



Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement



## Carottage Glaciaire

## Plan de la Présentation

- Présentation du C2FN branche Glaciologie
  - ① les moyens humain et matériel
  - ② Les lieux d'intervention
  
- Description d'un ensemble de carottage glaciaire
  - ① Principe générale
  - ② Le treuil
  - ③ Le carottier
  - ④ Quelques chiffres

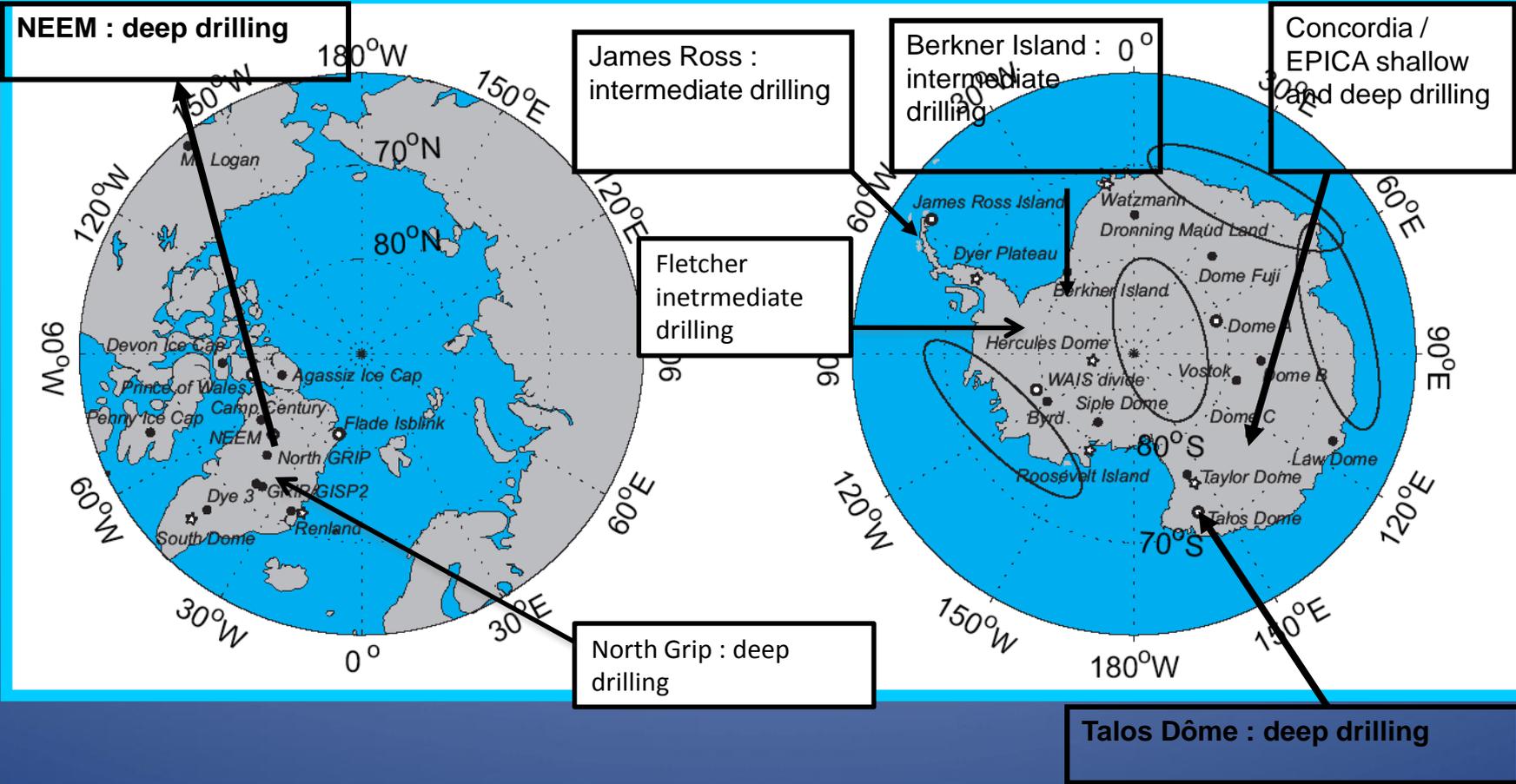
## Présentation du C2FN - Glaciologie

- 30 ans d'expérience dans le domaine du carottage glaciaire
- Une équipe de 6 ingénieurs et techniciens :
  - ① Un bureau d'étude
  - ② Un atelier de mécanique
  - ③ Un atelier d'électronique/électrotechnique
  - ④ un frigoriste

