

Guide à l'usage des chefs de missions pour l'utilisation des carottiers à bord des navires de la FOF

Date d'édition : 20/03/2024

Nombre de pages : 16

Version : 4.0Rédacteur : Yvan REAUD

Validé par : Thomas PEEL

Destinataires :

REM/GEOCEAN - B. Dennielou

REM/RDT - P. Woerther

DFO - C. David-Beausire

DFO/PON – G. Peltier, O. Quédec

| Date | Version | Révisions |
|------------|---------|--|
| 20/03/2024 | V4.0 | <ul style="list-style-type: none">- Atalante limitée à 20 mètres- Boxcore "Addy Ewings Taaf" supprimé- Carottier d'interface OSIL enlevé- Ajout Cote de la Manche et Tethys 2- Fantacam ajoutée sur USNEL- Multitubes Abyss- Sonde CTD |

Genavir opère à bord des navires de la Flotte océanique Française plusieurs types de carottiers. Les conditions de mise en œuvre de chaque équipement dépendent à la fois des caractéristiques physiques du navire, de l'enchaînement des opérations à bord et des ressources humaines qui sont disponibles pour la réalisation des opérations.

Ce guide est un support technique à la préparation des missions de carottage pour les chefs de missions. Il donne des éléments généraux qui sont à prendre en compte dès la rédaction du Dossier de Demande de Campagne afin de permettre ultérieurement une planification pertinente et optimisée des opérations. Chaque mission étant une succession d'opérations réalisées consécutivement dans l'environnement contraint du navire, il convient de planifier avec soin et en prenant les marges de manœuvre nécessaires à la fois à la sécurité des personnes et à la qualité des opérations.

Ce guide ne dispense surtout pas de prendre contact autant que de besoin avec le service de Genavir compétent en matière de carottage (la « cellule carottage ») dont les coordonnées sont rappelées ci-dessous.

Adresse mail : cellule_carottage@listes.genavir.fr

Tél : 02 98 22 85 99

Responsable : Yvan REAUD

Contenu

| | |
|---|----|
| 1. Outils de carottage | 3 |
| A – Les carottiers à piston stationnaire..... | 3 |
| Le Kullenberg : | 3 |
| Le Calypso : | 3 |
| B – Les carottiers gravitaires | 3 |
| Le gravitaire « traditionnel » : | 3 |
| Le CaSq : | 4 |
| C – Les carottiers boites | 4 |
| La Benne USNEL : | 4 |
| D – Les carottiers d’interface multitubes..... | 5 |
| Le Fantacore 4 tubes : | 5 |
| L’Oktopuss 8 tubes « Classique » : | 5 |
| L’Oktopuss 8 tubes « Abyss » : | 5 |
| E – L’instrumentation | 6 |
| Les capteurs CINEMA : | 6 |
| Le Banc MSCL : | 6 |
| Le banc photo : | 6 |
| Les bancs de découpe : | 7 |
| La sonde CTD : | 7 |
| La Fantacam : | 7 |
| La bouteille de prélèvement Niskin : | 7 |
| Les « flux de chaleur » (sondes non-fournies) : | 7 |
| 2. Capacité des navires..... | 9 |
| 3. Paramètres à prendre en compte pour la planification des opérations..... | 12 |
| 4. Service fourni par Genavir..... | 14 |
| 5. A charge du chef de mission /de l’équipe scientifique | 15 |
| La mobilisation du matériel scientifique à bord du navire | 15 |
| La définition précise du besoin opérationnel (DDC puis DPC)..... | 15 |
| Les opérations d’exploitation sur le pont du navire du sédiment recueilli | 15 |
| Les frais associés au débarquement des échantillons | 15 |

1. OUTILS DE CAROTTAGE

A – Les carottiers à piston stationnaire

Le Kullenberg :

Le carottier Kullenberg est un système de tube surmonté d'un poids qui s'enfonce dans le sédiment sous l'effet d'une chute libre, provoquée par un mécanisme déclencheur, comprenant un système de piston dépresseur.

Développé à la fin des années 40 sur le R/V *Albatross*, il a subi diverses évolutions, et est aujourd'hui utilisé sur les navires côtiers, par toutes profondeurs, avec des longueurs de tubes variant de 2 à 5 mètres.

Opéré sur les navires côtiers, il ne peut pas être déployé au-delà de 1,5 mètre de houle.

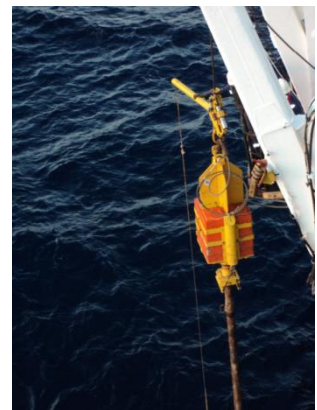


Le Calypso :

Le carottier Calypso (version 2) est un système similaire au Kullenberg aux proportions agrandies et aux mécanismes modifiés pour permettre le prélèvement d'échantillons bien plus longs.

