

# POINT PRESSE

## DEPUIS L'ANTARCTIQUE :

### RETOUR D'UN RAID D'EXCEPTION

Conférence de presse  
Vendredi 27 janvier 2012, à Paris

« *En direct de Concordia* »



© CNRS Photothèque / Laurent AUGUSTIN  
© CNRS Photothèque/IPEV / Claude DELHAYE

#### Contacts presse

---

CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 | [priscilla.dacher@cnrs-dir.fr](mailto:priscilla.dacher@cnrs-dir.fr)  
IPEV | Aude Sonnevile | T 02 98 05 65 05 | [aude.sonneville@ipev.fr](mailto:aude.sonneville@ipev.fr)



# Sommaire

Les intervenants

Cartes de l'Antarctique et de l'itinéraire

Présentation du raid scientifique en Antarctique 2011-12

Pourquoi mener un raid dans une région inexplorée ?

A la recherche d'une glace plus vieille qu'un million d'années

Journal de bord du raid scientifique

Des *photos* sont disponibles sur demande aux services de presse et à la photothèque du CNRS ([phototheque@cnrs-bellevue.fr](mailto:phototheque@cnrs-bellevue.fr)).

Un *film* "Concordia, sciences australes" réalisé par Marcel Dalaise et produit par CNRS Images et l'IPEV (2008)

Contact vidéothèque (documentaliste) :

Delphine Thierry-Mieg

T 01 45 07 52 15 - [delphine.thierry-mieg@cnrs-bellevue.fr](mailto:delphine.thierry-mieg@cnrs-bellevue.fr)





## Les intervenants

### « En direct de la station Concordia » (Antarctique) :

> **Anthony Vende**, ingénieur à l'IPEV et responsable de la logistique sur le raid scientifique

> **Claire Le Calvez**, ingénieur du service logistique et infrastructure polaire à l'IPEV et responsable technique de la station Concordia

> **Jérôme Chappellaz**, directeur de recherche CNRS au Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (LGGE, CNRS/Université Joseph Fourier).  
Il est responsable du projet ANR « DOME A » et du projet IPEV « Explore » visant à étudier la physique de la neige en conditions de très faible accumulation, et à reconnaître un site contenant potentiellement de la glace vieille de plus d'un million d'années. L'expédition de terrain cet hiver 2011-12 (durant l'été austral) constitue sa quatrième mission en Antarctique.

> **Olivier Alemany**, ingénieur de recherche CNRS au LGGE, et responsable de la cellule "forage-carottage glaciaire" au sein du Centre de carottage et de forage national

### A Paris :

> **Michel Fily**, professeur à l'Université Joseph Fourier de Grenoble au sein du LGGE qu'il a dirigé de 2003 à 2010.

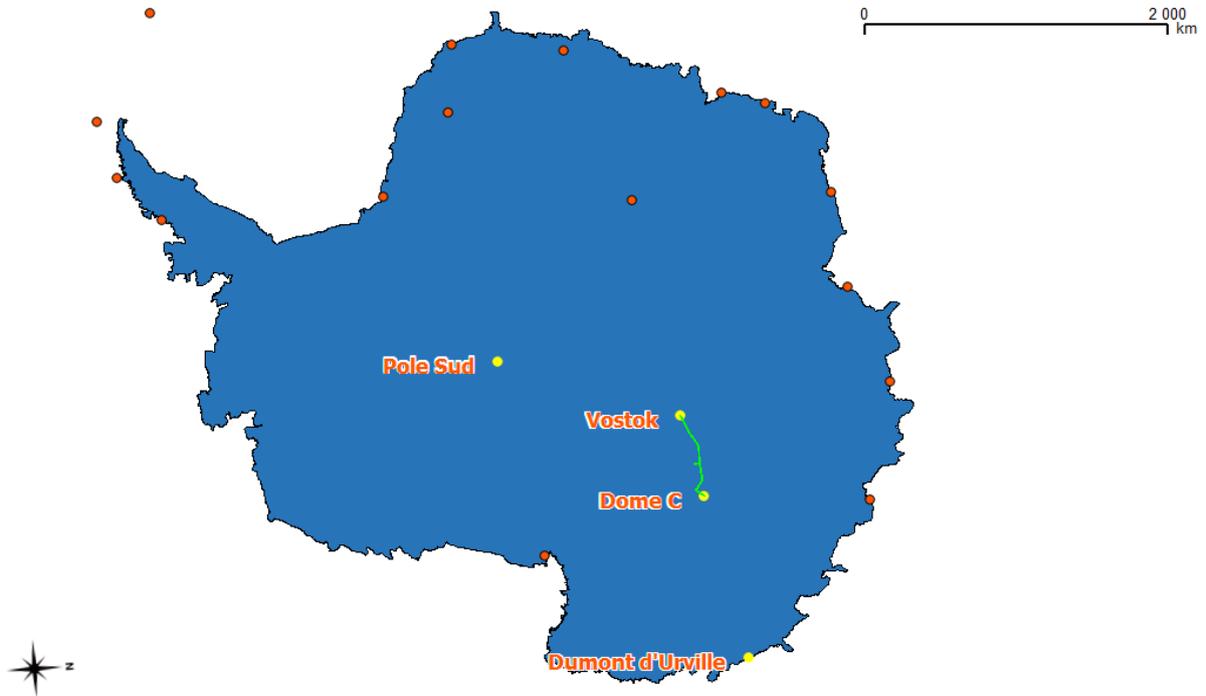
Depuis une quinzaine d'années il coordonne les activités du LGGE concernant les raids scientifiques en Antarctique : le LGGE, en collaboration avec des chercheurs italiens, a notamment participé aux alentours des années 2000 à deux raids de plus de 1 000 km chacun en Antarctique de l'Est. Michel Fily est porteur d'un programme ANR « VANISH », dont le point d'orgue est le raid scientifique 2011-2012 entre la station Concordia - Dôme C et la station russe de Vostok.

### A Grenoble :

> **Laurent Arnaud**, ingénieur de recherche CNRS au LGGE et responsable des opérations scientifiques sur le raid (spécialiste de la physique de la neige)

> **Eric Lefebvre**, ingénieur d'études CNRS au LGGE (spécialiste de l'instrumentation physique et météo)





Carte générale de l'Antarctique avec le tracé du raid



Zoom de l'itinéraire avec la position des stations de travail (S0, S1, S3...) et les « points stop » du soir pour le raid aller



## Présentation du raid scientifique en Antarctique 2011-12

Le raid scientifique Dôme C – Vostok – Point Barnola programmé pour l'été austral 2011-2012 est une première scientifique et logistique dans cette région de l'Antarctique encore inexplorée par moyens terrestres. Il vise, au terme d'une collaboration étroite, à atteindre en une seule opération les objectifs scientifiques de deux projets soutenus par l'ANR et l'IPEV et coordonnés respectivement par Michel Fily et Jérôme Chappellaz.

Ce raid se place d'emblée dans un cadre de coopération internationale indispensable en Antarctique. Le navire de desserte, la station scientifique Dumont d'Urville et les véhicules sont mis en œuvre par l'IPEV qui possède en termes d'organisation de raids terrestres une expérience au meilleur niveau international. La base Concordia d'où est parti le raid est franco-italienne et les avions sont opérés par les italiens. Les « Expéditions Russes Antarctiques » nous offrent l'accès à la base Vostok et un scientifique suisse participe au programme « Explore ».

### Itinéraire

La route part de Concordia - Dôme C et aboutit à la station russe de Vostok. Au retour le convoi s'est arrêté au Point Barnola au sud de la station Concordia pour le programme Explore. La distance parcourue aller-retour est au total de **1 400 kilomètres sur un terrain vierge**. L'altitude varie de 3 200 m à Dôme C à 3 600 m à Vostok ; les températures oscillent autour de  $-30^{\circ}\text{C}$ . Au-delà du défi scientifique se rajoute donc un défi technologique. Quatre véhicules de l'IPEV ont été utilisés tout au long du raid : trois tracteurs pour les charges les plus lourdes ainsi qu'un véhicule plus léger équipé d'une lame pour niveler la surface de neige si besoin. Les charges comprennent les caravanes de logement (réfectoire, chambres), les unités laboratoires pour les expériences, l'équipement scientifique, les échantillons de neige (carottes ou autres) et bien sûr le carburant (en effet, le raid se déplace en autonomie totale). Des vols avions ont eu lieu entre Concordia, Vostok ou le point Barnola pour échanger une partie du personnel scientifique et rapatrier une partie des carottes de névé. Certains échantillons sont étudiés à Concordia, la majeure partie sera rapatriée en France.

### Planning

Le raid est parti de la côte (station française Dumont d'Urville) le 8 décembre 2011, puis de la station franco-italienne Concordia le 20 décembre 2011 avant de rentrer à Concordia le 25 janvier 2012. La durée totale depuis Concordia est donc de 35 jours qui se répartissent en 16 jours de route (100 km max/jour) et 19 jours de travail scientifique lors de 6 stations de 1 à 3 jours, auxquelles il faut rajouter 8 jours au Point Barnola. Là, est effectué un forage de 120 m de profondeur dans le cadre du programme Explore. La plupart des mesures, prises d'échantillons, carottages, installation de matériel se fait en station et quelques mesures sont programmées en continu par des instruments attachés aux véhicules (radar, rayonnement).



### Equipe sur le terrain

L'équipe a été acheminée par voie maritime *via* Dumont d'Urville et par avion *via* la base italienne Mario Zucchelli. Cette équipe est composée de chercheurs et de techniciens qui ont tous une grande expérience et des expertises complémentaires.

> Pour le projet IPEV « TASTE-IDEA » coordonné par Michel Fily :

- Laurent Arnaud, ingénieur de recherche CNRS au LGGE (responsable opérations scientifiques, physique de la neige),
- Emmanuel Le Meur, maître de conférence UJF au LGGE (radar, carottages),
- Eric Lefebvre, ingénieur d'études CNRS au LGGE (instrumentation physique et météo),
- Grégory Teste, assistant ingénieur CNRS au LGGE (prélèvements chimie, carottages).