## Présentation du C2FN - Glaciologie

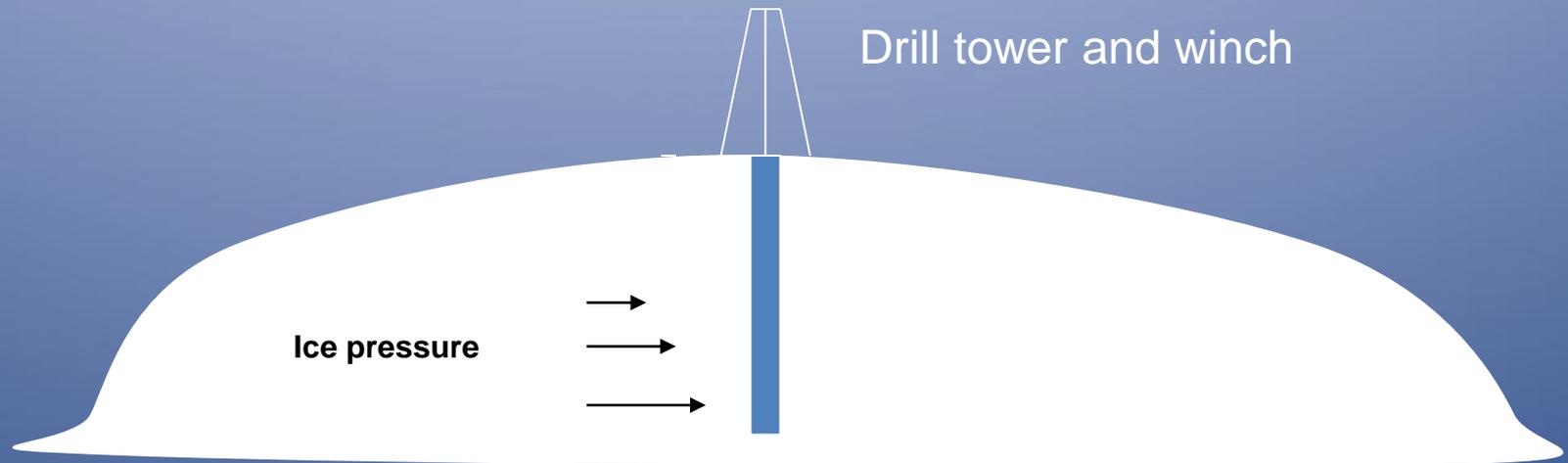
- Un ensemble d'instruments et d'infrastructure à la disposition de la communauté nationale :
  - ① un carottiers de "surface" très facilement transportable (de 0 à 25 mètres de profondeur)
  - ② Deux carottiers de faible profondeur (de 30 à 120 mètres) facilement transportable
  - ③ Deux carottiers moyenne profondeurs, transportables par avion twin otter (pour du forage de 300 à 1500 mètres)
  - ④ La possibilité d'utiliser le carottier européen (carottier EPICA) grande profondeur (pour du forage de 2000 à 4000 mètres de profondeur)
  - ⑤ Un ensemble de 9 chambres froides dont les températures peuvent varier entre  $-17^{\circ}$  C et  $-50^{\circ}$  C

# Présentation du C2FN- Glaciologie



+ shallow drilling operations in the Alpes

## Carottage glaciaire - principe



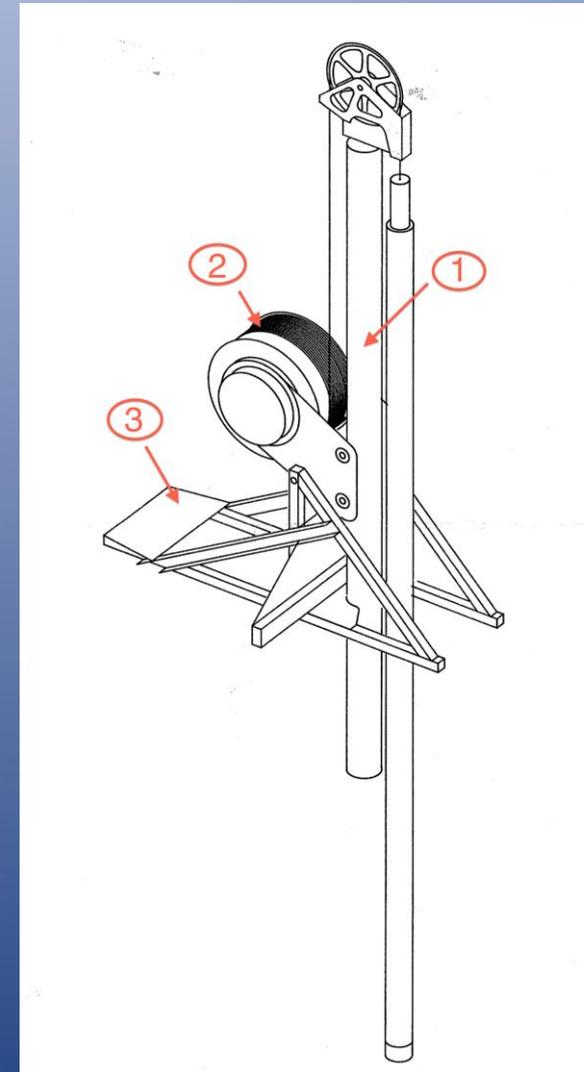
- Pour des opérations de forage profond, Le trou de forage est rempli avec un fluide pour compenser la pression de la glace.
- Il est recommandé de d'utiliser une petite colonne de fluide dès 120 mètres afin d'améliorer la qualité de la carotte de glace

