



**Institut Polaire Français / Département Océanographie**

Affaire suivie par : H. LEAU

N. Réf. : 090625-02-AO-Câble-Spécifications

# **Spécifications techniques du câble synthétique du N/O Marion Dufresne**

**Spécifications opérationnelles et fonctionnelles pour la fabrication et la fourniture d'un  
câble synthétique du treuil grands fonds « SIAMOIS » pour le N/O Marion Dufresne**

## Sommaire

1	Introduction .....	3
2	L'IPEV .....	3
3	Le N/O Marion Dufresne .....	3
3.1	Généralités.....	3
3.2	Caractéristiques du navire .....	4
4	Système Intégré Arrière de Manipulation Océanographique et d'Investigation Sous-marine : SIAMOIS .....	4
4.1	Présentation .....	4
4.2	Caractéristiques du treuil.....	5
4.3	Conditions ambiantes et d'utilisation.....	6
4.4	Conclusions : impact sur la conception du câble .....	6
5	Opérations océanographiques menées avec le câble synthétique .....	6
5.1	Problématique du carottage sédimentaire .....	7
5.1.1	Composition du carottier et implication technologique .....	7
5.1.2	Déroulement de l'opération.....	8
5.2	Opérations de Dragage .....	10
5.3	Terminaison.....	10
5.4	Conclusions et récapitulatif des besoins « opérationnel ».....	12
6	Expression des besoins.....	12
6.1	Pièces et prestation demandées .....	12
6.2	Récapitulatif technique du câble synthétique.....	13
7	Annexes .....	15

## **1 Introduction**

Dans le cadre du Plan de Relance engagé par le Gouvernement Français et de l'extension du parc de son matériel à vocation scientifique, l'IPEV envisage l'acquisition de matériel moderne et innovant destiné à améliorer les opérations de carottages sédimentaires et de dragages menées à bord du navire océanographique Marion Dufresne.

Ce document définit les besoins du Département Océanographie de l'Institut Polaire Français (IPEV) quant à :

La fabrication et la fourniture d'un câble synthétique de travail pour le N/O Marion Dufresne, qui sera opéré à partir du treuil grands fonds « SIAMOIS ».  
Ce câble doit être de forte capacité de charge, léger, antigiratoire et d'une parfaite stabilité sous charge.

La fabrication et la fourniture des bandes de cabestan adaptées au câble synthétique et au treuil grands fonds « SIAMOIS » avec lequel le câble sera mis en œuvre.

## **2 L'IPEV**

L'Institut Polaire Français – Institut Paul Emile Victor (IPEV) – a été constitué pour accompagner le développement de la Recherche Française dans les régions polaires et subpolaires.

Il met à la disposition des chercheurs un cadre juridique et des moyens humains, techniques, financiers et logistiques.

L'IPEV est doté d'un statut de Groupement d'Intérêts Publics (GIP) et d'Unité Propre de Service (UPS) du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Il est organisé en cinq départements dont celui de l'Océanographie qui gère les moyens navals et organise les campagnes scientifiques tout en y faisant prendre part active à son personnel.

## **3 Le N/O Marion Dufresne**

### **3.1 Généralités**

L'IPEV affrète 217 jours par an le navire océanographique (N/O) « Marion- Dufresne » pour la mise en œuvre de campagnes scientifiques, évaluées par un comité scientifique national.

Ce navire appartient au Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises qui l'utilise le 120 jours par an pour la logistique (personnes et marchandises) des Districts Subantarctiques Français de l'Océan Indien. Mis en service au Printemps 1995, il navigue sous Armement CMA-CGM (devenu CMA-Ships).

### **3.2 Caractéristiques du navire**

#### Coque :

- Longueur hors tout : 120,50 m
- Largeur : 20,60 m
- Creux : 12,80 m
- Tirant d'eau : 6,95 m
- Déplacement : 10380 T

#### Motorisation :

- Propulsion Diesel-électrique
- 3 groupes Diesel-Alternateurs (total : 8250 KW)
- 2 moteurs électriques de propulsion (2 X 3 MW)
- 1 propulseur avant (750 KW)
- 2 lignes d'arbres
- 2 gouvernails de type « Becker » à ailerons.

Disposant de tous les équipements modernes, il est opérationnel dans tous les domaines de l'océanographie :

- géosciences marines,
- océanographie biologique,
- physique et chimie des océans...

Sa spécificité est reconnue sur le plan international en matière de carottage sédimentaire et d'études paléoclimatologiques. Grâce à son "carottier géant CALYPSO », il est un des seuls navires à collecter en routine des carottes sédimentaires pouvant atteindre plus de 60 mètres de longueur.