Développé au milieu des années 90 sur le N/O *Marion Dufresne 2*, il est utilisé sur les navires hauturiers et permet – selon les capacités des différents navires – des prélèvements de 15 à 70 mètres.

Les carottiers Calypso sont équipés en standard d'un système de mâchoire de sécurité qui permet de larguer les tubes en cas de problèmes d'arrachement. En outre, ils sont positionnables en 3 dimensions car équipés d'une balise POSIDONIA.



B – Les carottiers gravitaires

Le gravitaire « traditionnel » :

Il s'agit de la méthode originelle de prélèvement de sédiment marin, dont on mentionnait déjà l'utilisation par J.B. Charcot dans les années 30.

Encore en usage aujourd'hui, c'est une alternative intéressante pour prélever des milieux difficiles (coraux froids, hydrates de gaz solidifiés, etc.).

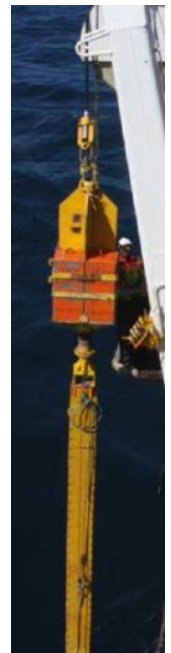
Le carottier composé de son tube surmonté d'un lest est entraîné en pénétration sous le seul effet de la descente du câble (pas à moins de 1 mètre par seconde). Il ne comporte donc pas de système de déclenchement et gréement compliqué, ce qui rend son opération plus rapide.

Par définition, les carottiers Kullenberg et Calypso 2 peuvent être utilisés en carottage gravitaire (sans piston et système déclencheur).



Le CaSq :

Le carottier CaSq est un système de carottage à section carrée de 25 centimètres (intérieur) de côté, de longueur variable de 6 à 12 mètres. Il se monte sous un porte-lest de Calypso. Sa large section interne permet des prélèvements non perturbés – notamment sans étirement – sur de grandes longueurs. Il est particulièrement apprécié pour sa grande capacité de récupération (« plusieurs carottes en une ») et pour la haute qualité de ses prélèvements des couches supérieures, parfois mise en défaut sur les systèmes à piston. Cependant, il est relativement lourd à opérer et son échantillonnage requiert beaucoup de temps et de main d'œuvre.



C – Les carottiers boites

La Benne USNEL :

Le carottier USNEL est utilisé pour l'étude de la macro faune (la faune benthique de taille intermédiaire, entre 250 micromètres et 1 millimètre). Différentes études peuvent être entreprises : répartition spatiale et verticale, évaluation de la densité et de la biomasse, composition et structure des communautés. L'engin est destiné à prélever par l'intermédiaire de boîtes métalliques, du sédiment meuble de surface, d'une épaisseur d'environ 500 mm par des profondeurs pouvant atteindre 5000m.

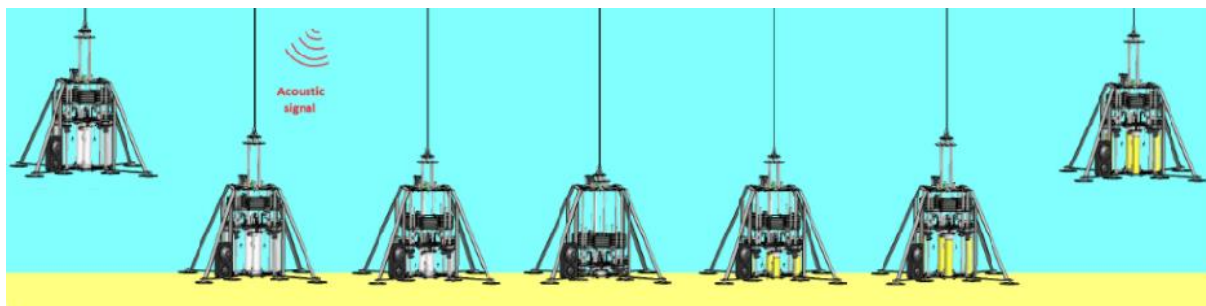
Encombrant et lourd, il demande des équipements de manipulation robustes, et de bonnes conditions d'opération, mais il permet de multiples opérations grâce à la disponibilité de plusieurs boîtes, et son étanchéité est relativement bonne, permettant de conserver assez fidèlement l'eau d'interface.



Depuis 2024, 3 modèles sont disponibles, et ils peuvent être équipés de Fantacam.

D – Les carottiers d’interface multitubes

Les carottiers d’interface multitubes sont des systèmes de prélèvement de la couche d’interface eau-sédiment comportant plusieurs tubes aux diamètres variant de 60 à 100 mm et de longueurs 300 à 1000 mm. Selon les modèles, ils comportent plus ou moins de tubes et ceux-là peuvent être remplis de sédiment partiellement ou complètement.



Le marché en propose un large panel, la cellule carottage de Genavir en propose 4, dont les spécificités sont décrites ci-dessous.