## Carottage glaciaire - principe

- Le “carottier” ne permet de réaliser que des carottes de 1 à 4 mètres suivant model
- Le carottier est suspendu dans le trou de forage via un câble électroporteur
- On procède par passes successives de 1 à 4 mètres
  - ① Descente du carottier dans le trou de forage
  - ② “usinage” de la carotte de glace
  - ③ Remontée du carottier (avec la carotte jusqu’à la surface)
  - ④ Extraction de la carotte, nettoyage du carottier

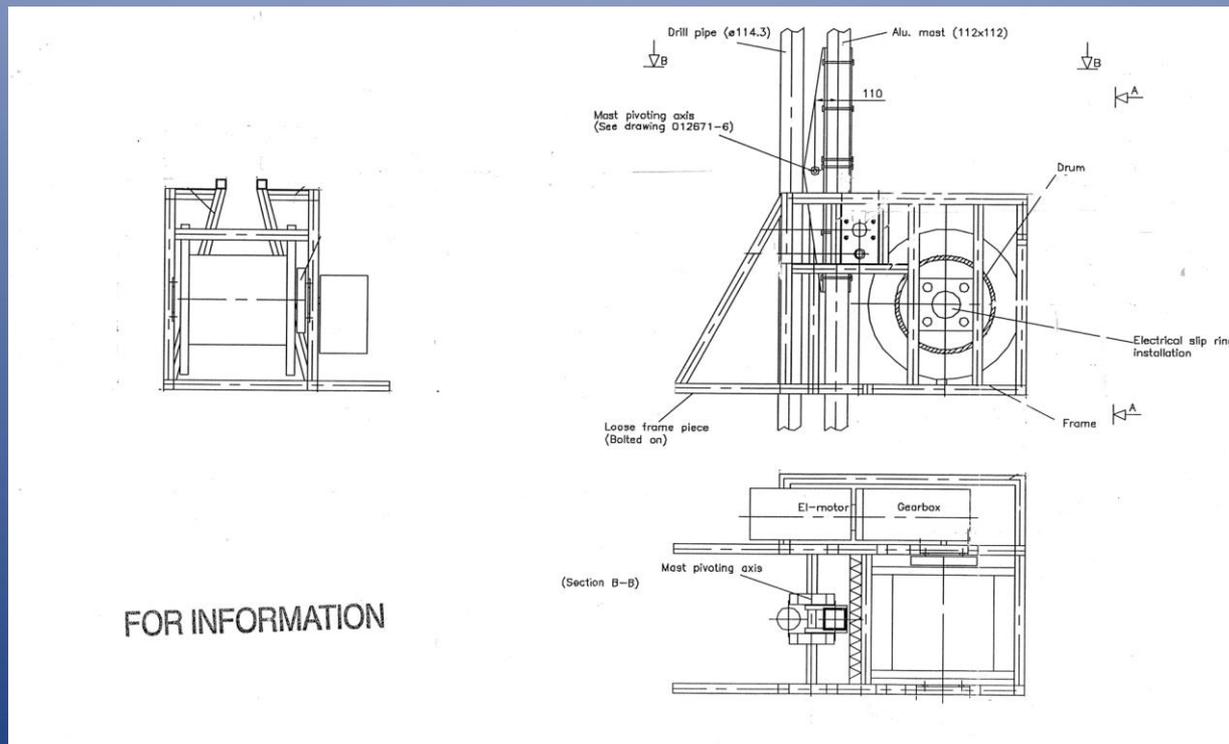
## Le treuil

- Permet de mettre en mouvement le carottier dans le trou de forage (via le câble)
- Usinage de rainures “spécial” sur le tambour du treuil (Lebus type) afin de permettre un parfait enroulement du câble (pas de croisement de spires)
- Capteur de force (souvent dans la poulie) pour mesurer l’effort exercé sur le câble
- Codeur permettant une mesure “précise” de la vitesse de treuillage
- Le châssis est conçu pour accueillir un mât basculant
- Deux plages de vitesses (une aux environs de m/s pour les phases de montée et descente et une entre 0 to 3 mm/s pour la phase de forage à proprement parler)



# Le treuil

- Moteur électrique (4 à 10 KW) + réducteur (1/24 à 1/100) pour entraînement du tambour
- Pilotage via une boucle d'asservissement et driver

