

# ASPI

## Processus et Interactions Sous-glaciaires en Antarctique: le rôle des zones de transition dans la stabilité de la calotte glaciaire

### DURÉE DU PROJET

Phase 1: 15/12/2005 – 14/12/2007  
Phase 2: 15/12/2007 – 31/01/2010

### BUDGET

776.300 €

### MOTS CLÉS

Antarctique, glaciologie, zones transitionnelles, lacs sous-glaciaires, dynamique de glace, analyse de glace

### CONTEXT

ASPI (Processus et Interactions Sous-glaciaires en Antarctique : le rôle des zones de transition dans la stabilité de la calotte glaciaire) est un projet de recherche pluridisciplinaire ayant pour thème la stabilité des calottes glaciaires marines, des plateformes de glace flottante et des lacs sous-glaciaires dans un contexte de changement climatique global. ASPI fait partie des activités belges liées à ACSYS/CliC et fait partie du programme de recherche SALE-UNITED (Environnements des lacs sous glaciaires antarctiques) qui fait lui partie de l'IPY. ASPI est le successeur du projet AMICS (Dynamique de la calotte antarctique et changement climatique : modélisation et études de composition de la glace).

### DESCRIPTION DU PROJET

#### Objectifs

Le but de ASPI est (i) de comprendre les interactions entre l'inlandsis et l'environnement sous-glaciaire ainsi que les processus qui déterminent l'évolution de l'inlandsis, et (ii) d'établir quantitativement les conditions de stabilité de la calotte polaire sous un climat en cours de changement et dans ce contexte, d'examiner particulièrement ses zones côtières. Un facteur-clé dans ce type de quantification et d'estimation d'impacts est l'existence de zones transitionnelles au sein de l'inlandsis. Les lignes d'ancrages sont des exemples typiques de ces zones de transition, c.-à-d. des zones de contact entre l'inlandsis et un lac sous-glaciaire, entre une plate-forme de glace flottante et ses points d'ancrage. Ces zones transitionnelles sont probablement parmi les éléments les moins bien connus des calottes glaciaires alors qu'elles déterminent dans une large mesure les processus et la dynamique de leur expansion et de leur retrait, ainsi que la stabilité ou l'instabilité des plates-formes de glace flottante.

#### Méthodologie

##### Workpackage 1 : Lignes d'ancrage et modélisation d'inlandsis

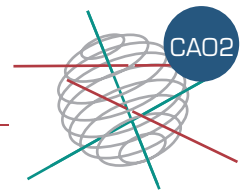
Dans la plupart des modèles globaux de l'inlandsis antarctique les zones transitionnelles à la ligne d'ancrage sont considérées comme présentant des dimensions limitées et par conséquent généralement inférieures à la taille de la grille utilisée dans ces modèles. Cependant, dans le cas des « ice streams » (courants de glace), les zones transitionnelles s'étendent sur des centaines de kilomètres, même pour les « ice streams » continentaux qui drainent de grandes parties de la calotte glaciaire antarctique orientale. La nécessité d'élaborer des modèles prenant en compte non seule-

ment le couplage mécanique entre plate-forme et inlandsis, mais aussi simulant de manière appropriée la migration de la ligne d'ancrage, est devenu clair depuis qu'on a observé le retrait de la ligne d'ancrage (Rignot, 1998) et l'amincissement consécutif du glacier Pine Island (PIG ; Shepherd & al., 2004), du fait de la propagation rapide de l'amincissement vers l'amont. Ces études démontrent donc un couplage efficace entre l'intérieur de l'inlandsis et l'océan dans ses régions côtières. Le programme ASPI a pour objectif d'éclaircir, grâce à un modèle d'ordre supérieur, les mécanismes de transmission de contrainte et de la migration de ligne d'ancrage de plates-formes de glace flottante en milieu marin, sous l'effet de différentes perturbations affectant tant la plate-forme que la ligne d'ancrage elle-même. Notre approche se basera sur une localisation très précise de la ligne d'ancrage et une représentation 3D complète du champ de contraintes aux alentours de celle-ci.