Le Fantacore 4 tubes :

C’est le moins fourni en tubes – 4 tubes de 100 mm de diamètres – mais le plus équipé au sens de l’instrumentation : positionnement 3D, caméra et CTD peuvent être montés sur l’appareil.

Son système de déclenchement acoustique lui assure un taux de réussite de prélèvement élevé, et ses tubes peuvent être remplis jusqu’aux 9/10^{ème} de leurs longueurs. Son système de fermeture inférieure par guillotine est très fiable.

C’est également le plus compact des carottiers multitubes, ce qui assure une facilité d’opération et une simplicité de logistique très bénéfiques.



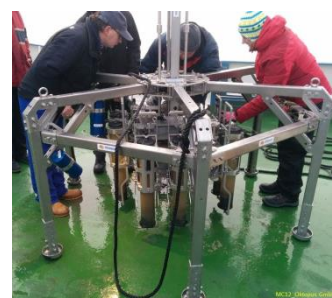
L’Oktopuss 8 tubes « Classique » :

L’un des premiers systèmes de carottier multitubes largement diffusé dans le monde océanographique. Il est très volumineux et lourd, mais il permet de déployer 8 tubes en même temps. Ces tubes, de 100 mm de diamètre, ne peuvent être remplis qu’à moitié de sédiment. Robuste et non instrumenté, sa mécanique est assez fragile, mais ses tubes peuvent être démontés avec leurs montants contenant les trappes fermées, pour être emportés en laboratoire. La fermeture inférieure des tubes par pelles basculantes est bien étanche mais peut connaître parfois des problèmes de fermeture.



L’Oktopuss 8 tubes « Abyss » :

C’est le modèle le plus moderne de chez Oktopuss, assez semblable au précédent, mais moins encombrant en hauteur. Il possède par ailleurs à peu près les mêmes caractéristiques que celle citées précédemment.



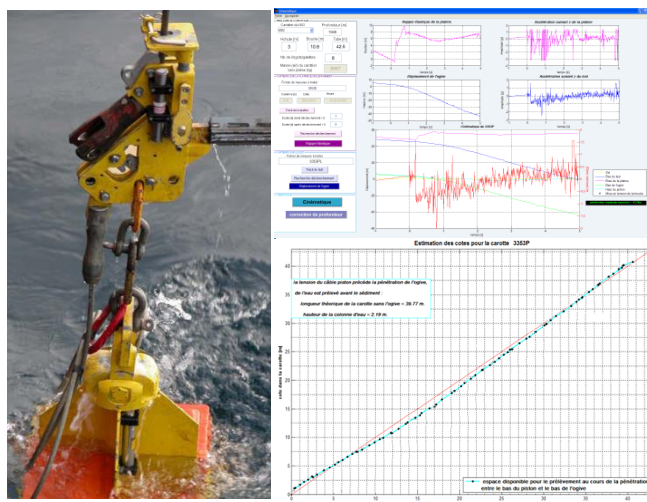
E – L'instrumentation

Les capteurs CINEMA :

Le programme CINEMA est une évolution majeure des techniques de carottage à piston. Initié à l'Ifremer puis développé conjointement avec le CNRS, il repose sur :

- La prédiction de la cinématique des carottiers à piston en fonction des facteurs environnementaux de l'opération : elle permet le paramétrage des éléments du carottier pour une qualité optimale des prélèvements.
- La mesure *in situ* de cette cinématique permettant l'évaluation de la qualité du carottage, et le remplacement virtuel des couches à leurs profondeurs originelle, celles-ci pouvant être déformées sous l'action du piston.

Ces actions sont réalisées via des capteurs posés sur les carottiers et un logiciel complexe, le tout opéré pas les techniciens de la cellule carottage.



Le Banc MSCL :

Le Multi Sensor Core Logger est un banc de mesure pour les carottes sédimentaires développé par l'entreprise anglaise Geotek, qui permet la mesure de la densité Gamma, la diffusion des ondes P et la susceptibilité magnétique. En outre il est doté d'un capteur XRF et d'un spectromètre.

L'ensemble est placé dans un container (20') aménagé spécifiquement, et peut être embarqué sur les navires pour réaliser les mesures durant les campagnes.

Un technicien de la cellule carottage accompagne systématiquement le container. Il en assure la maintenance et forme des opérateurs parmi les scientifiques qui l'opèrent et en définissent les paramètres. L'usage de cet appareil assez technique sera d'autant plus efficace que des opérateurs déjà expérimentés l'utilisent. Cela sollicitera moins le personnel de la cellule qui ne peut pas toujours être immédiatement disponible en cas de blocage.



Le banc photo :

Un banc photo est proposé, équipé d'un appareil photo NIKON D810A et d'un système de lumière sur portant, pour l'archivage visuel des sections ouvertes.

NB : ces bancs peuvent être sollicités à terre sur demande spécifiques, et si disponibles.