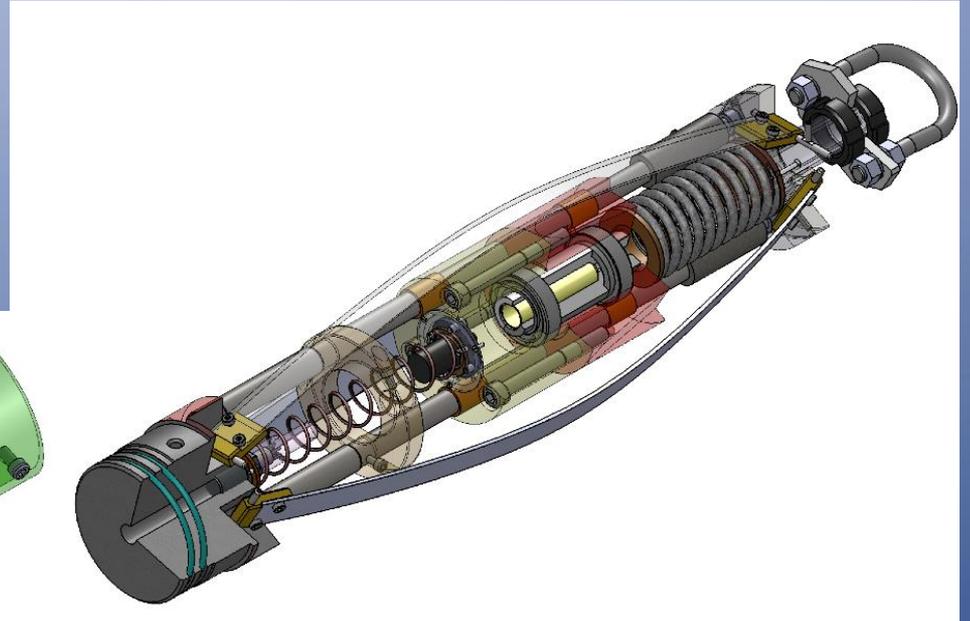


## Le carottier- maquette 3D



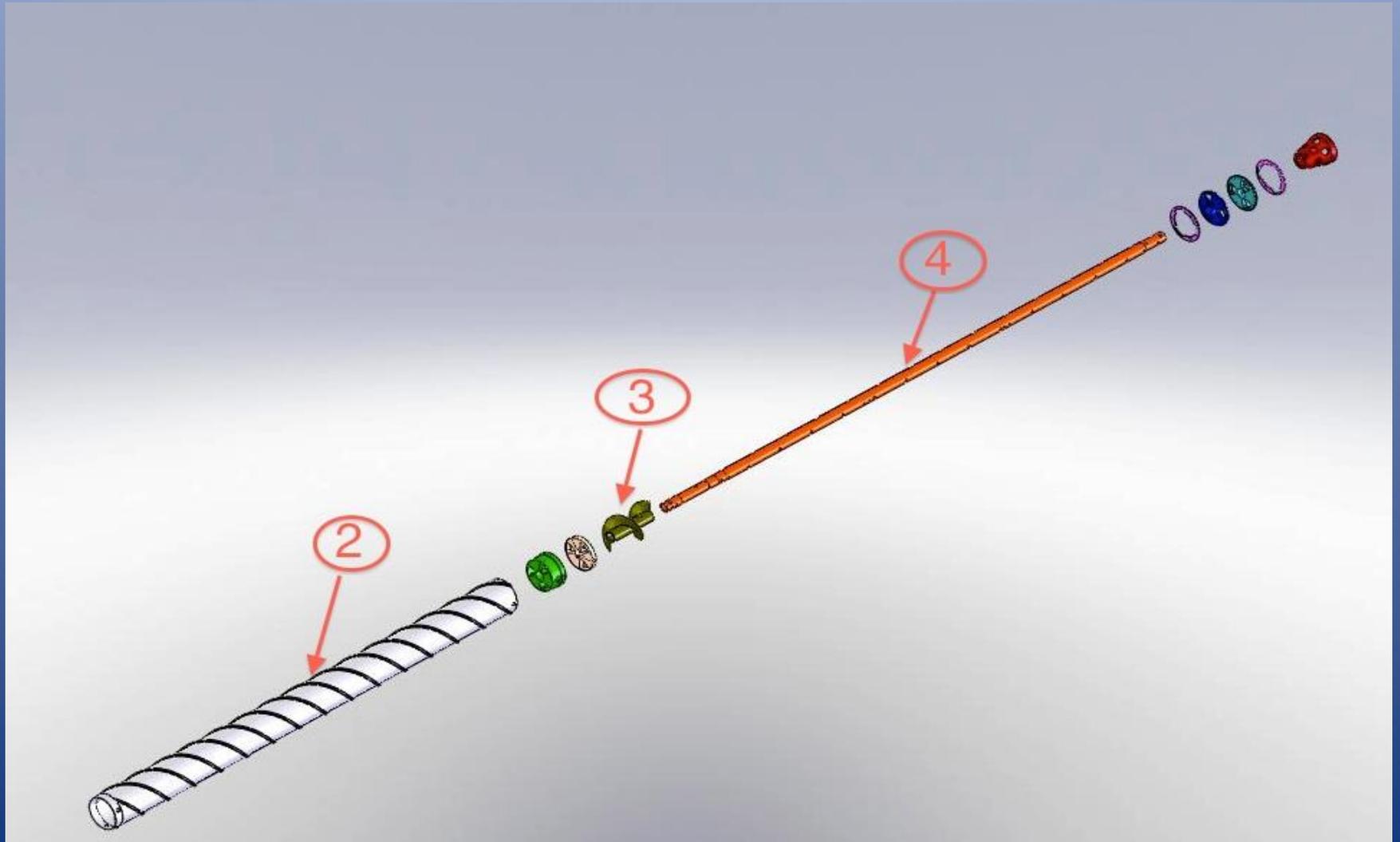
## Le carottier – section moteur et anti couple