Le carottier géant Calypso est au centre du programme international IMAGES.

Depuis 1995, ce programme impliquant 26 nations vise à collecter et interpréter les données paléoclimatiques issues des carottes sédimentaires prélevées dans tous les océans du globe.

## **4 Système Intégré Arrière de Manipulation Océanographique et d'Investigation Sous-marine : SIAMOIS**

### **4.1 Présentation**

Le système de treuil grands fonds « SIAMOIS » a été spécialement mis au point pour les opérations océanographiques demandant une capacité de traction élevée (plusieurs dizaines de tonnes) et une grande résistance aux chocs et à l'usure impliqués par une utilisation à un rythme soutenu (7 mois de missions par an) et dans tous types de conditions météorologiques.

La troisième génération de cabestan actuellement utilisée permet d'amoinrir les problèmes d'usure du câble. Le principe consiste à l'enrouler sur 4 tours autour d'un tambour lisse et à insérer entre le câble et le tambour une bande plastique sans fin à gorges.

Le câble repose dans cette gorge sans aucun glissement relatif. Le couple est transmis par friction entre le tambour et la bande puis entre la bande et la câble. L'allongement de la bande épouse celui du câble.

Deux roulements de grande dimension assurent la déviation latérale.

Avantages :

- Enroulement optimal sous tension constante régulée
- Excellente capacité à supporter les variations de charges
- Adapté aux charges faibles et fortes (30 tonnes) et aux grandes vitesses
- Adapté à tous types de câbles de différents diamètres
- Aucun glissement du câble sur sa gorge
- Grand rapport de diamètre d'enroulement ( $D:d > 50$ )
- Pas de flexions alternées

Inconvénients :

- Encombrement important
- Pièces d'usure à remplacer (bandes : plus de 100 opérations à 4000 m)

Ce dernier point fait l'objet de la fourniture de deux jeux de bandes de cabestans adaptées à la fois au câble et au cabestan.

Le treuil permet l'utilisation de divers câbles : aramide ou acier à forts diamètres. Les caractéristiques détaillées sont données ci-après.

Le trancannage des câbles sur les enrouleurs est assuré par un système de vis à double pas et des coquilles Lebus adaptées au câble utilisé. Ainsi la conservation du diamètre du câble est primordiale pour sa fonctionnalité d'enroulage sur le treuil.

## **4.2 Caractéristiques du treuil**

- système treuil nouvelle génération
  - moteurs électriques à commande de phase (cabestan et enrouleurs)
  - vitesse : à 10t - 2m/s ou à 33t - 0.5m/s
  - cabestan à bande (à 3 moteurs électriques sur couronne dentée)
  - 3 enrouleurs :
    - 8000 m câble diam 30 (aramide rupture 55t)
    - ou 8000 m câble diam 20 (acier 30t ou électroporteur)
    - 2 systèmes de trancannage desservants les 3 enrouleurs
- amortisseur hydraulique cabestan / enrouleurs
- 1 usine de production hydraulique centralisée (pour treuil ALS et vérins divers) en local séparé
- local contrôle insonorisé, atelier électrique / hydraulique adjacents
- 3 pupitres de commande du treuil avec enregistreurs et télésurveillance
  - 1 cabine principale SIAMOIS plage arrière
  - 2 secondaires, local contrôle et direction des opérations scientifiques (DIROPS)

Les plans des deux enrouleurs avec leurs coquilles Lebus sont fournis en annexe de ce document.

### **4.3 Conditions ambiantes et d'utilisation**

Le local contenant le treuil « SIAMOIS » est exposé à des conditions de température et d'humidité très variables en fonction de la localisation géographique du navire et de la période de l'année. Il faut donc prendre en compte :

- des températures allant de 0°C à 40°C
- un taux d'humidité pouvant atteindre 100 %.

Le câble doit avoir une durée de vie de cinq ans pour une fréquence moyenne de 200 opérations par an. On peut évaluer la moyenne de profondeur de ces opérations (i.e. la longueur utilisée du câble) à environ 2500 mètres.