Les bancs de découpe :

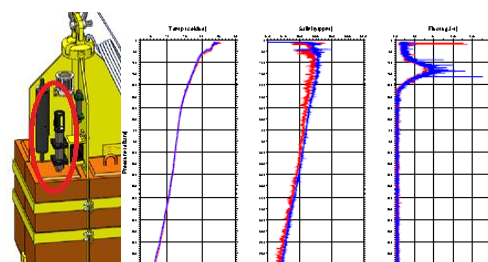
Un banc d'ouverture de carottes sédimentaires est mis à disposition sur la flotte. Il permet la découpe longitudinale des échantillons de Calypso, à l'aide d'une fraise qui coupe la partie externe du tube, sans pénétrer dans le sédiment, et de couteaux qui finissent la découpe pour éviter de mélanger des copeaux de plastique au sédiment.



La sonde CTD :

Attention : capteur de température hors précision de calibration

Une sonde CTD autonome RBR XR620 FI est mise à disposition par la cellule carottage. Très compacte, elle peut être montée sur une grande partie des instruments de carottage. Historiquement, elle est utilisée majoritairement sur les carottiers gravitaires (CaSq notamment), Fantacore et parfois Calypso sur le N/O *Marion Dufresne*. Sur demande, elle pourrait être adaptée à d'autres outils. Elle fournit les données de température, salinité, et fluorométrie en fonction de la profondeur, à une cadence de 6Hz maximum, et jusqu'à 6000 mètres.



La Fantacam :

Il s'agit d'une caméra autonome pouvant plonger jusqu'à 6000 mètres de profondeur, elle possède son propre éclairage et son autonomie est d'environ 3 heures.

On la monte généralement sur le Fantacore, pour lequel elle a été spécifiquement développée, mais elle peut être adaptée aux autres carottiers d'interface, qu'ils soient « multitubes » ou Usnel.



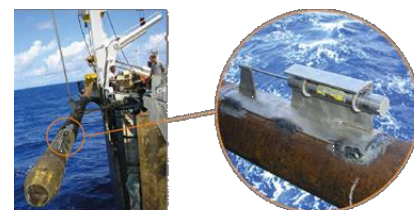
La bouteille de prélèvement Niskin :

Un système de déclenchement de bouteilles de prélèvement Niskin a été mis au point à l'IPEV, pour les carottiers Calypso 2, et transféré dans le pôle d'équipements opérés pour le Flotte par Genavir : il permet la fermeture de la bouteille à la hauteur de déclenchement du portelest, et rapporte un échantillon d'eau de fond. La bouteille couramment utilisée est de 1.7 litres, mais on peut également adapter une bouteille de 4 litres. Ce système est pour l'heure en usage seulement sur les carottiers Calypso II du *Marion Dufresne*.



Les « flux de chaleur » (sondes non-fournies) :

On notera que des carottages à flux de chaleur sont régulièrement effectués sur les campagnes de carottages. La cellule carottage ne fournit ni les sondes ni leurs supports, mais offre son assistance pour leur montage sur les tubes et pour l'adaptation nécessaire du matériel et des méthodes. Il convient d'en discuter en amont pour préparer au mieux ces opérations.



A noter à ce sujet que ces opérations se font sur des tubes courts d'un **maximum de 14 mètres**, et de préférence sur des carottiers gravitaires tubulaires.

Tableau de synthèse des outils de carottage

| Famille | Carottiers à piston stationnaire | | Carottiers gravitaires | | Carottiers boîtes | Carottiers d'interface multitubes | | |
|--|----------------------------------|--|--|-------------------|---|---|---|---|
| Modèle | <i>Kullenberg</i> | <i>Calypso</i> | <i>Traditionnels</i> | <i>CaSq</i> | <i>USNEL</i> | <i>Fantacore</i> | <i>Oktopuss "Classique"</i> | <i>Oktopuss "Abyss"</i> |
| Longueur de tubes | 2 - 5 m | 10 - 70 m | 1 - 15 m | 6 - 9 - 12 m | 62 cm | 60 cm 50 cm utiles | 60 cm 30 cm utiles | 60 cm 30 cm utiles |
| ∅ Intérieur / Section | 90 mm | 100 mm | 90 mm (Kull) 100 mm (Cal) | 25 cm x 25 cm | 50 cm x 50 cm | 94 mm | 94 mm | 94 mm |
| Nombre de tubes | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 | 8 |
| Poids | 300 kg -> 1 tonne | 1,5 -> 9 tonnes | ~800 kg (Kull) ~4 tonnes (Cal) | ~6 tonnes | 800 kg | 300 kg | 600 kg | 700 kg |
| Navires opérateurs | Antea Europe Thalia | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante Antea Europe Thalia | Marion Dufresne 2 | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante Antea Europe Thalia Cote de la Manche Thetys 2 | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante Antea Europe Thalia Cote de la Manche Thetys 2 | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante Antea Europe Thalia Cote de la Manche Thetys 2 | Marion Dufresne 2 Pourquoi Pas ? Atalante Antea Europe Thalia Cote de la Manche Thetys 2 |
| Instrumentation possible | CINEMA | CINEMA POSIDONIA CTD (MD2) NISKIN (MD2) | POSIDONIA (Cal) CTD (MD2) NISKIN (MD2) | POSIDONIA CTD | POSIDONIA CTD FANTACAM | POSIDONIA CTD FANTACAM | POSIDONIA CTD FANTACAM | POSIDONIA CTD FANTACAM |
| Abréviations : Cal-uniquement sur Calypso; Kull-uniquement sur Kullenberg; MD2-uniquement sur le Marion Dufresne 2 "utiles"= remplissage maximum | | | | | | | | |