Compartiment moteur



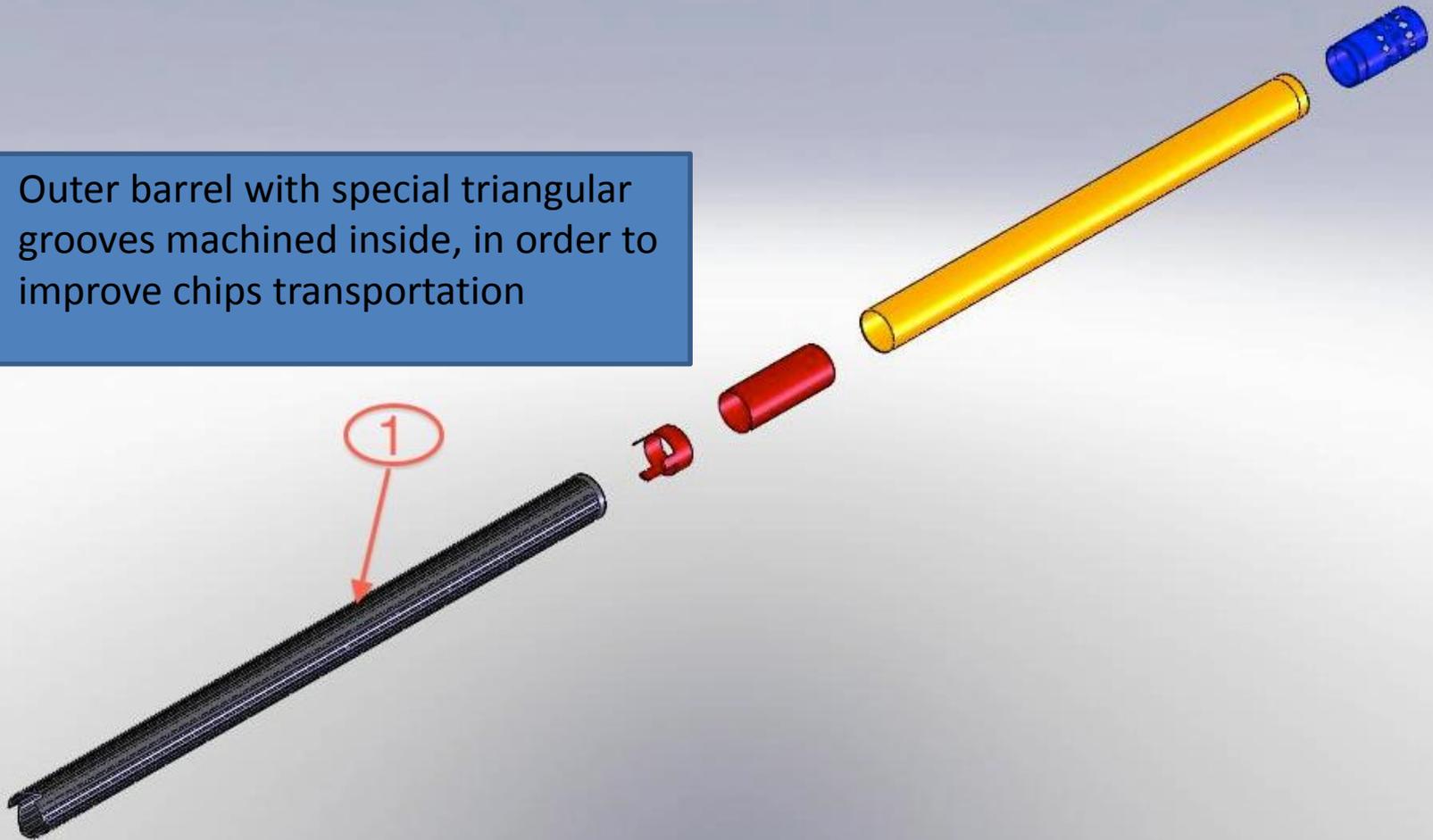
Section anti-couple

## Le carottier – partie intérieure

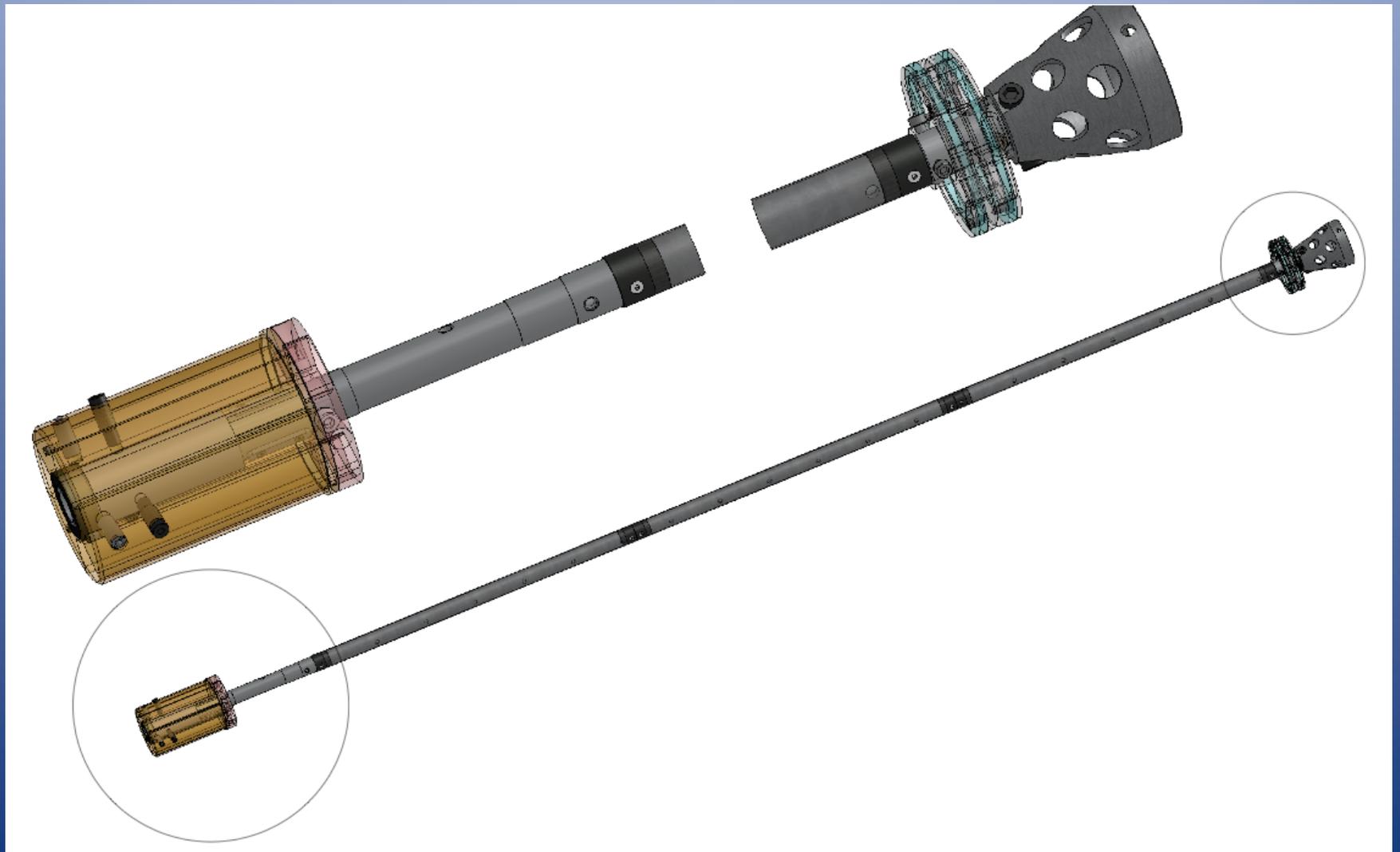


## Le carottier – partie extérieure

Outer barrel with special triangular grooves machined inside, in order to improve chips transportation