### **4.4 Conclusions : impact sur la conception du câble**

Ces diverses considérations sur le navire et le système « SIAMOIS » qui accueillera le câble mènent aux nécessités suivantes :

- Le câble sera de diamètre maximal 30 mm. Si son diamètre est inférieur à 30 mm, les coquilles Lebus adaptées pour son trancannage seront livrées avec le câble.
- Le câble sera fourni en un seul tenant uniforme de 8000 m
- Le câble sera d'une très grande précision dans la régularité dimensionnelle – notamment le diamètre – pour permettre un bon trancannage et une excellente tenue aux flexions/déflexions
- Le câble devra avoir une excellente tenue dans le temps par l'optimisation de sa tenue à la fatigue et aux enroulements/déroulements, par le bon équilibrage des fibres entre elles et par l'absence d'abrasion interne.
- Deux jeux de bandes de cabestan adaptés au câble fourni et au treuil « SIAMOIS » devront être fournis

## **5 Opérations océanographiques menées avec le câble synthétique**

Deux opérations principales sont prévues pour l'utilisation de ce câble : le carottage sédimentaire par carottier géant « CALYPSO » et le dragage de roches.

Ces opérations sont menées par tous temps et dans tous types d'océans. De part sa vocation australe et polaire, le N/O Marion Dufresne a régulièrement été amené à travailler par cinquante nœuds de vents et des creux de plus de cinq mètres.

## 5.1 Problématique du carottage sédimentaire



### 5.1.1 Composition du carottier et implication technologique

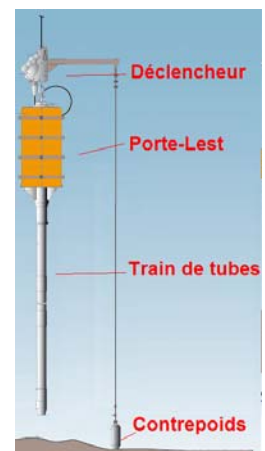
Le carottage sédimentaire est effectué sur le Marion Dufresne à l'aide du carottier géant de type Kullenberg « CALYPSO », instrument de prélèvement d'échantillons cylindriques de sédiment, de diamètre 100 mm, sur des longueurs pouvant dépasser 60 mètres, et ce à des profondeurs pouvant atteindre 8000 mètres.

Le carottier est composé de trois parties principales : le train de tubes, le porte lest et le déclencheur (avec son contreponds).

Son poids varie approximativement entre 3 et 10 tonnes et sa taille entre 15 et 60 mètres.

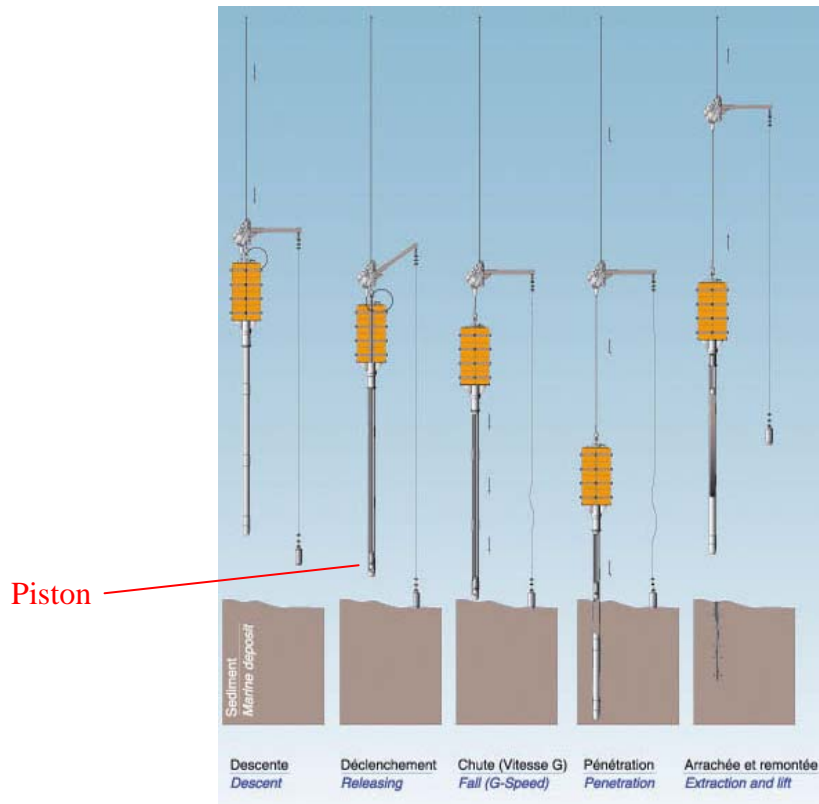
Etant donné le poids au mètre linéaire d'un câble acier et la capacité du treuil, le choix s'oriente vers un câble textile qui présente l'avantage majeur de sa légèreté.

