAPITRE III. MÉTHODES.....</b>	<b>45</b>
<b>III. 1. Sur le terrain .....</b>	<b>46</b>
III.1.1. Prélèvement des échantillons .....	46
III.1.2. Relevés et descriptifs de terrain .....	48
<b>III.2. Au laboratoire .....</b>	<b>49</b>
III.2.1. Description et découpe des échantillons de glace .....	49
III.2.2. Analyses cristallographiques des glaces.....	51
III.2.3. Analyses isotopiques des glaces.....	51
III.2.4. Analyses ioniques des glaces .....	52
III.2.5. Observation et analyse de précipités et de sédiments.....	52
III.2.6. Analyses du volume total de gaz contenu dans la glace.....	52
III.2.7. Analyses de la composition des gaz contenus dans la glace.....	53
III.2.7.1. Introduction .....	53
III.2.7.2. Installation et mise au point d'un nouveau dispositif de mesure de la composition des gaz.....	55
III.2.7.2.1. Le dispositif d'échantillonnage .....	56
III.2.7.2.1.1. Le récipient et l'extraction à sec .....	56
III.2.7.2.1.2. La ligne d'extraction sous vide .....	58
III.2.7.2.2. Le dispositif d'analyse .....	59
III.2.7.2.2.1. Notion de chromatographie en phase gazeuse .....	59
III.2.7.2.2.2. Configuration du nouveau chromatographe.....	60
III.2.7.2.2.2.1. Circuit de détection des composés sulfurés .....	61
III.2.7.2.2.2.2. Circuit de détection de l'O <sub>2</sub> , Ar et N <sub>2</sub> et du CO <sub>2</sub> .....	62
III.2.7.2.2.2.3. Circuit de détection du CH <sub>4</sub> .....	62
III.2.7.2.2.2.4. Méthode intégrée.....	63
III.2.7.2.3. Fiabilité de la méthode .....	65
III.2.7.2.3.1. Standards utilisés .....	65
III.2.7.2.3.2. Calculs de reproductibilité.....	65
III.2.7.2.3.3. Inter-comparaison entre méthodes.....	66
<b>CHAPITRE IV. ETUDE DE LA ZONE DE CONTACT ENTRE LE GLACIER WRIGHT LOWER ET LE LAC BROWNWORTH (VALLEE DE WRIGHT).....</b>	<b>69</b>
<b>IV.1. Introduction .....</b>	<b>70</b>

<b>IV.2. Zone de contact dans la partie nord du lac</b> .....	<b>72</b>
IV.2.1. Description.....	72
IV.2.2. Etat de la question – Hypothèse de Chinn.....	74
IV.2.3. Résultats.....	76
IV.2.3.1. Présentation des sondages.....	76
IV.2.3.2. Résultats des observations cristallographiques.....	76
IV.2.3.3. Résultats des analyse isotopiques et ioniques.....	79
IV.2.4. Discussion.....	83
IV.2.4.1. Genèse de la glace .....	84
IV.2.4.1.1. Sondage BRVII.....	84
IV.2.4.1.1.1. Partie inférieure du sondage.....	83
IV.2.4.1.1.2. Partie supérieure du sondage.....	88
IV.2.4.1.2. Sondage WLR.....	89
IV.2.4.1.3. Sondage BRVI .....	92
IV.2.4.1.4. Sondage BRV .....	92
IV.2.4.2. Modèle proposé pour la formation du couvert de glace dans la zone de contact .....	93
IV.2.4.3. Comparaison avec les modèles de contact existant dans la littérature .....	97
<b>IV.3. Zone de contact dans la partie sud du lac</b> .....	<b>99</b>
IV.3.1. Description du site .....	99
IV.3.2. Etat de la question.....	100
IV.3.2.1. Hypothèse de Rains et Shaw .....	100
IV.3.2.2. Hypothèse de Fitzsimons .....	102
IV.3.3. Résultats.....	102
IV.3.3.1. Présentation de la séquence .....	102
IV.3.3.2. Texture.....	104
IV.3.3.3. Isotopes et gaz.....	105