De plus, un sismologue de Strasbourg (M. Bes-de-Bec) s'est joint à l'équipe avec pour mission de démonter les cinq sismographes qui avaient été installés, il y a 1 à 3 ans, par avion sur ce même trajet.

> Pour « Explore » :

- Jérôme Chappellaz, directeur de recherche CNRS au LGGE (carottage, responsable scientifique),
- Olivier Alemany, ingénieur de recherche CNRS au LGGE (carottage profond),
- Martin Schneebeli (Suisse, micro-physique neige).

> Pour la logistique : trois personnels de l'IPEV, Anthony Vende (responsable logistique du convoi), David Collin et Alexandre Leluc (mécaniciens engins).



## Pourquoi mener un raid dans une région inexplorée ?

### Principaux objectifs des raids

Depuis 1990, le programme international ITASE (*International Trans-Antarctic Scientific Experiment*) du Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) coordonne les raids scientifiques organisés par différents pays en Antarctique. Ses principaux objectifs sont de **cartographier la variabilité spatio-temporelle des paramètres climatiques et environnementaux en Antarctique pour les derniers siècles**. A cela, s'ajoute la contribution à la détermination du bilan de masse de la calotte polaire, le déploiement de stations météorologiques et la validation des mesures satellitales.

Les efforts concertés conduits par chaque pays ont permis d'explorer de larges régions en Antarctique de l'Est et de l'Ouest ; ainsi, au cours des dernières années, la France, en étroite collaboration avec l'Italie, a participé à plusieurs grands raids en Antarctique de l'Est. Malgré ces efforts considérables en termes logistiques, technologiques et scientifiques, une **immense région au cœur de l'Antarctique de l'Est reste entièrement inexplorée**.

Dès lors, plusieurs pays ont montré leur intérêt pour réaliser un projet d'envergure de raids scientifiques en Antarctique à l'occasion de l'Année polaire internationale : le projet API « TASTE-IDEA » pour *Trans-Antarctic Scientific Traverse Experiment - Ice Divide in East Antarctica*.

### Le projet VANISH : pour documenter une partie inexplorée du plateau Antarctique

Financé par l'ANR sur une période de 4 ans, ce projet implique quatre laboratoires rattachés au CNRS : le LGGE (CNRS/UJF) à Grenoble, le Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (CNRS/CNES/IRD/Université Paul Sabatier - Toulouse 3) à Toulouse, le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS/CEA/UVSQ) à Saclay, le Centre européen de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement (CNRS/IRD/Collège de France/Université Paul Cézanne/Université de Provence) à Aix-en-Provence ainsi que l'IPEV pour les moyens logistiques. Les principaux objectifs scientifiques rentrent dans le cadre international du projet TASTE-IDEA et forment la base scientifique du raid.

Il s'agit principalement de **documenter la variabilité spatiale et temporelle des paramètres climatiques et environnementaux sur le plateau Antarctique** :

- afin de contribuer à une meilleure connaissance du bilan de masse de l'Antarctique, l'accumulation de neige sur plusieurs échelles de temps sera mesurée en continu tout au long du raid au moyen d'un radar dédié (Snow radar). Des carottages de 20 mètres de profondeur environ permettront de dater les couches observées par le radar sur environ 300 ans ;
- les variations récentes de température seront étudiées par plusieurs moyens : installation d'une station météo et d'une grappe de thermistance dans la neige, approche indirecte au travers de la composition isotopique de la neige ;
- mesures de la variabilité de l'activité solaire à partir de l'isotope cosmogénique béryllium 10 (son taux de production dépend de l'activité solaire : lorsque celle-ci est intense, le vent solaire atténue sensiblement la quantité de rayons cosmiques qui frappent la Terre, ce qui limite la quantité de  $^{10}\text{Be}$  produite dans l'atmosphère ; il est donc possible de suivre l'historique des cycles solaires à partir du taux de  $^{10}\text{Be}$  relevé dans les carottes de glace de l'Antarctique) ;
- les caractéristiques physiques de la neige en surface et jusqu'à 20 mètres de profondeur seront observées pour une meilleure interprétation des données satellite (densité, taille des grains, rugosité de la surface par laser, rayonnement) ;
- la chimie de l'atmosphère sera documentée à la fois par des prélèvements atmosphériques et des prélèvements de neige analysés par la suite en laboratoire (mercure, nitrates, aérosols, ...).



## A la recherche d'une glace plus vieille qu'un million d'années

Depuis 2005, la communauté scientifique travaillant sur les carottes de glace s'est structurée via l'International Partnerships in Ice Core Sciences (IPICS), qui regroupe aujourd'hui 25 nations. **Sa principale priorité scientifique pour la prochaine décennie consiste à localiser puis forer en Antarctique de la glace s'étant formée il y a au moins 1,5 millions d'années.** Il s'agit d'obtenir des informations climatiques mais aussi sur la composition de l'atmosphère (gaz à effet de serre notamment) pour comprendre pourquoi le climat terrestre a changé de rythmicité il y a environ 1 million d'années, passant de cycles glaciaire-interglaciaires espacés d'environ 40 000 ans à des cycles espacés de 100 000 ans. La glace la plus vieille forée à ce jour (forage européen EPICA à la base franco-italienne Concordia) atteint 800 000 ans et ne permet pas d'explorer cette énigme climatique majeure, qui pourrait être liée à la quantité de CO<sub>2</sub> présente dans l'atmosphère.

### Explore : un projet pour déterminer si le Point Barnola contient de la glace très ancienne

Le projet « Explore » vise à caractériser le potentiel d'une région située au sud de Concordia. On y attend un taux d'accumulation de neige faible, nécessaire pour obtenir de la glace très ancienne en profondeur. Un forage de 120 mètres de profondeur permettra de caractériser ce taux d'accumulation ainsi que sa variabilité temporelle. Des données radar obtenues par avion durant la campagne permettront d'évaluer également la continuité stratigraphique du site en profondeur, ainsi que la profondeur du socle rocheux et la présence ou non de fusion à la base du glacier.

### Etudier la relation temporelle entre CO<sub>2</sub> et climat

Pour mieux comprendre les interactions entre climat et cycle du carbone, il importe de connaître avec précision la relation temporelle existant entre les changements climatiques naturels et ceux du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Or cette connaissance dépend de notre compréhension des processus conduisant la neige à se transformer en glace pour piéger de petites bulles d'air. Ils sont fort mal connus pour des conditions de très faibles température et accumulation. Explore vise à étudier la physique de la neige et la diffusion des gaz dans le névé poreux dans de telles conditions. Ces conditions devraient être rencontrées par l'équipe au sud de Concordia. Des puits de quelques mètres de profondeur permettront d'étudier les grains de neige et la porosité du milieu. Des prélèvements d'air dans le névé en profondeur renseigneront sur la diffusion des gaz.

Financé par l'ANR sur une période de 4 ans (acronyme DOME A), Explore implique deux laboratoires rattachés au CNRS : le LGGE à Grenoble et le LSCE à Saclay. Sa mise en œuvre inclut, outre les chercheurs français, un chercheur russe et un chercheur suisse.

#### Hommage à Jean-Marc Barnola

Le site d'étude du projet Explore a été baptisé point « Barnola », en hommage à Jean-Marc Barnola, chercheur CNRS au LGGE, prématurément disparu en septembre 2009, qui a consacré sa carrière à l'étude de la physique de la neige ainsi que du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère passée.



## Journal de bord du raid scientifique

### *Principaux rédacteurs :*

- *Jérôme Chappellaz du LGGE (CNRS / UJF), responsable scientifique du programme Explore, les 21 et 26 décembre 2011, puis du 5 au 24 janvier 2012*
- *Michel Fily du LGGE, responsable scientifique du programme raid, le 3 janvier 2012*
- *Laurent Arnaud du LGGE, responsable des opérations scientifiques sur le raid, du 21 décembre 2011 au 2 janvier 2012.*

### **Compte-rendu du 24 janvier 2012**

Météo : beau temps, ciel bleu sans nuage toute la journée. Toutefois vent du sud sensible rendant le travail extérieur difficile. Températures entre -28 et -40°C. Au point d'arrêt du soir, température de -30°C.

Fin et succès du forage à Point Barnola : 110 m

Activité forage : poursuite du forage jusqu'au repas de midi. Test des couteaux "cuillères" sur la tête de carottier, avec un résultat peu concluant. Problèmes également de dérapage des barres anti-couples rendant la poursuite du forage difficile. Profondeur finale atteinte : 110 m.

Rangement du matériel dans la caravane "science" et dans le container "science". Mise en place des caisses d'échantillons et du carottier complet sur le traineau Aalener.

Utilisation d'une sonde de température pour mesurer la température moyenne annuelle du site de forage Point Barnola directement dans le trou de forage, à 20 m de profondeur puis à 10 m de profondeur.

Compte-tenu de la rapidité du rangement, nous avons décidé de prendre la route direction Concordia dès cet après-midi. Départ du convoi complet à 16h45, après avoir dégagé les caravanes de la zone de neige molle pour les mettre sur la trace du passage "aller" du raid, et après avoir salué une dernière fois l'âme de Jean-Marc Barnola symbolisée par cette plaque commémorative laissée sur place et tournée vers Vostok.

Roulage jusqu'à 20h30. Distance parcourue : 36 km. Il reste la même distance à parcourir demain (mercredi 25) pour atteindre Concordia. Arrivée attendue à la mi-journée.

### **Compte-rendu du 23 janvier 2012**

Météo : temps splendide toute la journée, avec grand ciel bleu sans nuage. Vent du sud très sensible, rendant le travail extérieur particulièrement pénible. Températures entre -28 et -40°C.

Profondeur atteinte: 106 m

Forage sans problème particulier, sinon que le verrouillage du tube carottier sur l'arbre moteur pose parfois problème à cause des copeaux de glace qui s'agglomèrent dans ce coin du carottier. Nous sommes bien en train de forer de la glace et non plus du névé. Les bulles d'air sont bien formées à cette profondeur.