2. CAPACITE DES NAVIRES

Les navires de la FOF sont équipés différemment en termes de carottage, et apportent des réponses variées selon les *Demandes De Campagne*, et les objectifs techniques définis. Celles-ci sont conditionnées par les paramètres suivants :

a) Taille et architecture :

Les différences portent en premier lieu sur la taille des navires et leur architecture : de façon triviale, plus longs ils sont, plus grandes sont les carottes qu'on peut y opérer. Mais il faut aussi prendre en compte l'ergonomie des espaces de travail, la taille des ponts et leur arrangement. Ainsi, par exemple, s'il n'y a que 15 mètres de différence de longueur entre les *Pourquoi Pas ?* et *Marion Dufresne 2*, la différence de taille des carottages varie respectivement du simple (36 mètres) au double (70 mètres).

b) Equipement pont :

Les propriétés des équipements pont - les *appareaux* (portiques, treuils, etc.) et les carottiers eux-mêmes - conditionnent également les capacités de carottage d'un navire. Ainsi, pour diverses raisons de conceptions, les appareaux du N/O *Pourquoi Pas ?* pouvant déployer des carottes de 36 mètres sont capables d'arrachements à 15 tonnes, alors que *L'Atalante* qui ne peut déployer que 30 mètres de tubes peut les extraire à un tonnage supérieur, jusqu'à 20 tonnes.

Par ailleurs, le *Pourquoi Pas ?*, s'il a la capacité de déployer un tube de 36 mètres, n'a pas toujours la capacité de l'arracher du sédiment : statistiquement, un quart des carottages de moins de 37 mètres arrache à plus de 15 tonnes. Dans le cas du *Pourquoi Pas ?*, c'est une opération « blanche » avec un tube perdu, voire une mise en danger de tout le système.

L'Atalante a été équipé d'un nouveau système lui permettant de déployer des Calypso jusqu'à 30 mètres. A l'heure de la rédaction de ce guide, il n'est encore ni finalisé, ni transféré à l'exploitation.

c) Equipage et équipes techniques :

La composition des équipages (les marins attachés au navire) et des équipes techniques (les « sédentaires embarqués » spécialistes de la discipline), varient selon les navires et les campagnes, en nombre, et en amplitude de temps de travail (nombre d'heure/jour, travail jour/nuit, etc.).

Cela est conditionné par :

- La capacité d'accueil du navire
- La demande scientifique définie dès la *Demande de Campagne*, et solidifiée lors de la *Réunion de Préparation de Mission*

d) Capacités d'embarquement :

Les navires permettent d'accueillir un nombre très hétérogène de passagers scientifiques et cela conditionne le travail lors des campagnes de carottages, car, si l'opération de prélèvement est menée par l'équipage et les équipes techniques, l'échantillonnage est assuré par les équipes scientifiques, et sur des rythmes intenses, où elles doivent travailler en quarts, cela implique un grand nombre de personnes. Il convient donc de bien définir et formuler cet aspect pour que la programmation soit faite au mieux en conséquence.

e) Capacités de co-activités :

Les campagnes de carottage sont parfois couplées à des opérations autres, et des engins divers : les ROV, Penfeld, MeBo, et bien d'autres. Certains navires sont plus aptes que d'autres à cette co-activité, dans la mesure non seulement de leur capacité d'accueil de ces engins, mais aussi du temps qu'ils demandent pour passer d'une opération à l'autre (impliquant le réarrangement des espaces de ponts, des appareils, et donc pouvant être très chronophage).

f) Navigation et zones géographiques :

La taille et la forme des navires, ainsi que les équipements de propulsions et d'autres paramètres techniques impliqueront une plus ou moins bonne tenue à certaines mers, ou une capacité variable à réaliser l'opération dans de mauvaises conditions météorologiques (notamment vis-à-vis de ce qu'on appelle la tenue en station, soit la capacité à travailler en stationnaire sur un point géographique précis).

Par exemple, s'il est bien connu que le *N/O Marion Dufresne* est par définition plus apte à naviguer dans les mers du Sud, le *N/O Pourquoi Pas ?* a de bien meilleures capacités à tenir des stations précises dans de mauvaises conditions.

Cela conditionnera donc leur usage pour l'une ou l'autre des missions, selon les prérequis des travaux prévus.

g) Tableau de synthèse des capacités

Le tableau suivant propose une synthèse des capacités de carottage des navires.