IV.3.4. Discussion.....	107
IV.3.4.1. Isotopes .....	108
IV.3.4.2. Gaz .....	109
IV.3.4.2.1. Comparaison avec la glace basale .....	110
IV.3.4.2.2. Comparaison avec la glace de lac .....	112
IV.3.4.2.3. Processus biogéochimiques.....	113
IV.3.4.3. Hypothèse de formation de la moraine.....	114
<b>IV.4. Comparaison entre les zones de contact dans la partie nord et la partie sud du lac Brownworth</b> .....	<b>115</b>
 <b>CHAPITRE V. ÉTUDE DE LA ZONE DE CONTACT ENTRE LE GLACIER SUESS ET LE LAC POPPLEWELL (VALLÉE DE TAYLOR)</b> .....	<b>119</b>
<b>V.1. Introduction</b> .....	<b>120</b>
<b>V.2. Etude du lac Popplewell</b> .....	<b>122</b>
V.2.1. Description du site et présentation des sondages de glace.....	122
V.2.2. Résultats .....	125
V.2.2.1. Aspect et cristallographie de la glace .....	125
V.2.2.1.1. Sondage LP V-VI.....	125
V.2.2.1.2. Sondage LP I.....	127
V.2.2.1.3. Sondage P II.....	129

V.2.2.1.4. Sondages 01 LP I et 01 LP II .....	130
V.2.2.2. Résultats des analyses isotopiques et ioniques .....	130
V.2.2.2.1. Sondage LP V-VI .....	130
V.2.2.2.2. Sondage LP I .....	131
V.2.2.2.3. Sondage P II .....	132
V.2.2.2.4. Sondages 01 LP I et 01 LP II .....	132
V.2.2.3. Résultats des analyses de gaz .....	134
V.2.2.3.1. Sondage LP V-VI .....	134
V.2.2.3.2. Sondage LP I .....	134
V.2.2.3.3. Sondage P II .....	134
V.2.2.3.4. Sondages 01 LP I et 01 LP II .....	135
V.2.2.4. Résultats des analyses sédimentologiques .....	136
V.2.3. Discussion .....	136
V.2.3.1. Glace présente au-dessus des sédiments .....	136
V.2.3.1.1. Aspect et cristallographie de la glace .....	137
V.2.3.1.2. Isotopes .....	138
V.2.3.1.3. Ions majeurs .....	141
V.2.3.1.4. Gaz .....	142
V.2.3.2. Glace présente sous les niveaux de sédiments .....	145
V.2.3.3. Formation des couches de sédiments .....	147
V.2.3.4. Construction du couvert de glace du lac Popplewell .....	150
V.2.4. Conclusion .....	151
<b>V.3. Etude de l'<i>apron</i> du glacier Suess .....</b>	<b>152</b>
V.3.1. Description du site .....	152
V.3.2. Résultats .....	154
V.3.2.1. Présentation des faciès de glace .....	154
V.3.2.2. Résultats des analyses de composition réalisées sur la glace de l' <i>apron</i> .....	158
V.3.2.3. Résultats des analyses de composition réalisées sur la glace basale du tunnel .....	160
V.3.3. Discussion .....	163
V.3.3.1. Isotopes .....	163
V.3.3.2. Gaz .....	165
V.3.3.3. Formation de l' <i>apron</i> .....	166
V.3.3.3.1. Glace basale dans la continuité directe du tunnel .....	166
V.3.3.3.2. Glace formée par regel de poches d'eau .....	167
V.3.3.3.3. Glace du sous-faciès laminé .....	169
V.3.3.3.4. Autres types de glace aux caractéristiques en gaz particulières .....	170
V.3.3.3.5. Formation composite de l' <i>apron</i> .....	171
<b>V.4. Interaction entre le lac Popplewell et le glacier Suess .....</b>	<b>171</b>
<b>VII. CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>173</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>177</b>
<b>IX. ANNEXES ET TABLEAUX ANNEXES .....</b>	<b>195</b>