Prélèvement d'air : prélèvement à une seule profondeur : 95 m. La quantité de gaz disponible depuis l'air du névé se faisant rare, et le temps pressant pour obtenir quelques mètres de carottes 100% glace, nous avons fait l'impasse sur plus de détails de la zone de fermeture des pores. L'âge du CO<sub>2</sub> (mesuré avec le LiCor) à la profondeur de 95 m est de l'ordre de 25 à 30 ans, comparable à Concordia. Pour rappel l'âge du gaz dans le névé est bien plus jeune que celui de la glace au même niveau et c'est cet écart qui a l'objet d'études précises.

Quelques problèmes avec le treuil pour manipuler le manchon gonflable ont retardé cette prise d'échantillon. Remplissage de deux bouteilles. Mesure en continu de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et CO sur l'air extrait du névé, avec les instruments LiCor et SARA. Prélèvements également de l'air ambiant, via le manchon gonflable et en le by-passant, afin d'évaluer toute forme de biais possible généré par ce dernier.



En soirée, début de rangement du matériel destiné aux prélèvements d'air. Rangement des caisses d'échantillons de neige et de glace au sommet du container blanc "science". Préparation des véhicules en vue du dernier trajet Point Barnola - Concordia qui aura lieu mercredi 25 janvier.

#### **Compte-rendu du 22 janvier 2012**

Météo : temps splendide toute la journée, avec grand ciel bleu sans nuage. Vent du sud faible, rendant l'ambiance extérieure très supportable. Températures entre -25 et -40°C, confirmant que l'on change de régime de température par rapport à l'été austral.

Forage jusqu'à 90,15 m.

Forage sans problème particulier. Tests en supprimant le bouchon entre le réservoir à copeaux et la partie "carotte". Permet des runs plus longs mais rend la carotte de glace plus fragile. Retour donc à la configuration initiale.

Prélèvement d'air : prélèvements à trois profondeurs différentes, pour déterminer la profondeur où les pores commencent à se fermer : 78,5 ; 85 et 90 m. Remplissage de deux bouteilles à chaque profondeur. Mesure en continu de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et CO sur l'air extrait du névé, avec les instruments LiCor et SARA. Les concentrations de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub> commencent à bien diminuer dans les derniers niveaux échantillonnés, indiquant que l'on extrait de l'air relativement ancien.

#### **Compte-rendu du 21 janvier 2012**

Météo plus fraîche: temps splendide toute la journée, avec grand ciel bleu sans nuage. Vent du sud toujours sensible, quoique moins fort que la veille. Températures entre -25 et -40°C. L'automne approche sur le plateau antarctique, les températures chutent...

Forage sans problème particulier, sinon que les carottes deviennent plus courtes (70 à 80 cm par run). 73,5 mètres atteints en soirée. Les mesures de densité sur les carottes suggèrent qu'on rencontre des densités plus importantes à profondeur équivalente en comparaison avec Concordia. Plutôt bon signe car allant dans le sens d'une moindre accumulation annuelle.

Prélèvement d'air : réparation du tube de prélèvement Dekabon endommagé la veille. Tubes raccourcis de 18 mètres pour supprimer les parties les plus endommagées. Contrôle d'étanchéité du manchon et des tubulures. Quelques fuites détectées suite à l'extraction musclée la veille au soir, qui a endommagé aussi certains raccords à vide.

Prélèvement à deux profondeurs différentes : 71 et 73,5 mètres. Remplissage de deux bouteilles à chaque profondeur. Mesure en continu de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et CO sur l'air extrait du névé, avec les instruments LiCor et SARA.

#### **Compte-rendu du 20 janvier 2012**

Météo : temps splendide toute la journée, avec grand ciel bleu sans nuage. Vent du sud sensible. Installation d'une bâche pour protéger la zone de forage du vent. Températures entre -20 et -35°C.

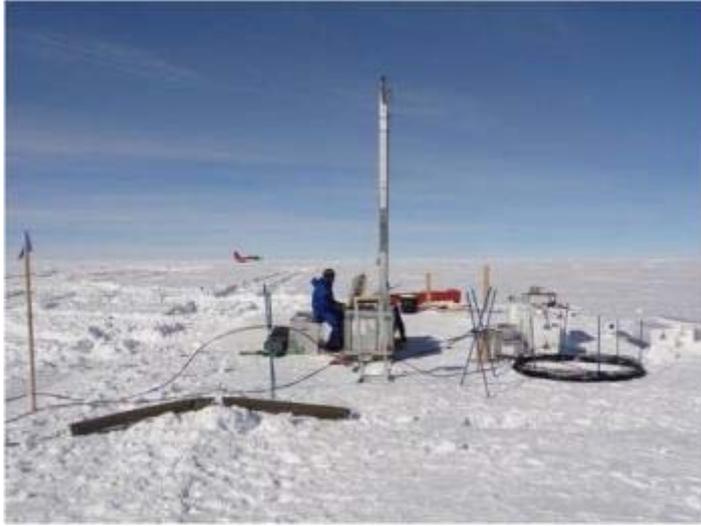
Le forage reprend correctement :

Après plusieurs nouvelles tentatives de récupération, la cale en bois tombée la veille au fond du trou de forage revenait à la surface à 9h30. Grand soulagement dans l'équipe!

Le reste de la journée n'a pas vu de problème technique particulier. 20 mètres étaient forés, portant la profondeur actuelle du forage à 56 m. Carottes de belle qualité, entre 80 et 105 cm de longueur. Poursuite des mesures de densité sur chaque morceau de carotte.

Prélèvement d'air : un seul prélèvement en fin de journée à 56 m de profondeur, pour pallier le retard pris dans le forage. Remplissage de deux bouteilles.

Mesure en continu de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et CO avec les instruments LiCor et SARA. Problème à la fin du prélèvement en retirant le manchon gonflable. La formation d'un toron important entre les tubes de prélèvement et le câble de fixation du manchon a rendu l'extraction du manchon hors du trou particulièrement difficile.



*Forage-Point-Barnola : photo prise le 18 janvier, jour où Manu et Martin étaient récupérés avec le Twin que l'on voit au fond (posé sur une piste faite pour l'occasion avec le Kassbohrer). On voit le carottier 200 m en position de forage. Au premier plan le manchon gonflable, avec les tubes Dekabon pour les prélèvements d'air enroulés à droite. (Photo J. Chappellaz/LGGE)*



*Galères-forage : petit montage de 4 photos, illustrant la journée galère du 19 janvier et le début du 20 janvier. En haut à gauche, tube carottier tout juste extrait après pêchage dans le trou avec le moteur seul (son verrouillage avait sauté en cours de forage, le laissant seul au fond du trou). En haut à droite, Olivier et David réparant la casse des conducteurs électriques à la liaison entre le câble électroporteur et le moteur. En bas à gauche, la fameuse cale en bois coincée dans le tube carottier après récupération au fond du trou ce 20 janvier à 9h30. En bas à droite, au premier plan la fameuse cale en bois, brisée sur sa partie gauche par le tire-fort monté sur une plaque et fixé sur le tube carottier, tire-fort que l'on voit à gauche. Au fond une autre de ces cales en bois, restée à la surface, elle ! (Photo J. Chappellaz/LGGE)*

#### **Compte-rendu du 19 janvier 2012**

Météo : soleil voilé durant la majeure partie de la journée. Vent du sud sensible, contribuant à rendre le travail à l'extérieur plus pénible sur le forage. Température voisine de  $-30^{\circ}\text{C}$  pendant la majeure partie de la journée, descendant en-dessous de  $-35^{\circ}\text{C}$  la "nuit".

#### **Difficultés sur le forage**

Journée particulièrement difficile côté activité forage. Seulement 36 m atteints. Après 1,5h de runs satisfaisants, le tube carottier est d'abord resté au fond du trou de forage au terme d'un nouveau run. Les goupilles d'enclenchement



pour le verrouiller sur le moteur du carottier n'avaient probablement été engagées qu'en partie en raison de glace résiduelle dans le système. Plusieurs heures étaient nécessaires pour "aller à la pêche". Finalement le tube était remonté à la surface avec la carotte à l'intérieur, après avoir réussi à le verrouiller en force sur l'arbre moteur au fond du trou.

Au run suivant, une erreur de manipulation en surface faisait tomber dans le trou de forage une grosse cale en bois juste avant d'engager le carottier dans le trou. Comme si ce problème ne suffisait pas, au moment d'aller "à la pêche" pour la récupérer, le moteur du carottier ne répondait soudain plus du tout. Après environ une heure de tests des différentes connectiques, le démontage complet de l'accouplement entre le câble et le moteur révélait que les quatre fils conducteurs à l'intérieur du câble s'étaient sectionnés nets peu après la sortie du câble. Leur vieillissement les rend probablement plus fragiles au froid. Il a fallu encore plusieurs heures de travail pour réparer cette panne puis remonter tout le système d'accouplement.

A 17h, la "pêche à la cale de bois" pouvait débuter à nouveau avec un carottier fonctionnel. Après de nombreux essais infructueux jusqu'à tard dans la nuit du 19, la persévérance a fini par payer : Olivier et David ont réussi à récupérer la cale en bois au fond du trou ce matin (20 janvier) à 9h30 grâce à un système permettant de visser un outil sur le morceau de bois puis de le remonter en surface. Pour rappel le diamètre du trou est d'environ 10cm.

C'est donc reparti, on espère cette fois-ci avec un peu plus de baraka. On ne voit pas ce qui peut arriver encore au carottier. En deux jours, on a fait à peu près le tour des incidents possibles.

Prélèvement d'air : aucun prélèvement vu les problèmes de forage. Travail sur le détecteur optique laser SARA pour le calibrer au mieux, déterminer sa sensibilité à la température de la caravane "science", et évaluer les biais possibles dus au manchon gonflable.

#### **Compte-rendu du 18 janvier 2012**

Météo : alternance de beau temps légèrement nuageux et de couvert nuageux relativement dense. Léger vent du nord pendant l'après-midi. Températures voisines de -20°C.