On tendra idéalement vers un poids nul dans l'eau, de façon à pouvoir s'affranchir de la hauteur d'eau.



### 5.1.2 Déroulement de l'opération

Le schéma suivant explicite les mécanismes du carottage proprement dit. On prêtera une attention particulière au piston représenté au bout (en bas) du tube de carottage et qui reste stationnaire pendant toute l'opération à l'interface eau-sédiment.

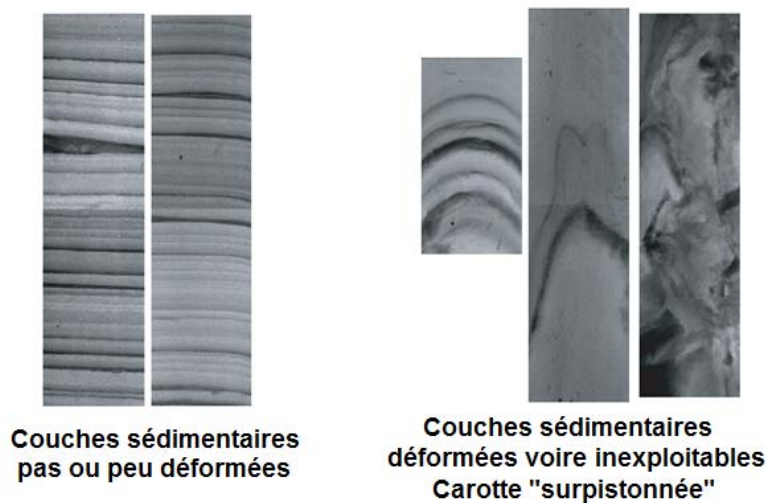


- Descente : le carottier descend par dévirage du câble grands fonds jusqu'au repos du contrepoids sur le fond Vitesses : 1 m/s jusqu'à l'approche du fond, 0,2 m/s à partir de 20 mètre du fond et jusqu'au déclenchement.
- Déclenchement : l'annulation de la force gravitaire du contrepoids permet le basculement du bras. Le carottier se désolidarise du déclencheur. Cette phase est visible instantanément par le treuilliste grâce au tensiomètre du treuil SIAMOIS. Le dévirage du câble est arrêté.
- Chute libre : entraîné par sa seule inertie, le carottier gagne en vitesse et déroule la sur-longueur de câble qui relie le piston au déclencheur, appelée « câble piston ».
- Pénétration : le câble piston est tendu, le piston est à l'interface eau-sédiment, et le carottier coulisse le long du piston. Ce dernier provoque une aspiration qui permet le remplissage des tubes en sédiment.
- Arrachée et remontée : après la butée du carottier sur le piston, le câble grands fonds est viré et le carottier est remonté à bord à 1 m/s. Cette phase est délicate, car lors de son extraction du sédiment, les effets de succion et de frottement combinés peuvent générer une tension sur le câble de plus de 20 tonnes.

Le rôle du piston est primordial. Sa stationnarité a une influence majeure sur la qualité du carottage, les couches sédimentaires étant déformées si la succion est trop forte. On parle alors de « sur-pistonnage ».

Le rappel élastique des câbles en usage pour les opérations de carottage est susceptible de fausser les données dès lors que son rétreint (estimé lors des campagnes des dernières années à environ 4 mètres pour 2000 mètres de longueur pour des carottiers de 6 tonnes) entraîne le piston vers le haut et donc « sur-pistonne » les carottes, comme expliqué précédemment.

La conservation des strates sédimentaires « en l'état », c'est-à-dire non-pistonnées, est primordiale pour les études scientifiques.



Des tentatives de calcul de raideur et d'allongement du câble permettent d'améliorer la qualité des carottages en ajustant la sur-longueur de câble aux conditions de carottage, mais il existe encore beaucoup d'incertitudes sur les données hydrodynamiques.

La solution à ce problème réside dans l'absence d'élasticité du câble grands fonds qui permettrait de s'affranchir de ces problèmes de sur-pistonnage et de déformation des échantillons.

Pour ordre de grandeur, des études menées récemment ont mis en évidence sur des câbles textiles utilisés pour le carottage un allongement de l'ordre de 4 mètres pour 2000 mètres de longueur filée, avec un carottier d'environ 6 tonnes. Ces quelques mètres faussent la qualité des carottes prélevées.

D'autre part, le système étant asymétrique, il peut être amené à pivoter sur lui-même, et donc à causer divers problèmes, notamment d'interférences du câble piston avec le train de tubes ou le porte lest.