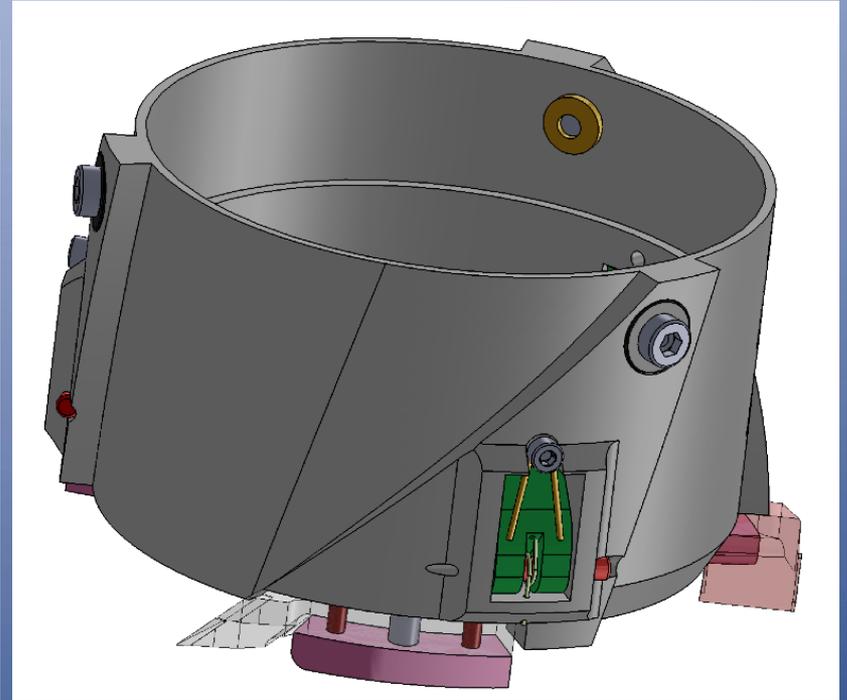
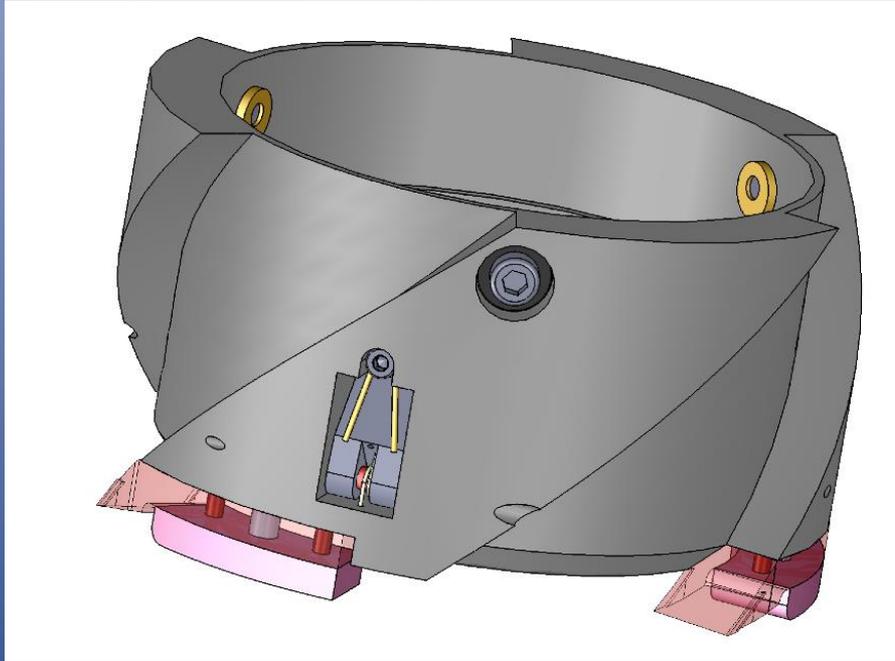
## Le carottier – partie intérieure