#### **Suite forage et pompage : une première sur la mesure des gaz**

Activité forage : carottage jusqu'à 30 m de profondeur. Difficultés techniques dues à l'anti-couple, à la stabilité du treuil pour casser la carotte, etc... Période de rodage. Carottes de très belle qualité. Prélèvement d'air à 20 m et à 30 m. Remplissage de deux bouteilles à chaque profondeur et mesures du CO<sub>2</sub> avec le LiCor. Obtention de bonnes performances avec le détecteur optique SARA, permettant pour la première fois dans l'étude de l'air du névé l'analyse en continu du CH<sub>4</sub> et du CO sur l'air pompé à différentes profondeurs, avec des performances dignes d'un système de laboratoire.

Activité neige : poursuite du travail dans le puits pour prélèvements d'échantillons.

Activité radar neige : Pour clore la saison réalisation d'une expérience visant à mesurer la vitesse de l'onde dans la neige et ... rangement du matériel.

Logistique : avion Twin-Otter atterrissant à 14h en provenance de Concordia, pour récupérer Emmanuel Lemeur et Martin Schneebeli, ainsi qu'une partie de leur matériel. L'équipe de raid n'est désormais plus constituée que de 5 personnes : Anthony, David, Alex, Olivier et Jérôme.

#### **Compte-rendu du 17 janvier 2012**

Météo : légèrement ensoleillé le matin, se couvrant l'après-midi. Pas de vent. Températures voisines de -20°C.

#### **Début du forage**

**Activité forage** : fin de l'installation en matinée. Début du forage en début d'après-midi. Carottes de petit diamètre de qualité moyenne à cause du peu de cohérence de la neige jusqu'à environ 10 m de profondeur. Ensuite carottes de bonne qualité, proches de 97 mm de diamètre. Forage arrêté aux environs de 15 m en soirée.

Prélèvement d'air dans le trou de forage à 10 m. Mesures en temps réel du CO<sub>2</sub> et remplissage de deux bouteilles pour mesures ultérieures. Le SARA n'était pas encore opérationnel donc pas de mesures en temps réel du CH<sub>4</sub> et du CO à cette profondeur. Il s'en est suivi une lourde intervention sur le détecteur optique SARA, en modifiant



directement le positionnement du laser pour attraper un signal exploitable. Succès en fin de soirée, laissant espérer la possibilité d'utiliser ce détecteur aux prochaines profondeurs de prélèvement d'air.

Activité neige : puits avec photographie infrarouge, snowmicropen, prélèvements d'échantillons.

Activité radar neige : Transect d'environ 100 km dans un rayon de 40 km autour du camp de forage afin de bien connaître les caractéristiques du site.



*Le radar neige : Manu LeMeur et le Challenger n°5 équipé du radar neige, trainé au sol au bout d'une longue perche. Sur le véhicule une antenne GPS permet le positionnement des mesures. Photo prise le 14 janvier à 23h30, juste après le retour du "raid éclair" depuis Concordia. (Photo J. Chappellaz/LGGE)*



*Equipe-raid-Point-Barnola : photo prise le 18 janvier au Point Barnola. La plaque réalisée par l'IPEV, en hommage à Jean-Marc Barnola a été fixée sur le poteau-balise. Juste en-dessous de la plaque, on voit une des deux célèbres (pour ses proches) tongs blanches de Jean-Marc, dont il ne se passait que lors des jours de neige à La Mure où il habitait, près de Grenoble. La deuxième tong de la paire sera déposée sur sa tombe au printemps.*

*De gauche à droite : J. Chappellaz, A. Leluc, D. Collin, A. Vende, O. Alemany, M. Schneebeli, E. Lemeur. (Photo J. Chappellaz/LGGE)*

### Compte-rendu du 16 janvier 2012

Météo difficile pour la route : Très couvert le matin (nuages très sombres) puis progressivement perte de visibilité totale. Horizon invisible. Relief au sol quasiment invisible

(white out). White out s'estompant progressivement l'après-midi. Légère précipitation (diamond dust) en soirée. Températures entre -15 et -20°C. Peu de vent, majoritairement de secteur ouest.

L'équipe s'installe sur le site de forage Explore qui sera donc le point Barnola

Départ à 8h15 et 25 kilomètres parcourus en un peu plus de 3h30. La relative lenteur est due d'une part à la neige sans cohérence (dès que l'on sort de la trace faite à l'aller, c'est l'horreur), d'autre part à un fort white-out qui s'est établi dès le début de matinée.

Le Challenger 5 s'est ensouillé à deux reprises. Une fois à cause d'un mauvais entrainement de la chenille gauche qui a entraîné le convoi hors de la trace, l'autre fois à cause du white-out qui nous a fait quitter la trace sans nous en rendre compte (pourtant j'étais dehors sur le marche-pied à tenter de repérer le moindre relief indiquant une trace



pour guider Manu aux commandes...). Du coup les 8000 W d'éclairage à l'avant du tracteur ont été allumés et la conduite s'est poursuivie plus facilement en distinguant le petit bourrelet créé par le Kass le long de la trace lors du trajet aller.

Une fois à S0, station d'arrêt à l'aller, Manu et Jérôme sont partis sans charge avec le challenger 5 et le radar neige, avec une conduite au cap GPS sans visibilité direction sud-est (cap 135°). Trajet de 20 km, suivi d'un trajet de 5 km vers le nord, puis retour à S0. Le profil radar montrait une légère diminution de l'accumulation de neige mais la différence ne justifiait pas de prendre le risque d'emmener le convoi dans la neige fraîche en plein white-out, risquant alors de planter tous les véhicules et caravanes. La décision était donc prise d'établir le camp à S0 et d'y conduire le forage et le prélèvement d'air. S0 sera donc le Point Barnola.

Installation et montage du carottier au nord du convoi (~30 m des caravanes). Début des analyses snowmicropen par M. Schneebeli, selon deux perpendiculaires de 50 m chacune. Installation du système de pompage de l'air du névé. Branchements divers et passages des tubulures au travers de la caravane "science" car les instruments de mesure sont à l'intérieur.

#### **Compte-rendu du 15 janvier 2012**

Météo : temps légèrement couvert puis nuageux avec du diamond dust en fin de journée. Pratiquement pas de vent. Température modérée, entre -15 et -20°C.

En route vers le site de forage Explore

Départ du convoi complet direction S0, point d'arrêt à l'aller au sud de Concordia, à 8h30. Roulage jusqu'à 20h30 ; 109 km parcourus en un peu plus de 11h, ce qui s'est avéré très satisfaisant compte-tenu des conditions de neige en fin de parcours. A partir de 90 km, neige sans cohésion, créant des traces très profondes. Le convoi a changé de configuration du coup. Le Challenger 5 (avec le radar) devant, suivi du Challenger 4, du Challenger 1 et du Kassbohrer Pisten Bully, tous sur la même trace. Vitesse de croisière chutant de 11-12 km/h à 8-9 km/h en fin de parcours. Ensouillage du Challenger 4 et de ses deux charges en stationnant à l'arrêt du soir, car obligé de sortir de la trace et de s'enfoncer dans la neige profonde. 20 mn nécessaires pour les dégager, en utilisant les deux autres Challengers...

Radar fonctionnant relativement bien, sauf arrêt nécessaire pour problème de connexion ou de batteries vides. Une première analyse des données brutes suggère qu'au niveau de l'arrêt du soir, l'accumulation est environ 10% inférieure à celle de Concordia. On espère bien sûr un gradient plus prononcé en progressant.

L'instrument optique SARA a pu être réparé et le signal est en cours de récupération. Besoin de travailler encore dessus pour des performances satisfaisantes.

#### **Compte-rendu du 14 janvier 2012**

Météo : temps légèrement couvert puis nuageux avec du diamond dust presque toute la journée. Température encore très élevée : maximum de -14°C en cours de journée.

A S1bis on se prépare pour le forage ; un profil radar de 170 km est obtenu

A S1bis : montage et tests du Snowmicropen (instrument de caractérisation de la microstructure de la neige). Prélèvements d'échantillons de neige (dont diamond dust fraîchement tombé durant la journée) et observations/photographie avec une binoculaire. Montage du carottier avec son mât sur le traineau Aalener. Rangement du container "scientifique" blanc. Caisses avec échantillons de neige mis sur le toit du container "science".

Installation, réglage et réparation partielle du détecteur optique SARA dans la caravane "science". SARA est un instrument novateur développé avec un laboratoire de physique de Grenoble qui permet la mesure de gaz traces (méthane par ex.) sur le principe d'absorption d'un rayonnement laser. Le faible encombrement de cet instrument permet de le transporter sur le terrain mais l'optique reste fragile.

Profil radar : Départ un peu après 9h direction S2, avec un tracteur Challenger équipé du radar neige. Environ 175 km de parcourus en un peu moins de 13h de roulage pour faire la liaison avec des sites, à S2 et près de S2, où des carottages de 20m avaient été effectués à l'aller.



### Compte-rendu du 13 janvier 2012

Météo : temps légèrement couvert avec du diamond dust (cf photo ci-dessous) presque toute la journée. Température extraordinairement élevée : maximum de  $-12^{\circ}\text{C}$  en cours de journée.

Succès du raid éclair à Concordia : l'équipe retrouve son matériel

Raid éclair : départ de Concordia à 7h. Environ 170 km de route pour retourner à S1bis, avec le radar neige installé et opérationnel sur le Challenger n°5, le Challenger n°4 tirant le traineau Aalener avec le cargo Explore dessus. Arrivée à S1bis à 23h20, après plus de 15h de roulage. Route difficile entre DMC et S1 en raison du micro-relief très marqué. Quelques sautes d'humeur du radar obligeant à des petits arrêts "réparation". Mais dans l'ensemble belles données exploitables ultérieurement.

Note radar neige: le radar neige permet de repérer des couches isochrones (même âge) dans le névé jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. La datation de ces couches, à partir des carottages, permet alors de mesurer la quantité de neige tombée le long de la route du raid entre différentes dates et la période actuelle.