Tableau de synthèse des capacités de carottages des navires

| Navires | Marion Dufresne 2 | Pourquoi Pas ? | Atalante | Antea | Europe | Thalia | Cote de la Manche | Thetys 2 | Thalassa | |
|-------------------------|---|--|---|--|---|---|---|---|--|--------------------------|
| Calypso II | 20 m -> 70 m | 15 -> 36 m | 10 -> 20 m | Non | Non | Non | Non | Non | Non | |
| | 4 -> 9 tonnes | 1,5 -> 6 tonnes | 1,5 -> 6 tonnes | Non | Non | Non | Non | Non | Non | |
| Kullenberg | ∅ | ∅ | ∅ | 2 -> 5 m - ~750kg | 2 -> 5 m - ~750kg | 2 -> 5 m - ~750kg | Non | Non | Non | |
| Gravitaires | Traditionnel CaSq | Traditionnel (Base Calypso) | Traditionnel (Base Calypso) | Traditionnel (Base Kullenberg) | Traditionnel (Base Kullenberg) | Traditionnel (Base Kullenberg) | Non | Non | Non | |
| Carottiers Boîtes | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | |
| Carottiers Interface | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | |
| Instrumentation | CINEMA | Oui | Oui | Oui | Oui (grand fond) | Oui (grand fond) | Non | Oui (grand fond) | Non | Non |
| | MSCL | Oui | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non | Non | Non |
| | BOCS | Oui | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non | Non | Non |
| | CTD | Calypso Gravitaires Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes | Multitubes |
| | POSIDONIA | Calypso Gravitaires Fantacore | Calypso Gravitaires Fantacore | Calypso Gravitaires Fantacore | Non | Non | Non | Non | Non | Non |
| | FANTACAM NISKIN | Fantacore - USNEL Calypso | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non | Fantacore - USNEL Non |
| Puissance d'arrachement | 45 tonnes | 15 tonnes | 20 tonnes | 5 tonnes | 4 tonnes | 3 tonnes | 3 tonnes | 3 tonnes | 5 tonnes | |
| Stockage +4°C | Oui | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non | Non | Non | |
| Nombre de passagers | 110 | 40 | 30 | 10 | 8 | 6 | 6 | 6 | 25 | |
| Co-Activité | Plage arrière petite, Une seule sortie de câble centrée : Co-activité peu efficace et Chronophage | Grande plage arrière, plusieurs câbles grésés en même temps : très favorable à l'utilisation de plusieurs engins alternativement | Plage arrière petite, Une seule sortie de câble excentrée : Co-activité moyennement efficace | Possible avec d'autres petits engins, le carottage est positionné en latéral et laisse un demi pont dipsonible | Plage arrière réduite et rapidement encombrée : possible avec de petits engins | Plage arrière réduite et rapidement encombrée : possible avec de très petits engins | Plage arrière réduite et rapidement encombrée : possible avec de très petits engins | Plage arrière réduite et rapidement encombrée : possible avec de très petits engins | Très peu adapté à la co activité : peu de place à l'arrière et présence de rampes, treuils et installations de pêche | |
| Navigation / Station | Très adapté aux navigations en mers difficiles (mers Australes), stable et confortable. Mal équipé et faible en tenue en station, | Peu confortable en navigation en mers difficiles. Excellente tenue en station, très bien équipé | Bonne tenue à la mer en navigation. Positionnement dynamique moyen | Multicoques peu confortable en navigation, peu tolérant au mers formées. Tenue en station manuelle. | Multicoques peu confortable en navigation, peu tolérant au mers formées. Tenue en station manuelle. | Navire robuste, travail difficile par mer mauvaise. Tenue en station manuelle. | Navire robuste, travail difficile par mer mauvaise. Tenue en station manuelle. | Navire robuste, travail difficile par mer mauvaise. Tenue en station manuelle. | Bonne tenue à la mer, tenue en station (positionnement dynamique) correct. | |
| Remarques | Navire très spécialisé en carottage, favorable à l'embarquement de nombreuses équipes | Navire bien équipé en carottage, très adapté aux campagnes mêlant différents instruments. Limité en capacité par son treuil (voir 2-b) | Navire récemment équipé en Calypso (encore en tests en 2024), moyennement adapté aux campagnes mêlant différents instruments (Penfled, ROV, etc.) | Navire semi-hauturier | Navire Cotier | Navire cotier | Navire Cotier | Navire cotier | Navire spécialisé en pêche, parfois utilisé pour des carottages d'interface | |

3. PARAMETRES A PRENDRE EN COMPTE POUR LA PLANIFICATION DES OPERATIONS

a) Préambule : déroulement d'une opération

Une opération de carottage, quelle qu'elle soit, est constituée des étapes suivantes :

- Les équipes scientifiques définissent le point et la nature du carottage
- Les équipes techniques opèrent le matériel et déterminent les réglages, assurent la préparation du carottier, la mise à l'eau du carottier, le filage du câble, le carottage, le virage du câble, la remise à bord de l'ensemble, l'extraction de la carotte, la récupération des données des différents capteurs et accessoires.
- Les équipes scientifiques découpent la carotte, traitent l'échantillon, assurent son stockage à bord

b) Considérations sur les temps d'opération

Les temps d'opération sont difficiles à définir, tant ils peuvent varier, notamment selon la météo, l'expérience de l'équipage et les aléas techniques. On sait par exemple que généralement, au cours d'une même mission, les opérations répétitives prennent moins de temps en fin de campagne. De même, si une campagne de carottage en suit immédiatement une autre avec les mêmes équipes techniques embarquées, les lenteurs pouvant être observées en début de campagnes comme décrit précédemment peuvent être inexistantes.