Il est donc incontournable que le câble soit anti-giratoire.

## 5.2 Opérations de Dragage

La drague à roche est destinée à la collecte des échantillons de roche sur le fond. Le bateau tracte une drague posée sur le fond dont les dents arrachent des échantillons de roche, piégés dans la cote de maille.



Le poids total du système environne 500 kg. La mise en œuvre se fait par le portique arrière. La vitesse de dragage doit être comprise entre 0,3 et 1 nœud. Le câble est donc soumis à une traction qu'il appartient à l'opérateur de réguler pour ne pas dépasser un certain seuil au-delà duquel la ligne de liaison de la drague rompt. Ce seuil se situe aux alentours de 8 tonnes.

Il s'agit donc d'un effort continu sur le câble lors de l'opération d'arrachage qui peut subir des pics s'il y a retenue temporaire de la drague par des aspérités du fond. Les contraintes quant à la conception du câble sont donc moins importantes que celles impliquées par les opérations de carottage précédemment décrites.

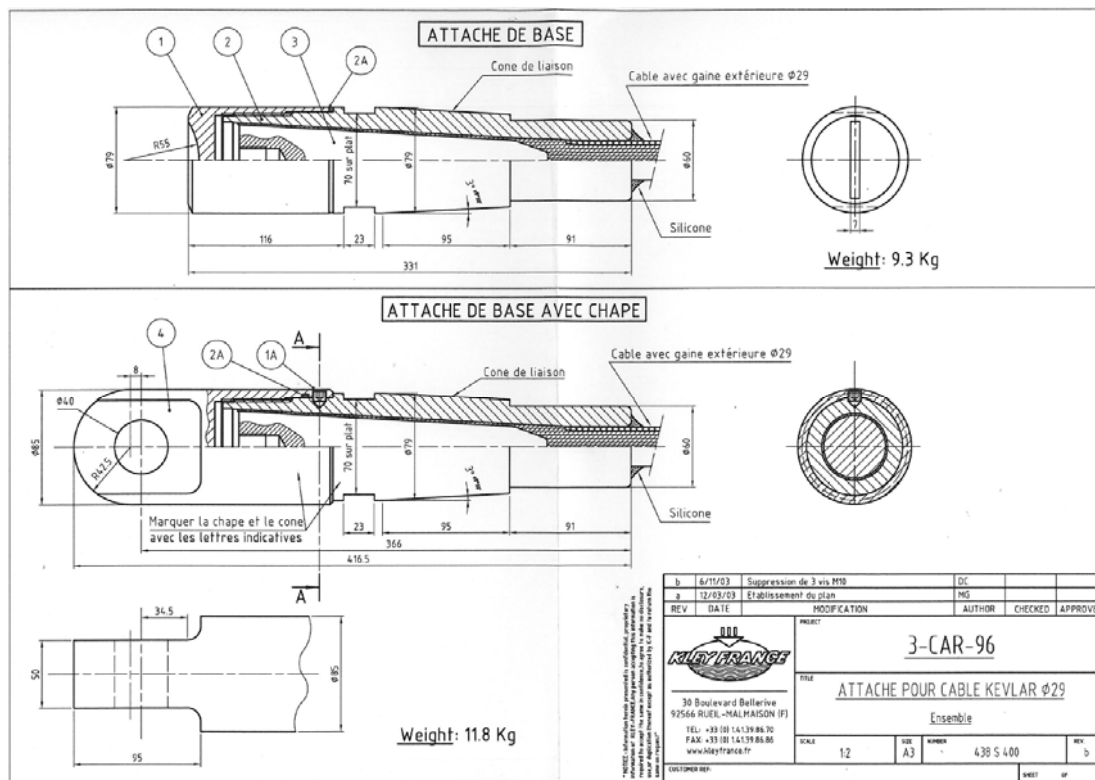
## 5.3 Terminaison

La terminaison du câble textile a été conçue selon un modèle adaptable tant au déclencheur du carottier CALYPSO que d'une maille polyvalente (illustrée ci-contre).

Il s'agit d'un embout à vis dont le blocage est assuré par un coin. Sa tenue à l'arrachement a fait ses preuves et est supérieure au seuil de rupture du câble textile.

Le plan de la terminaison est fourni ci-après.





Les photos suivantes illustrent le montage de l'embout :



Le fournisseur du câble devra soit s'adapter à ce système existant, soit en proposer un nouveau adaptable aux pièces existantes (déclencheur et maille de liaison).