A S1bis : approfondissement du puits jusqu'à 4 m. Stratigraphie photographiée en infrarouge. Prélèvements d'échantillons pour la physique de la neige. Installation dans la caravane "science" en prévision du carottage Explore et calibration de l'instrument LiCor pour l'analyse continue du  $\text{CO}_2$  dans l'air du névé à S0.



*Photo de Diamond dust réalisée par Martin Schneebeli, SLF/Davos, Suisse. L'air est très sec en Antarctique car très froid. Il se forme, même quand le ciel est clair, des « Poussières de diamant » qui sont de fins cristaux de glace qui constituent une part importante de la précipitation neigeuse. Ces cristaux scintillent dans l'atmosphère et sont quelquefois la cause de magnifiques phénomènes optiques.*

### Compte-rendu du 12 janvier 2012

Météo à S1bis : venteux, nuageux et froid le matin, se dégageant progressivement l'après-midi avec un vent devenant faible de secteur sud. Températures entre  $-20$  et  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Journée à attendre le retour du "raid éclair" sur Concordia.

Activité à S1bis : opérations d'entretien. Réalisation d'un puits de 3,3 m de profondeur à environ 200 m du camp, pour une stratigraphie détaillée. Début de préparation du matériel de prélèvement d'air dans le névé à S0, dans la caravane "science".

Activité à Concordia : chargement du matériel radar + Explore sur le traineau, préparation des deux tracteurs, montage du radar et tests des interférences électromagnétiques.

### Compte-rendu du 11 janvier 2012

Météo à S1bis : couvert le matin, devenant blanc l'après-midi. On ne distinguait presque plus l'horizon. Température toujours voisine de  $-25^{\circ}\text{C}$ . Légère précipitation neigeuse.

Pour ceux qui roulaient : même type de temps, avec peu de visibilité.

Deux véhicules rejoignent la base Concordia



Le choix a donc été de faire un AR S1bis-DMC avec seulement 2 véhicules pour transporter des échantillons et surtout ramener le radar et le matériel de forage indispensables pour la suite du programme. Opération réussie pour l'aller.

Départ du convoi léger direction DMC à 8h30 : deux Challengers, le traineau Aalener avec 20 caisses d'échantillons Vanish, et une cuve vide.

Arrivée du convoi vers 22h30 à DMC. Roulage à 17 km/h jusqu'à S1 (route déjà tracée à l'aller) mais vitesse réduite à 12 km/h sur la partie S1-DMC, en l'absence de trace et à cause de dos de baleine rendant le roulage très cahotique. Les dos de baleine sont des zones de neige avec une neige très compacte. Leur nom vient de leur forme. Elles font quelques dizaines de mètres et il y a donc succession de zones dures et de zones plus molles.

Récupération de la station sismo à S1 sur la route.

Grégory pourra donc commencer à travailler à Concordia sur les échantillons de neige.

Pendant ce temps, à S1bis, réalisation d'un puits de 1 m pour stratigraphie au niveau d'une transition entre un dos de baleine et une zone d'accumulation. Photos infrarouges et prélèvement de la tranche de neige de 10 cm d'épaisseur par 1m de hauteur.



*Revisite du puits de 3,5 m de profondeur le 10 janvier à S2, pour la stratigraphie. Photo J.Chappellaz/LGGE.*



*Arrivée d'une partie du raid à S1bis le 11 janvier. Le premier tracteur, arrivé le premier à S1bis, est reparti pour aider le deuxième tracteur qui tirait une lourde charge et allait moins vite. On voit l'élingue liant les deux tracteurs. Derrière, on distingue le Kassbohrer Pisten Bully qui nivelle la trace en vue de passages ultérieurs dans les années à venir. Photo J.Chappellaz/LGGE.*

#### **Compte-rendu du 10 janvier 2012**

Distance parcourue : 62 km ; Distance de Dome C : 150 km

Météo : beau temps, pas de nuage, vent très faible, température entre -25 et -30°C.

Journée de route et choix pour la suite



Après contact téléphonique avec Concordia le matin, la probabilité d'un vol de Twin-Otter le 12 janvier sur S2 apparaissait réduite. Plusieurs scénarios étaient alors envisagés. Au final, on décidait de parcourir la moitié de la route entre S2 et S1, afin de se rapprocher de Concordia tout en gardant la possibilité de réaliser un profil radar neige jusqu'à S2 avec transect vers le sud.

Le matin, déchargement des caisses d'échantillons Vanish depuis le sommet du container pour les entreposer sur le traineau. M. Schneebeli revisite le puits du raid aller (3,5 m de profondeur) pour étude stratigraphique et prélèvements d'échantillons.

Départ à 13h30. 6h de roulage pour 62 km parcourus jusqu'à S1bis.

Bonne qualité de neige au début, mais à mi-parcours nous rencontrons une neige plus problématique pour le convoi. Pas d'enlèvement, mais le tracteur parvenu en premier sur site devait faire demi-tour pour tirer le tracteur le plus lent.

Arrivée du convoi complet vers 20h.

### Compte-rendu du 9 janvier 2012

Distance parcourue : 118 km ; Distance de Dome C : 210 km

Journée de route avec record de distance parcourue

Départ à 8h30 de S3. Juste avant le départ, M. Schneebeli effectue un puits de 1 m, pour photographier la stratigraphie.

Roulage en formation comme les jours précédents. Rien de particulier à signaler, sinon que la neige est devenue plus molle et a ralenti le convoi à partir d'environ 50 km de S2. Arrivée à S2 à 20h30 après 11h de roulage et 118 km parcourus (nouveau record pour ce raid). Installation juste à côté des instrumentations laissées sur place à l'aller (station météo, grappe de thermistances dans la neige).

Sur le plan logistique, nos caisses de matériel ont enfin rejoint Concordia le 7 janvier au soir. Mais l'avion Twin-Otter est accaparé depuis pour d'autres opérations. Nous discutons différentes options pour les récupérer au plus vite sur le raid afin de pouvoir effectuer du profil radar neige en continu puis atteindre le site de forage Explore.

### Compte-rendu du 8 janvier 2012

Distance parcourue : 110 km ; Distance de Dome C : 328 km

Tôt le matin à S4, M. Schneebeli effectue un puits d'1 m de profondeur en laissant une lame de neige au milieu d'environ 20 cm d'épaisseur, pour visualiser la stratigraphie avec des photos infrarouges sensibles à la taille des grains.

Départ de S4 à 8h30. Neige relativement dure durant les premiers 5h de roulage. Puis devenant sensiblement moins portante durant les 6h suivantes de roulage. Du drift (chasse-neige) a créé des congères en travers des traces, qui freinent les convois. Malgré tout, nous tenons une moyenne de 10 km/h. 110 km parcourus en 11h de roulage, avec atteinte du point S3 à 20h30. Récupération de la station sismo CAS06.

*Photo du convoi dans les megadunes, à 30 km à l'Est de Vostok:*



*Photo J.Chappellaz/LGGE.*



On distingue clairement le relief grâce aux trois véhicules qui précèdent le Kass. Celui du milieu est à peu près au point bas, le premier remonte la pente de la dune suivante, et le véhicule le plus proche entame la "descente".

#### **Compte-rendu du 7 janvier 2012**

Distance parcourue : 100 km ; Distance de Dome C : 438 km

Départ à 9h00. Traversée spectaculaire des mégadunes sur environ 20 km, malgré un fort vent et du drift masquant l'horizon. Depuis le Kass qui ferme le convoi, on voyait clairement les tracteurs monter et descendre sur l'horizon. Les dunes semblent espacées d'environ 4 ou 5 km. Les faces des dunes sous le vent montrent un réseau dense de fractures alors que la face au vent montre une apparence plus classique.

La route était plutôt dure sur les premiers 50 km puis est devenue plus molle ensuite. Le convoi a quand même pu maintenir une vitesse de croisière entre 10 et 11 km/h.

Récupération d'une station sismo et de la cuve de fuel laissée à l'aller.

#### **Compte-rendu du 7 janvier 2012 :**

A Concordia : Fin d'assemblage des convois.

Repos le reste de la journée.

Beau temps toute la journée, -28°C

Cordialement

Jean-Marc LASSAUCE

#### **Compte-rendu du 6 janvier 2012**

Départ de Vostok à 14H30 ; Arrêt du soir par 78°19 S – 107° 34 E

Distance parcourue : 23 km ; Distance de Dome C : 538 km

Vent modéré. Léger chasse neige. Température du soir: -25°C

Départ de Vostok :

A 8h du matin, nous avons appris que le vol avion du jour était annulé en raison d'une météo mauvaise à Concordia. Ces vols étaient aussi compromis le 7 et le 8 en raison de la météo à Casey (station australienne). Dans ces conditions d'absence de soutien aérien pour le cargo DDU-DMC-VK pour ce jour et les prochains jours il a été décidé de repartir sans le radar pour ne pas compromettre le reste du programme. La météo nous impose des choix difficiles.

Le matin était occupé à remettre les caisses d'échantillons Vanish au sommet du container cargo (elles avaient été descendues pour mettre dans l'avion espéré), arrimer également les 50 caisses vides récupérées à Vostok, et mettre le cargo Vanish et Explore dans le container cargo.

Départ à 14h30 après avoir salué les collègues russes dans l'abri de forage 5G2. Route portant relativement bien avec deux tracteurs dans la même trace au sud, un autre tracteur dans une trace plus au nord, et le Kassbohrer fermant la marche dans la trace sud pour la lisser avec sa lame et faire un cordon de neige au nord (repérage possible de la route lors des années suivantes). Traces profondes au début, devenant beaucoup moins profondes une fois dans la zone de mégadunes. Arrêt après 3h de roulage et 23 km parcourus, à quelques dizaines de mètres de l'arrêt du raid aller.

A l'arrêt du soir, puits symétrique d'environ 1,10 m de profondeur avec une lame de neige de 10 cm d'épaisseur séparant le puits en deux. Observation en lumière transmise et réfléchie + photographie IR. Les premiers 10 cm sont de la neige soufflée lors des derniers jours (drift). En-dessous une couche très dure d'environ 10 cm également. Puis plusieurs couches de très gros grains jusqu'à la base du puits. Grosse fissure en bordure de puits. La lame de 10 cm a été prélevée sur toute sa hauteur pour rapatriement froid en Europe.