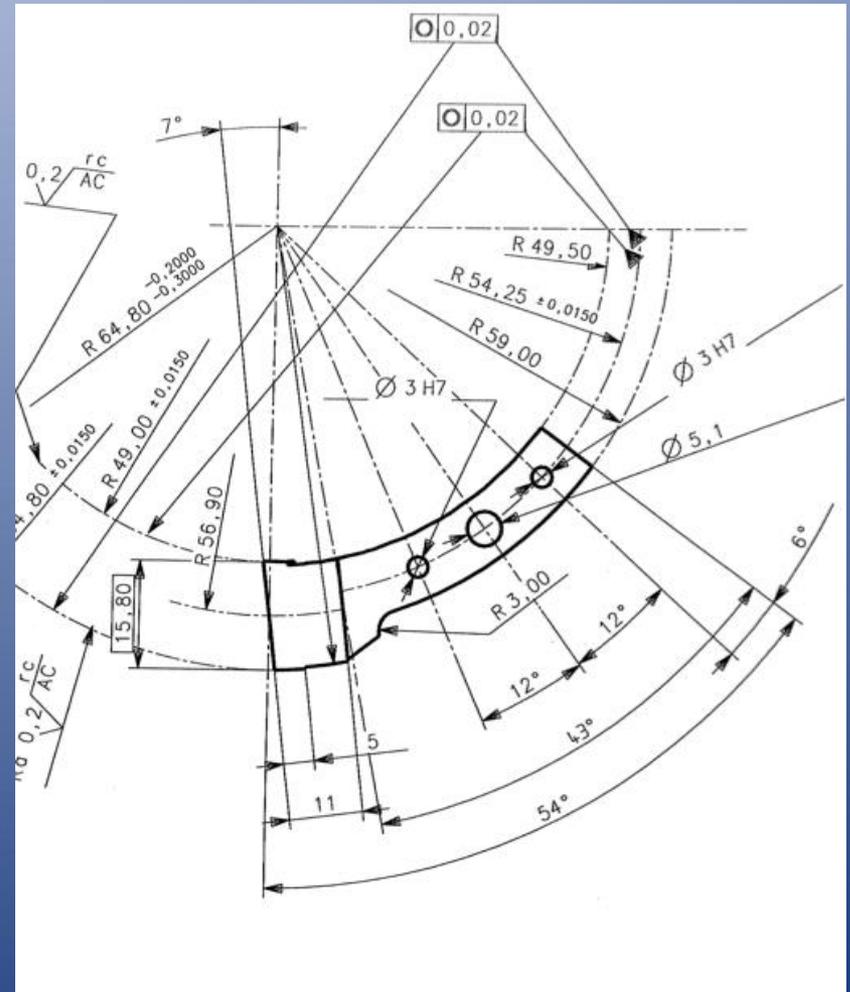
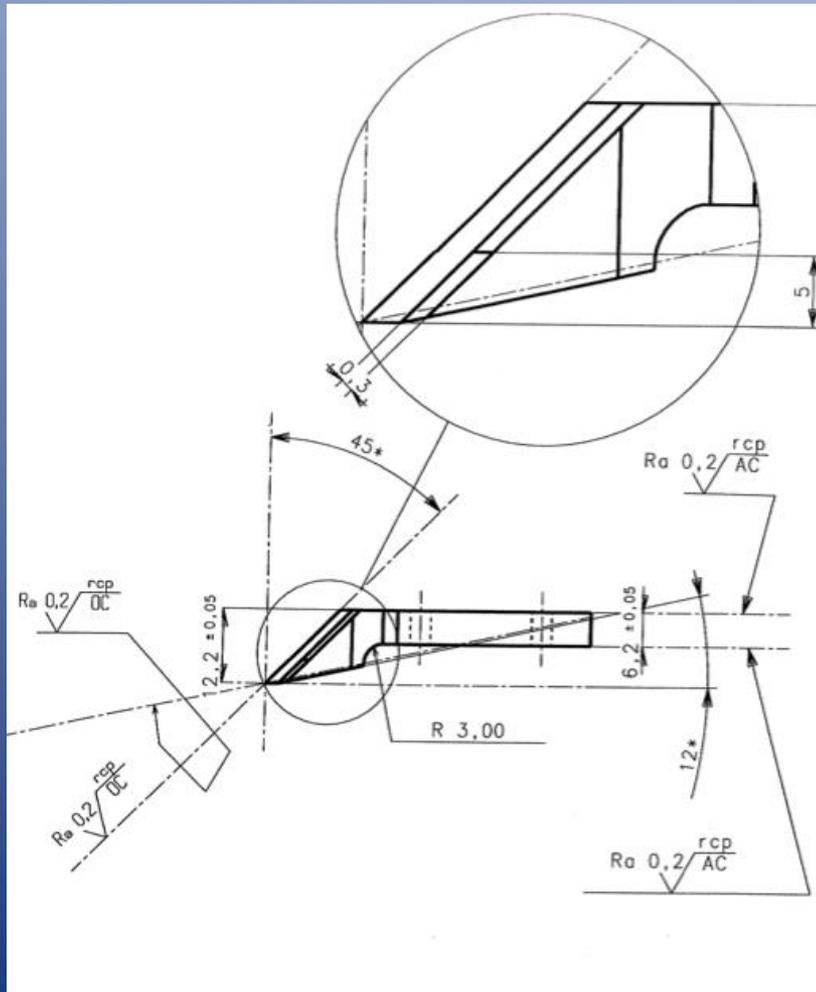
## Le carottier – partie intérieure



## Le carottier – tête de carottier



# Le carottier – outils de coupe



## Forage en quelques chiffres

- Vitesse de rotation de la tête de forage : 60 rpm à 80 rpm
- Vitesse de pénétration durant le forage : entre 2 et 4 mm/s
- Débit de la pompe volumétrique en phase de forage : environs 0,5 l/s
- Vitesse de montée/descente du carottier dans le trou : entre 0,7 et 1 m/s
- longueur du carottier
  - ① De 11 à 15 mètres pour du forage profond (jusqu'à 4000 mètres)
  - ② De 5 à 6 mètres pour du forage intermédiaire (entre 400 et 1500 mètres)
- Longueur de carotte
  - ① Plus de 3 mètres pour du forage profond
  - ② Plus de 1,5 mètres pour du forage intermédiaire
- Puissance moteur treuil
  - ① Environs 10 KW pour du forage profond
  - ② Environs 5 KW pour du forage intermédiaire

## Exemple d'un carottage intermédiaire

- Janvier 2008 : Projet Franco/Anglais James Ross
- Épaisseur de glace : 380 m
- Température moyenne :  $-25^{\circ}$  C
- Support logistique : bateau puis hélicoptère



## Carottage James Ross - progression

- ✓ Transition entre forage à sec et forage immergé à 80 mètres.
- ✓ 15 jours pour carotter de 0 to 365 mètres
- ✓ Vitesse moyenne de progression : 25 mètres par jour