##### Workpackage 2 : Consolidation à la ligne d'ancrage par formation de glace marine

Les zones transitionnelles aux lignes d'ancrage présentent des sites de formation de glace marine dans les larges crevasses basales présentes à la charnière entre partie flottante et non flottante ainsi qu'aux limites longitudinales entre les divers courants de glaces parallèles qui pénètrent ensemble dans le milieu océanique. La glace marine a donc un grand potentiel de stabilisation de l'écoulement des plates-formes de glace flottante spécialement dans ces zones de transition où la glace devient flottante et dans celles où elles s'appuient sur des points d'ancrage localisés (îles, hauts-fonds). Les points d'ancrage sont considérés comme étant également importants pour la stabilisation des écoulements tant des plates-formes que des parties d'inlandsis qui les alimentent. En janvier 2005, un sondage en profondeur a atteint le lit rocheux dans le cadre du projet franco britannique (Berkner Island Ice Core Drilling Project – Dr. R. Mulwaney, pers. com.). La carotte extraite a une longueur totale de 948,5 m et sa partie la plus profonde présente environ 2 m de glace riche en débris. Cette glace offre la première opportunité d'étudier l'interface glace-substrat d'une île qui se présente comme point d'ancrage majeur de la plate-forme de Filchner-Ronne. Le programme ASPI prévoit d'étudier les propriétés mécaniques de la glace marine et du « mélange de glace » en analysant des carottes extraites de rifts (canyons), à proximité de lignes d'ancrage ou de points d'ancrage. Des parties de ces carottes seront utilisées pour mesurer leurs caractéristiques texturales et structurales, ainsi que leur salinité, leurs teneurs en isotopes stables ( $\delta^{18}O$ ,  $\delta D$ ) et aideront ainsi à caractériser et à choisir les parties qui seront soumises à des tests de déformation. La partie basale de la carotte de Berkner Island sera analysée de la même manière. Des expériences de « modélisation inverse » seront réalisées à l'aide du modèle d'ordre supérieur de F. Pattyn (2002 ; 2003). Cette procédure devrait permettre d'identifier les





## ASPI

Processus et Interactions Sous-glaciaires en Antarctique: le rôle des zones de transition dans la stabilité de la calotte glaciaire

caractéristiques principales des faibles (ou points de résistance) rhéologiques au sein de la plate-forme, y compris dans les rifts.

### Workpackage 3 : Lacs sous glaciaires

Plus de 150 lacs sous-glaciaires ont été identifiés à la base de l'inlandsis antarctique. Actuellement on ne sait pas si les lacs en question sont des traits permanents ou non du système hydrologique sous-glaciaire et s'ils sont soumis ou non à des changements majeurs tels que des vidanges brutales qui pourraient conduire à la déstabilisation de l'inlandsis qui les surmonte. Pour comprendre la stabilité des lacs sous glaciaires en Antarctique au cours du temps, il est important d'examiner les conditions qui pourraient provoquer la vidange (probablement catastrophique) d'un tel lac et de déceler les implications de celle-ci sur la stabilité de l'inlandsis dans son ensemble. Le programme ASPI prévoit d'analyser la partie basale de sondages profonds réalisés à l'aplomb ou à proximité de lacs sous-glaciaires (voir aussi Workpackage 4) et de modéliser à haute résolution l'écoulement de la glace à la surface des lacs. Ces modélisations ont pour but de comprendre la relation entre la masse d'eau liquide et la glace qui la surmonte, spécialement en accord avec la stabilité des lacs sous glaciaires dans des conditions climatiques et environnementales changeantes.