#### **Compte-rendu du 5 janvier 2012 :**

Un vol avion a eu lieu ce 5 janvier entre Concordia et Vostok.

Arrivée à Vostok de Olivier Alemany, Martin Schneebeli et Jerome Chappellaz qui prend en main l'envoi des nouvelles. Retour à Concordia de Laurent Arnaud, Eric Lefebvre, Maxime Bes de Berk et Gregory Teste.

Départ de Concordia à 11h30 pour 2h et demi de vol sans encombre vers Vostok. La monotonie de l'immensité blanche au travers des hublots du Twin-Otter était rompue par deux observations spectaculaires : d'immenses



champs de mégadunes au sud de la ligne DMC-VK, ainsi que la trace du raid scientifique effectuant un beau linéaire au travers du sol blanc.

Le stop à Vostok devait hélas s'avérer très court pour échanger personnel et matériel. Du cargo était déchargé et d'autre chargé dans le Twin-Otter pour un départ seulement 50 mn après l'atterrissage. A peine le temps d'une photo de groupe de toute l'équipe du raid (aller et retour), ainsi qu'avec nos amis russes, devant le panneau "Vostok".

L'après-midi les nouveaux venus prenaient leurs marques dans les caravanes du raid. Puis visite de la tranchée de forage où les Russes poursuivent la progression de leur forage 5G2. 3727 m de profondeur atteint hier : nouveau record absolu puisque Vostok demeure toujours le site où les glaces les plus profondes ont été collectées. C'est un sentiment étrange de voir ces ingénieurs russes, baignant dans les vapeurs de kérosène (fluide de forage), se relayant 24h sur 24 pour poursuivre la pénétration du glacier, à raison de 2,5 h de descente du carottier pour chaque passe, 1/2 h de forage, puis 2,5 h de remontée, le tout avec un équipement qui commence à dater.

Volodya Lipenkov et Alexey Ekaykin nous emmenaient ensuite visiter les plus vieux sites de forage distants de quelques dizaines de mètres. Une installation de troglodytes, tout sous des mètres de neige, avec des galeries très étroites, basses et obscures pour y accéder. Une traversée du temps, au travers de décennies d'efforts qui ont conduit à des pages essentielles de l'histoire des carottes de glace depuis 1970.

Le soir nous avons invité trois collègues russes à dîner dans la caravane raid, stationnée le long de la piste d'avion, à environ 500 m du site de forage 5G2. L'occasion de discuter du programme du lendemain : observations de la structure locale de la neige avec un snow-micropen, peut-être un puits, chargement de caisses pour carottes de glace,...

Nous avons aussi discuté de la localisation du futur Point Barnola. Un sujet important compte-tenu de l'histoire de la collaboration entre Jean-Marc Barnola et les collègues russes à Vostok.



**Message du 3 janvier 2012 :**

**ARRIVEE A VOSTOK**

Aujourd'hui, 3 janvier 2012, l'équipe du raid est arrivée à Vostok.

La liaison terrestre Concordia-Vostok est une première exceptionnelle tant au niveau scientifique que technologique. Cela a été aussi une belle aventure humaine.

Je tiens à remercier en tout premier l'équipe du raid qui a surmonté de nombreuses difficultés et n'a pas ménagé sa peine pour effectuer un programme scientifique très chargé et ceci avec un esprit de collaboration hors du commun :

- les glaciologues du LGGE (CNRS/Université Joseph Fourier) de Grenoble : Laurent ARNAUD, Emmanuel LEMEUR, Gregory TESTE et Eric LEFEBVRE
- le sismologue de l'EOST, Strasbourg : Maxime BES de BERG
- les logisticiens de l'IPEV : David COLIN, Alex LELUC et Anthony VENDE.

Un grand bravo à cette équipe.

**Compte-rendu du 2 janvier 2012 :**

Arrêt du soir par 78° 19 S - 107° 34 E

Distance parcourue : 100 km; Distance de Vostok : 29 km

Beau temps toute la journée. Pas de vent. Température du soir: -26 °C



Vostok est proche

C'est déjà le grand jour de l'arrivée à Vostok. C'est pour dans quelques heures. Je suis extrêmement impatient de revoir Vostok, et encore plus heureux d'arriver avec le Raid. Il va y avoir pas mal d'émotion, et mes pensées iront à Jean-Marc (Barnola).

Aujourd'hui on a réalisé pour la première fois 100 km, et on a traversé nos premières mégadune. Incroyable !!! un relief visible à l'œil avec le camion de tête qui disparaît derrière le relief, des alternances de zones avec et sans fissures. En zone d'ablation des petits bourrelets de quelques millimètres en surface : on creuse et on trouve des fissures larges comme une main voire plus, qui se prolongent en profondeur et en longueur sur plusieurs dizaines de mètres. Les côtés des fissures sont couverts de givre à très gros grains, on dirait du gros sel. On a passé la soirée à gratter avec Manu et on n'a pas pu s'empêcher, malgré le planning qui prévoyait rangement, de faire un forage de 10 m à la mini-foreuse. Vivement que le radar traverse cette zone au retour !!!

La journée s'est terminée autour d'un repas de fête (encore un) avec des pâtes au saumon gratinées préparées par Alex et David: un délice.

Demain on va jusqu'à la station sismo (~15 km) et on fait deux équipes: une pour le démontage de la station et une pour le rangement du matériel scientifique du raid.

Ensuite un repas tous les 8 (le dernier entre nous), coup de téléphone à Volodya Lipenkov, chercheur russe partenaire actuellement à Vostok, et on file à Vostok (~15 km)...

#### **Compte-rendu du 1 janvier 2012 :**

Arrêt à 11H45 par 77° 40 S - 110° 34 E (Station sismo CASE07)

Distance parcourue : 110 km depuis le 30 décembre; Distance de Vostok : 129 km

Beau temps toute la journée. Pas de vent.

Aujourd'hui c'était la fin de la route jusqu'à S4, puis une journée glacio avec plusieurs forages : miniforeuse jusqu'à 20 m et grosse foreuse jusqu'à 10 et 3,5 m. Mesures structures de la neige dans le trou de forage. Démontage et récupération de station sismo. Mesures atmosphériques comme d'habitude.

Et une soirée à démonter et tester le spectralbedomètre sans succès. La carte du PC a lâché.

On reprend la route demain pour se rapprocher le plus possible de Vostok. Ensuite c'est l'arrivée à Vostok. Parallèlement, on va ranger et réorganiser nos espaces pour faire de la place pour le forage Explore et limiter le travail de Greg en fin de saison pour le renvoi des caisses.

Difficultés du côté des vols avions :

Le nombre réduit d'avions disponibles, la très forte demande cette année, les aléas météorologiques rendent la gestion des avions extrêmement compliquée cette saison. Et pourtant ils sont indispensables pour transporter personnel et matériel entre Dome C et Vostok mais aussi entre Dome C et la base italienne Mario Zuchelli ou la base française Dumont d'Urville. Nous espérons 3 vols Dome C - Vostok entre le 3 et le 4 janvier.

#### **Compte-rendu du 30 décembre 2011 :**

Arrêt à midi par 76° 50 S - 113° 01 E (Station S3)

Distance parcourue : 28 kms ; Distance de Vostok : 239 km

Temps légèrement couvert. Température du soir -20°C

Fin du parcours en tracteur ce matin pour atteindre S3 vers midi, ce qui nous a permis pendant l'après-midi de démonter la station sismo, de faire un forage mini foreuse jusqu'à 20 m, un forage avec le gros carottier jusqu'à 10 m (qualité des carottes bien meilleure dans la zone des 2-5 m pour la radiochimie), un autre jusqu'à 3 m pour détecter le volcan Pinatubo, un puits de 1 m pour la chimie + mercure + bio + isotope + densité fine. Quelques profils snow micropen et un profil posssum ont été faits dans le trou de 10 m (ces deux instruments servent à la caractérisation de la neige : dureté, taille des grains etc.).

On a aussi installé les mesures mercure gazeux atmosphérique et ozone, même si la durée des mesures sera inférieure à 24 heures.

Le spectralbedomètre (mesure du rayonnement réfléchi par la neige) fonctionne en continu et la partie acquisition des spectres fonctionne très bien (on va avoir du travail de dépouillement !), par contre il y a quelques soucis avec la



caméra (photos pour structure de la surface) et parfois avec le GPS associé qui s'arrête de fonctionner. J'essaie de limiter au maximum les pertes.

Aujourd'hui c'est incroyable il a neigé une partie de la journée avec des flocons "presqu'alpin" (un peu trop petits quand même) et maintenant on a des températures de  $-19^{\circ}\text{C}$  à minuit. Demain on essaie de rejoindre la prochaine station sismo: longue route en perspective, environ 115 km. On y fera un dernier forage de 20 m et on aura rempli toutes nos caisses. Evidemment on continue les prélèvements tous les 20 km. Pour le réveillon, on a prévu de s'arrêter de rouler une heure plus tôt que d'habitude (vers 19h30) pour se préparer un repas amélioré avec toutes les bonnes choses que nous a donné Jean-Louis, le cuisinier à Concordia: foie gras, langoustes, saumon... Du classique, mais dans notre caravane en plein milieu du plateau Antarctique, tout le monde va apprécier.

#### **Compte-rendu du 29 décembre 2011 :**

Distance parcourue : 88.5 km ; Distance de Vostok : 265 km

Beau temps le matin, couvert l'après-midi et chasse neige en fin de journée.

Température du soir  $-25^{\circ}\text{C}$

Aujourd'hui c'était 11 heures de route pour 88 km parcourus (le record du raid scientifique pour l'instant), avec une alerte sur un véhicule: un filtre à gasoil à changer. Alex et David ont détecté le problème et réparé en plein vent en moins d'une demi-heure. Des pro !

Minimum de science avec juste des prélèvements réguliers en surface pour études nitrate et isotopes.