### **5.4 Conclusions et récapitulatif des besoins « opérationnel »**

Les phénomènes décrits dans ce paragraphe impliquent les besoins suivants :

- Le câble doit être de poids quasiment nul dans l'eau, d'où le choix d'un câble textile
- Le rappel élastique du câble doit également être minimal voire nul.
- Compte tenu de son utilisation sur un pont de bateau qui peut être souillé d'huiles, de graisses et d'hydrocarbures divers, en contact avec des éléments métalliques, des fonds rocheux, etc., le câble devra présenter une bonne résistance à l'usure « opérationnelle », à l'abrasion externe et aux UV.
- Le câble doit être anti-giratoire
- Le câble doit pouvoir être monté sur les terminaisons existantes ou être fourni avec un système adéquat et montable sur les appareils en usage à bord du Marion Dufresne (plan et documentation joints en annexe)

## **6 Expression des besoins**

### **6.1 Pièces et prestation demandées**

Il est attendu du fournisseur du câble :

- La conception et la fabrication du câble selon le cahier des charges ici décrit.
- La fourniture d'un certificat attestant, selon des tests adéquats, les caractéristiques du câble :
  - Sa charge à la rupture
  - Sa CMU
  - Son module élastique
  - Son diamètre au repos et sous charge de 20 tonnes
  - La tolérance sur son diamètre
  - Son poids linéaire
  - Son rayon d'enroulement minimal
- Sa livraison à l'Île de la Réunion, chez le transitaire de l'IPEV (TTR SA)
- La livraison à l'IPEV à Brest d'un échantillon de 100 (cent) mètres pouvant être testé par l'Institut Polaire (IPEV).

- Livraison du câble synthétique de 8000 m :
  - le câble devra être livré enroulé sur un touret possédant un trou d'axe permettant son montage sur un dérouleur et recouvert d'un emballage solide garantissant son intégrité lors de son transport et des manipulations diverses. Le diamètre de l'axe du dérouleur est de 100 mm. La largeur hors tout entre les flasques du dévidoir est de 160 cm. Le rayon des flasques est de 105 cm.

## **6.2 Récapitulatif technique du câble synthétique**

- Charge Maximale Utile – CMU : 30 tonnes environ. Compte tenu des informations fournies dans les différents paragraphes de ce document, il est attendu du câble qu'il résiste sans conséquences sur ses paramètres géométriques et capacitaires à des tensions de plus de vingt tonnes, et ce avec un allongement minimal, voire si possible inexistant. L'accent étant mis sur ce dernier paramètre ainsi que sur la stabilité dimensionnelle, et le diamètre pouvant atteindre 30 mm, il peut se révéler intéressant de dépasser largement ces tensions pour optimiser les caractéristiques fonctionnelles du câble (Pour exemple : la charge à la rupture des câbles utilisés « classiquement » avoisine les 50 tonnes).
- Le câble sera de diamètre maximal 30 mm, Si son diamètre est inférieur à 30 mm, les coquilles Lebus adaptées pour son trancannage seront livrées avec le câble.
- Il sera fourni un seul tenant uniforme de 8000 m
- Le câble sera d'une très grande précision dans la régularité dimensionnelle pour permettre un bon trancannage et une excellente tenue aux flexions/déflexions
- Le câble devra avoir une excellente tenue dans le temps par l'optimisation de sa tenue à la fatigue et aux enroulements/déroulements, par le bon équilibrage des fibres entre elles et par l'absence d'abrasion interne.
- Le câble doit être de poids quasiment nul dans l'eau, d'où le choix d'un câble textile
- Le rappel élastique du câble doit également être minimal voire nul.
- Compte tenu de son utilisation – sur un pont de bateau qui peut être souillé d'huiles et graisses diverses, en contact avec des éléments métalliques, des fonds rocheux, etc.
- Le câble devra présenter une bonne résistance à l'usure « opérationnelle ». Une gaine de protection est habituellement utilisée.
- Le câble doit être anti-giratoire

- Le câble doit pouvoir être monté sur les terminaisons existantes ou être fourni avec un système adéquat et montable sur les appareils en usage à bord du Marion Dufresne (plan et documentation joints en annexe)

Une grande attention sera apportée **aux technologies innovantes** quant à la longévité, l'élongation, etc.

## 7 Annexes

Plans des deux « grands » enrouleurs du treuil « SIAMOIS », numérotés 1 et 2. Le petit enrouleur ne permet pas l'enroulement du câble demandé et ne figure donc pas ici.