### Workpackage 4 : Propriétés et processus des glaces basales

Les grandes masses d'eau liquide (océan et lacs sous-glaciaires) ne sont pas les seules causes d'écoulement anormal au sein des glaces basales des inlandsis. De l'eau liquide existe à l'état naturel au sein de masses de glace dont la température est bien en dessous du point de fusion dépendant de la pression. Les relations entre ces films d'eau liquide et des déformations accentuées au sein de glaces riches en débris à proximité du lit peuvent altérer les propriétés rhéologiques et les signatures paléoclimatiques de la glace. De plus, des lacs sous glaciaires sont présents au proche voisinage des principaux sites de forage en profondeur, ce qui rend plausible la présence de glace de lac à la base de ceux-ci. Le programme ASPI

prévoit d'améliorer la compréhension des mécanismes de modification des propriétés des glaces basales d'inlandsis et cela à partir de mesures faites sur des échantillons de glaces basales et d'expérience de déformation en laboratoire. Les résultats attendus devraient permettre de préciser la profondeur à laquelle les signaux paléoclimatiques risquent d'être altérés significativement. Les promoteurs du programme ont accès à l'étude de la glace basale des deux sondages EDC et EDML.

### INTERACTION ENTRE LES PARTENAIRES

Le projet dépend d'une étroite collaboration entre des scientifiques impliqués dans l'analyse de la glace et l'expérimentation en laboratoire (ULB) et ceux impliqués dans la modélisation des calottes glaciaires (ULB et VUB). Les résultats de ces analyses vont directement influencer le développement et le raffinement des modèles (existants) de calottes glaciaires et plateformes de glace flottante en déterminant la rhéologie et les caractéristiques de déformation des inclusions de glace marine aux lignes d'ancrage (ULB). Le couplage des différents modèles permettra de plus des simulations à grande échelle au cours de la dernière transition glaciaire-interglaciaire, durant laquelle l'évolution des lignes d'ancrage était la plus importante (VUB). Cela nous permettra d'évaluer l'impact des changements globaux sur la cryosphère antarctique.

ASPI se veut une contribution au programme de recherche SCAR-SALE (Scientific Committee on Antarctic Research – Subglacial Antarctic Lake Environments) ainsi qu'au projet-cadre #VI de l'UE intitulé « EPICA-MIS (European Project on Ice Coring in Antarctica) : New paleoreconstructions from Antarctic ice and marine records ». Les résultats de la recherche liée à ASPI seront également bénéfiques au programme SCAR-ACE (Scientific on Antarctic Research – Antarctic Climate Evolution). ASPI et le travail de terrain qui y sera associé est aussi une contribution belge au thème de recherche #42 proposé par SALE-UNITED de l'International Polar Year (IPY).

### COORDONNÉES

#### Site web du projet:

<http://homepages.ulb.ac.be/~fpattyn/aspi>

#### Coordinateur

##### Frank Pattyn

Université Libre de Bruxelles (ULB)  
Laboratoire de Glaciologie  
Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement (DSTE), CP 160/03  
Avenue F.D. Roosevelt 50  
B-1050 Bruxelles  
Tel: +32 (0)2 650.22.27  
Fax: +32 (0)2 650.22.26  
[fpattyn@ulb.ac.be](mailto:fpattyn@ulb.ac.be)  
<http://dev.ulb.ac.be/glaciol/index.htm>

#### Promoteurs

##### Jean-Louis Tison

Université Libre de Bruxelles (ULB)  
Laboratoire de Glaciologie  
Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement (DSTE), CP 160/03  
Avenue F.D. Roosevelt 50  
B-1050 Bruxelles  
Tel: +32 (0)2 650.22.27  
Fax: +32 (0)2 650.22.26  
[jtison@ulb.ac.be](mailto:jtison@ulb.ac.be)  
<http://dev.ulb.ac.be/glaciol/index.htm>

##### Philippe Huybrechts

Vrije Universiteit Brussel (VUB)  
Vakgroep Geografie  
Pleinlaan 2  
B-1050 Brussel  
Tel: +32 (0)2 629.33.84  
Fax: +32 (0)2 629.33.78  
[phuybrec@vub.ac.be](mailto:phuybrec@vub.ac.be)  
<http://www.vub.ac.be/DGGF/>

#### Comité de suivi

Pour la composition complète et la plus à jour du Comité de suivi, veuillez consulter notre banque de données d'actions de recherche fédérales (FEDRA) à l'adresse <http://www.belspo.be/fedra> ou <http://www.belspo.be/ssd>.