Il neige ce soir avec beaucoup de vent, de beaux paysages de blizzard.

#### **Compte-rendu du 28 décembre 2011 :**

Deuxième jour de station au point S2

Beau temps toute la journée. Pas de vent. Température du soir  $-27^{\circ}\text{C}$

Seconde journée de travail intense à S2, on a fini à 22h30 après avoir passé toute la journée à courir, ramper, creuser dehors depuis 8 h du matin avec une heure de pause à midi.

On a fini le montage des deux stations automatiques (météo et température neige) et tout semble en ordre, espérons qu'elles vont fonctionner au moins pendant 5 ans, ce serait super. La seconde équipe est allée faire un transect à 40 km vers le sud avec des prélèvements pour isotopes et nitrates tous les 10 km et un forage de 20 m à l'extrémité du transect.

On a aussi fait un forage de 10 m pour la structure de la neige en fin de journée mais avec un profil de 5 m seulement au final pour cause de problème technique. Le nouveau carottier (tube fin), développé et fabriqué au LGGE fonctionne bien et c'est aussi un point de satisfaction important.

Les prélèvements atmosphériques et dans la neige (biologie aujourd'hui en plus de la chimie et de la physique hier) ont évidemment continué.

Le bilan est donc très positif pour S2 : on a presque réussi à faire la totalité du programme de 3 jours en 2. On a collecté pour l'instant 22 caisses d'échantillons qui s'accumulent sur le toit du container.

On a laissé une citerne et des futs de kéro à S2, on devrait avancer plus vite.

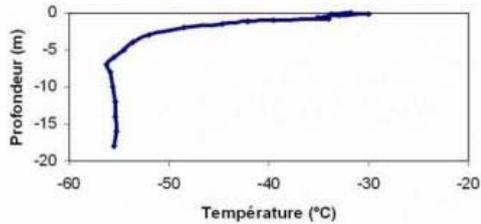
Premier profil de température au site S2 - 28 décembre 2011

Une station de mesure automatique de température dans la neige a été réalisée et installée par E. Lefebvre et L. Arnaud. Cette station est prévue pour fonctionner en totale autonomie pendant plusieurs années. Les données sont transmises par satellite, système ARGOS.

Les premiers profils ont pu être transmis dont voici un résultat préliminaire.



Profil de température dans la neige à S2  
28 décembre 2011



En surface la température est proche de celle de l'atmosphère et varie rapidement pendant la journée : environ -30°C ici. Plus la profondeur augmente plus les variations journalières ou saisonnières sont atténuées. A 20 m il n'y a plus de variation, on mesure la température moyenne annuelle qui est d'ici d'environ -55°C, entre -80°C l'hiver et -30°C l'été.

#### Compte-rendu du 27 décembre 2011 :

Aujourd'hui travail scientifique à la Station S2.

Beau temps toute la journée. Vent faible. Température du soir -27°C.

Ce soir tout le monde est couché après une énorme journée de travail. Début des grandes manœuvres à 8h, pour finir à 22h30 tous les quatre au fond du puits de neige à prélever encore dans la bonne humeur. Tout le monde a conscience que c'est la station importante pour le raid et on a vraiment tout donné.

Un puits de neige complet de 3 m a été effectué dans la journée avec, au final, 7 caisses d'échantillons. Même si tout le monde a participé, Greg a organisé et géré les prélèvements pour la chimie dans le puits d'une main de maître. Des mesures sur la physique de la neige ont été effectuées en parallèle (densité, conductivité thermique, structure de la neige).

Un vent pas trop fort mais constant a été propice aux prélèvements de surface pour la chimie et aux mesures atmosphériques de mercure et d'ozone.

L'installation de la grappe de température dans la neige et de la station météo a commencé et sera complétée demain.

La station sismologique installée l'année dernière par avion a été démontée après récupération des données.

La cuve et le traineau laissés hier à 50 kms ont été ramenés au point S2.

Demain on se sépare en deux équipes, l'une vers le sud pour le transect avec échantillonnage tous les 10 km pour isotope et nitrate, et forage de 20 m à l'extrémité sud. L'autre équipe reste à S2 pour faire un forage de 10 m pour la structure de la neige.

#### Compte-rendu du 26 décembre 2011 :

« Laurent Arnaud »

Arrêt le soir à 76°20 S - 117° E (Station S2)

Distance parcourue : 50.5 Km ; Distance de Vostok : 347 km

Beau temps toute la journée. Léger vent. Température du soir -28°C

On a atteint S2 en fin d'après-midi et on a pu tout de suite faire le forage à la mini-foreuse jusqu'à 20 m (pour datation radar et mesure température). Cette station va être difficile à gérer en deux jours car il y a beaucoup de travail ; il fallait donc prendre un peu d'avance.

Suite à des conditions de terrain difficiles (neige semoule), une cuve de 12 m<sup>3</sup> et un traineau ont été laissés en route. Ils seront rapatriés dans la journée de demain.



Notre espoir est qu'avec le dépôt à S2 d'une cuve pour le retour on allège les tracteurs.

Tout le monde va bien et tout le monde pousse pour aller jusqu'à Vostok.

Couverture radar par avion par une équipe américaine

« Jérôme Chappellaz »

La recherche de la glace la plus ancienne est un des objectifs des deux programmes Explore et Vanish. C'est pour cet objectif que des mesures sont faites au sud de la route du raid (S0, Point Barnola) car on devrait y trouver des accumulations de neige plus faibles que sur la crête ou au nord de cette crête et donc de meilleures chances de trouver une glace très ancienne. Ce secteur est donc une zone potentiellement intéressante et c'est pour cela que nous nous y intéressons.

Une autre information importante pour le choix du site le plus approprié est l'épaisseur de la calotte et la topographie du socle sous-jacent (montagne ou plaine ?). A cette fin une collaboration a été menée avec l'équipe de Duncan Young de l'Université du Texas. Cette équipe, avec le support logistique de l'IPEV à Concordia vient de réaliser des survols du secteur situé au sud / sud-ouest de Concordia, entre S0 et S2. Un radar installé à bord de l'avion a effectué sur 2500 km environ des mesures qui permettront de cartographier la zone en termes d'épaisseur de glace et de topographie du socle. Les données seront traitées dès leur retour aux US.

Pour plus d'information sur la recherche de la glace la plus ancienne, voir le site IPICS (<http://www.pages-igbp.org/ipics/>, en anglais).

**Compte-rendu du 24 et 25 décembre 2011 :**

**Samedi 24 décembre :**

Station S1, Beau temps toute la journée. Vent moyen le matin, faible en soirée. Température du soir -22°C

**Dimanche 25 décembre :**

Arrêt du soir à 76°04 S - 118°27 E

Distance parcourue : 63.5 Km ; Distance de Vostok : 396 km

Météo : Beau temps toute la journée. Pas de vent. Température du soir -26°C

Le travail à S1 s'est bien terminé et on a même pu finir assez tôt le 24 au soir pour profiter d'un repas amélioré par David avec apéro pour Noël.

Tous les prélèvements d'échantillons ont été réalisés + forage 20 m mini foreuse et 2 forages 10 m + 2 m avec la grosse foreuse + sondage possum à 10 m pour la structure de la neige.

Aujourd'hui, 25 décembre, c'était route pour nous: 60 km en 11 h mais avec 2 heures de manipulation pour reformer le convoi, on envisage le 80 km par jour pour la suite. On devient des pros des élingues largables et des vrais routiers de l'Antarctique.

**Compte-rendu du 23 décembre 2011 :**

Arrêt du soir : 75°43 S - 120°17 E

Distance parcourue : 52.5 Km ; Distance de Vostok : 458 km

Météo : Beau temps le matin, couvert l'après-midi. Vent moyen toute la journée. Température du soir -28°C

Encore une journée de route mais avec plus de réussite, puisque nous sommes arrivés à S1 en fin d'après-midi (8km/h de moyenne). Juste le temps d'installer les prélèvements de mercure et d'ozone et de faire un forage à la mini-foreuse.

L'astuce a consisté à laisser ce matin 2 cuves et le traineau avec les fûts. Demain Alex et David retournent les chercher avec deux tracteurs, pendant qu'on travaille à S1. Il semblerait que la surface soit redevenue plus dure en revenant sur la ligne de crête entre DMC et Vostok, et qu'on puisse reprendre la formation de départ dès notre prochain transfert vers S2 (dimanche). Bilan 1 jour de perdu à essayer de caser dans le planning.



Les prélèvements se déroulent normalement, on gère au mieux les tracteurs, le fuel, le container de stockage où doivent cohabiter nos caisses d'échantillons et les futs de kérosène (nos caisses sont sur le toit). Sur place les personnels logistiques font au mieux pour faciliter le travail scientifique, c'est très agréable et participe à la bonne ambiance. De notre côté tout le monde aide au mieux à toutes les manœuvres de déplacement et à la logistique. Bref on prend nos marques et tout se déroule de façon de plus en plus fluide et efficace.

#### **Compte-rendu du 22 décembre 2011 :**

L'avancée se fait plus difficile ...

Grosse journée aujourd'hui qui aurait dû nous amener à S1, mais la qualité de la neige et le poids des caravanes en a décidé autrement : seulement 30 km en 11 h de conduite, et des engins enneigés en permanence à sortir. Un gros travail.

On remet cela demain avec encore 50 km pour rejoindre S1. Si ces conditions de déplacement persistent, il va falloir revoir nos objectifs à la baisse mais on n'en est pas là et je garde espoir que l'on puisse se déplacer plus rapidement. A confirmer les prochains jours.

Evidemment pas de science aujourd'hui en dehors d'un point de prélèvement et du spectralbédometre en continu.

Toujours une très bonne ambiance pour affronter ces problèmes. Il est 23h30, on vient de finir le repas et on va se coucher.

#### **Compte-rendu du 21 décembre 2011 : « Laurent Arnaud »**

Météo très bonne pour ce premier jour de l'été.