Un navire est un univers complexe ou une somme importante d'éléments techniques, qu'ils soient propulsifs, électriques, opérationnels, etc. doivent fonctionner au mieux, particulièrement en carottage qui implique une grande quantité d'appareils. Et il arrive que des pannes surviennent pouvant faire perdre du temps.

La météo elle-même est imprévisible à long terme, et quand elle est mauvaise, elle peut au mieux allonger les temps d'opérations, au pire les rendre temporairement impossibles.

Le navire notamment doit être en station au point fixe pendant toute la durée de l'opération, cette « prise de station », selon les navires et les conditions, peut être assez rapide ou plus chronophage.

Il est à considérer, particulièrement en carottage long à géant, qu'en amont de l'opération, les tubes doivent être grésés : assemblage des tubes aciers, insertion et assemblage des chemises, mise en place des câbles et mailles de gréement, fixation des terminaisons (ogive, peau-d'orange/boîte à pétale, visserie, aiguille, etc.). Cela se fait généralement lors des transits entre les points, ou lors des sondages, voire pendant une autre opération qui ne sollicite pas trop l'équipage. Si plusieurs tubes peuvent être grésés en avance, jusqu'à 3 maximum, il faut considérer qu'un trop grand flux d'opérations immédiatement successives, impliquera nécessairement une pause pour assurer ces tâches. De même, en aval de l'opération, il faut prendre en compte les temps d'échantillonnage qui mobilisent l'équipe scientifique, qui peut se voir débordée par le flux, notamment en carottage géant. Si ces travaux engagent la course de carottage, comme c'est généralement le cas, cela ralentit voire empêche le travail des équipes techniques pour les travaux de montage précités.

Pour toutes ces raisons, il est recommandé d'éviter de planifier les opérations en « flux tendu ». Cela augmente en effet les risques de perturbations du planning. Les sondages, transits, opérations légères intermédiaires, permettent de ventiler le planning et donner à la campagne un meilleur taux de réussite.

c) Temps moyen d'opération observés

Le tableau ci-dessous indique des temps moyens d'opération par navire et par équipement. Il permet de dimensionner la demande d'opérations de façon réaliste.

Tableau de synthèse des temps d'opérations (en conditions optimales)

| Opérations | | Calypso II | | | | Kullenberg | Gravitaire | | | Carottiers Boites | | Carottiers Multitubes | |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------|-----------------------|------------|
| Navire | | Marion Dufresne 2 | | Pourquoi Pas ? | Atalante | Antea - Europe Thalia | Marion Dufresne 2 | Hauturiers | Côtiers | Hauturiers | Côtiers | Hauturiers | Côtiers |
| Type | | Long (<35 m) | Géant (35-70m) | Long (<36 m) | Long (<20 m) | Tous | CaSq | Tubulaire (<15m) | Tubulaire (<5m) | Tous | Tous | Tous | Tous |
| OPERATION | Gréement | 1h30' | 3h | 1h45 | Inconnu | 15' | 2h | 1h | 10' | 1h | 1h | 15' | 15' |
| | Mise à l'eau | 30' | 1h | 30' | Inconnu | 10' | 30' | 20' | 7' | 15' | 15' | 5' | 5' |
| | Filage / Virage | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s | 1m/s |
| | Mise à bord | 30' | 1h | 45' | 1m/s | 10' | 40' | 20' | 7' | 15' | 15' | 5' | 5' |
| | Extraction / Prélèvement | 30' | 1h | 30' | 1m/s | 15' | 4h | 20' | 10' | 1h | 1h | 15' | 15' |
| PASSAGE "DE" & "VERS" | Nettoyage / Rangement | 20' | 30' | 30' | Inconnu | 10' | 20' | 10' | 7' | 20' | 20' | 5' | 5' |
| | Dragage | 2h | 2h | 10' | Inconnu | 30' | 2h | cf. Calypso | 30' | 10' | 30' | 10' | 30' |
| | Penfled | 4h | 4h | 10' | Inconnu | Impossible | 4h | cf. Calypso | Impossible | 10' | Impossible | 10' | Impossible |
| | ROV | 4h | 4h | 10' | Inconnu | Impossible | 4h | cf. Calypso | Impossible | 10' | Impossible | 10' | Impossible |
| | CTD Rosette | 10' | 10' | 10' | Inconnu | 5' | 10' | cf. Calypso | 5' | 10' | 5' | 10' | 5' |
| | Mouillage | 10' | 10' | 10' | 1h | 1h | 10' | cf. Calypso | 1h | 10' | 1h | 10' | 1h |
| | Sismique légère | 2h | 2h | 10' | 2h | Impossible | 2 h | cf. Calypso | Impossible | 10' | Impossible | 10' | Impossible |
| | Sismique lourde | Impossible | Impossible | 2h | Impossible | Impossible | Impossible | cf. Calypso | Impossible | 10' | Impossible | 10' | Impossible |
| Sondage | Immédiat | Immédiat | Immédiat | Immédiat | Variable | Immédiat | cf. Calypso | Variable | Immédiat | Variable | Immédiat | Variable | |
| Scampi | 24h à quai | 24h à quai | 10' | 10' | Variable | 24h à quai | cf. Calypso | Variable | 10' | Variable | 10' | Variable | |