Aujourd'hui une grosse journée de travail à S0 avec tous les glaciologues sur le pont plus Maxime le sismologue et David le mécanicien de l'IPEV. Les deux autres personnels logistiques (Alex et Anthony) s'occupaient des engins et de la logistique. Bien agréable de rentrer manger à midi et de trouver tout préparé.

Beaucoup d'opérations différentes en une seule journée: un puits pour la chimie et les isotopes, des bouteilles de neige pour la biologie et le mercure, des mesures de densité et de la structure de la neige, des mesures de conductivité thermique. Et bien sûr les mesures de mercure et de l'ozone dans l'atmosphère en continu.

Au niveau carottage: 2 carottes de surface de gros diamètre et un forage de 20 m avec la mini-foreuse. Extrêmement difficile de faire des carottes entre 3 et 5 m car la neige est très friable, mais on s'est débrouillé pour perdre le moins possible de neige.

Bilan de S0 : 3 caisses de carottes et une caisse d'échantillons du puits.

Beaucoup de réorganisation pour améliorer l'efficacité et éviter de finir à 3h du matin.

Aucune journée à perdre, et la pression est sans cesse au maximum, heureusement dans une très bonne ambiance et tout le monde participe. La pression pour demain, c'est pour les véhicules, 84 km pour rejoindre S1.

#### **« Jérôme Chappellaz » depuis Concordia, le mercredi 21 décembre à 11h**

Mardi 20 décembre à 8h30 heure de Concordia (1h30 heure française), le lourd convoi scientifique de la traverse Vanish-Explore se mettait en route, pour ce qui constitue une première scientifique française : la conduite exploratoire d'un raid entre les bases Concordia et Vostok, documentant un secteur inconnu de l'Antarctique.

Ce convoi est composé de quatre tracteurs (trois Caterpillars Challenger spécialement adaptés au roulage sur la neige antarctique, et un Kassbohrer similaire à ceux rencontrés dans les stations de sport d'hiver) tirant deux caravanes vie + science, deux containers pour le matériel et les échantillons, et des cuves de fuel nécessaire pour les véhicules.

8 personnes prennent part à cette première partie de l'expédition : trois logisticiens en charge de l'entretien des véhicules et du matériel, et 5 scientifiques dont 4 glaciologues et 1 sismologue. Ce dernier récupérera des stations sismologiques posées par avion il y a quelques années le long de cette route du raid.



Une certaine angoisse régnait au moment du départ. En effet si ces véhicules et caravanes ont démontré leur capacité à avancer sur une trace neigeuse déjà bien damée année après année (la route partant de Cap Prud'homme et rejoignant Concordia, sur 1100 km), on ne connaît pas a priori leur comportement dans une neige fraîche, non damée. Afin de limiter les risques d'enlèvement, la décision était prise que chaque véhicule fasse sa propre trace, à quelques dizaines de mètres les uns des autres.

Depuis le troisième étage de la base Concordia, nous avons pu suivre le convoi à l'œil nu durant environ 3h, puis il disparaissait derrière l'horizon. La vitesse de progression avoisinait donc probablement 9 km/h, soit la vitesse presque maximale atteignable par un tel convoi.

Ayant pris la direction plein sud, vers le point appelé "S0", le convoi s'est approché à 10 km de ce point mardi 20 au soir. A 21h, la décision était prise d'arrêter le convoi, car plusieurs enlèvements avaient ralenti la progression, dans de la neige présentant peu de cohésion. Il se situe donc aujourd'hui à 70 km au sud de Concordia.

Le long de ces 70 km, des échantillons de neige ont été régulièrement prélevés en vue d'analyse chimique (notamment les isotopes du nitrate qui renseignent sur le recyclage des oxydes d'azote dans la neige de surface). Un spectro-albédomètre installé au bout d'une perche sur l'une des caravanes a permis d'acquérir en continu des informations sur les propriétés optiques de la neige.

Un système d'analyse de la concentration en mercure gazeux dans l'atmosphère a été mis en route hier soir après l'arrêt du convoi. Il devait mesurer cette concentration en continu jusqu'à 1h30 du matin.

Ce mercredi 21 décembre, le convoi ne progresse pas et reste sur le point situé à 10 km de S0 (70 km au sud de Concordia) pour conduire pendant une journée un programme scientifique dense, comprenant notamment la réalisation de puits profonds pour échantillonner la neige des dernières décennies, en vue de nombreuses analyses glacio-chimiques en laboratoire au retour des échantillons en France.



*Départ du convoi scientifique de Concordia le 20 décembre à 8h30, prenant la direction du sud. On distingue au premier plan les pancartes kilométriques reliant Concordia au reste du monde. Photo J.Chappellaz/LGGE*



*Deux des quatre attelages du convoi scientifique photographié en zoom depuis le 3ème étage de la base Concordia. Ils se situent alors à une quinzaine de kilomètres de la base après deux heures de roulage. Photo J.Chappellaz/LGGE*



*Arrivée du convoi scientifique à Concordia le 16 décembre à 19h, en provenance de Cap Prud'homme. Photo J.Chappellaz/LGGE*



## Visuels disponibles



Convoi dans les megadunes, à 30 km à l'Est de Vostok. © J.Chappellaz / LGGE



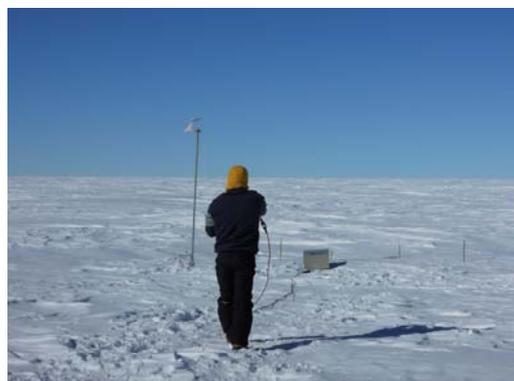
DC\_VK\_LA\_01: Départ de Dôme Concordia.  
© Laurent Arnaud / LGGE



DC\_VK\_LA\_02: Formation du convoi sur 3 routes parallèles pendant les déplacements.  
© Laurent Arnaud / LGGE



DC\_VK\_LA\_03: Les engins et la caravane énergie en stationnement pour la nuit.  
© Laurent Arnaud / LGGE



DC\_VK\_LA\_04: Système de prélèvement pour les mesures du mercure gazeux dans l'atmosphère et l'air interstitiel de la neige. © Laurent Arnaud / LGGE



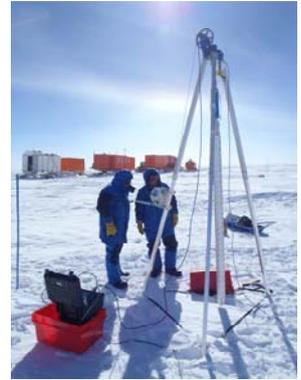
DC\_VK\_LA\_05: Formation du convoi sur 3 routes parallèles pendant les déplacements.

© Laurent Arnaud / LGGE



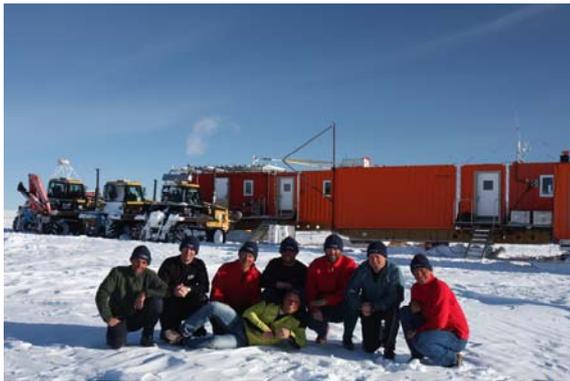
DC\_VK\_GT\_08: Préparation et réglage dans le laboratoire chaud de la sonde POSSUM : mesure de la surface spécifique (taille) des grains de neige dans un trou de forage.

© Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_17 : Forage de surface avec l'ensemble du carottier suspendu.

© Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_ML\_07: Ensemble des participants à la traversée scientifique entre Concordia et Vostok pour le réveillon de Noël. De gauche à droite : Laurent Arnaud ; Maxime Bes de Berc ; Eric Lefebvre ; David Colin ; Gregory Teste ; Alex Leluc ; Anthony Vende ; Manu Lemeur (1er plan).

© Emmanuel Lemeur / LGGE



DC\_VK\_LA\_06: Le convoi à l'arrêt pour la nuit.

© Laurent Arnaud / LGGE



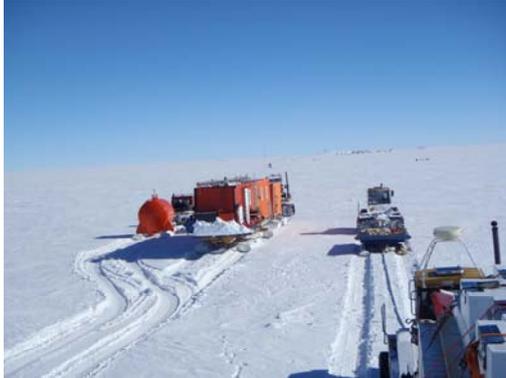
DC\_VK\_GT\_09: Une partie du convoi avec à gauche la caravane vie, le container blanc pour le stockage des échantillons et la caravane énergie sur la droite.

© Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_10 : Ensemble du convoi de face.

© Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_11 : Arrivée à Vostok. Le convoi à l'arrêt attend le skidoo russe qui doit nous servir de pilote jusqu'à notre zone de parking près de la station de Vostok. © Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_12 : Stockage des caisses d'échantillon sur le toit du container, et des caisses de matériel à l'intérieur. © Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_13 : Forage de surface avec FORPOSSUM (un carottier fabriqué au LGGE et dédié au forage de surface et à la sonde POSSSUM) avec une carotte de neige au premier plan. © Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_14 : Tracteur, soleil et parhélie. © Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_15 : Un tracteur et sa charge. © Gregory Teste / LGGE



DC\_VK\_GT\_16 : Un tracteur ensablé (enlisé dans la neige) ou presque, attendant de se faire tracter par un autre tracteur. © Gregory Teste / LGGE