4. SERVICE FOURNI PAR GENAVIR

a) Fourniture Genavir

Outre les carottiers eux-mêmes, la Cellule Carottage de Genavir peut mettre à disposition des équipes scientifiques un ensemble de matériels servant à l'échantillonnage et l'analyse des carottes, décrit ci-dessous :

| Fournitures GENAVIR pour échantillonnage & analyse | | | |
|--|-----------------------------------|--|------------------|
| Catégorie | Désignation | Description | Remarques |
| MACHINES | Banc d'analyse (MSCL) | Banc de mesure multiparamètres containerisé | cf. \$1-E |
| | Banc d'ouverture (BOCS) | Banc de découpe longitudinal des sections | cf. \$1-E et NB |
| | Instrumentation | Comprenant : CINEMA, Fantacam, CTD, Niskin | cf. \$1-E |
| CONSOMMABLE | Chemise PVC | Calypso Øint = 100mm - Kullenberg Øint = 90mm | Lg. 5 ou 10m |
| | Bouchons de chemises | Bouchon ronds "interne" | |
| | Étuis (boîtes d'archive) | Sections rectangulaires, dimensions demi-section | 1,05 m ou 1,55 m |
| | Bouchons d'étuis | Bouchons rectangulaires pour étuis | Si ouverture |
| | Bouchons en mousse | Bouchons en polyuréthane sur mesure | |
| | Scotch Large | Scotch électrique noir largeur 50 mm | |
| | Film étirable | Film alimentaire | Si ouverture |
| | Tubes plexiglas | Tube de 60 mm - 90mm Ø environ | multitubes |
| | Bouchons de tubes MT | Bouchons en plastique dur | multitubes |
| OUTILLAGE | Coupe tube | Coupe tube à molette | |
| | Scie | Scie égoïne et/ou de boucher | |
| | Scie sabre | Pour découpe tronçons | |
| | Scie de Boucher | Pour découpe bouchons | Dans MSCL |
| | Cutters | Standards | |
| | Supports tubes | Pour tenir les chemises lors de la découpe | Pour côtiers |
| | Eponges | Standards | |
| | Seaux | Standards | |
| | Spatules | Standards | |
| | Maillets | Standards | |
| | Marqueurs | Standards | |
| | Chiffons | Standards | |
| | Mètres ruban | 3 mètres à 50 mètres selon les carottages | |
| Fil de pêche | Pour l'ouverture des échantillons | | |

NB : Un banc de découpe (BOCS) mobile est actuellement disponible et peut être déployé sur un seul navire à la fois. 2 unités supplémentaires sont prévues pour les Pourquoi Pas ? et L'Atalante, en attente de transfert.

Il convient de bien définir les besoins dans la demande de campagne pour que Genavir puisse préparer au mieux les opérations. En cas de doute, d'une part, il est conseillé de contacter la Cellule Carottage, d'autre part, les équipes scientifiques sont encouragées à venir avec tout le matériel spécifique dont ils ont besoin.

Un formulaire est proposé en annexes à destination des chefs de mission, pour préciser la demande scientifique propre à chaque campagne.

b) Equipe Cellule Carottage

Un ou plusieurs membres de la cellule carottage Genavir embarquent sur les campagnes de carottages, et leur nombre est défini par la demande de campagne, notamment par le rythme et la nature des opérations demandées. Ils opèrent l'instrumentation décrite plus haut, dont CINEMA, et ont une très bonne connaissance des opérations. Ils s'efforcent de répondre au mieux aux besoins des scientifiques.

5. A CHARGE DU CHEF DE MISSION /DE L'EQUIPE SCIENTIFIQUE

La mobilisation du matériel scientifique à bord du navire

- Si l'équipement de l'équipe scientifique lié aux opérations de carottage (conteneurs,..) est embarqué lors d'une escale en amont du jour de mobilisation de la campagne, au moins un membre de l'équipe scientifique est présent à l'arrivée du navire pour superviser la mise à bord.
- Le chef de mission fournit les caisses (palettes) nécessaires au transport des sections de carotte (entières ou ouvertes) du navire vers le laboratoire/carothèque d'accueil. Ces caisses doivent être résistantes et faciles à transborder. Il convient de bien vérifier que les dimensions sont adaptées à la longueur des sections.
- L'équipe scientifique apporte les vêtements et gants de travail et les chaussures de sécurité. Sans chaussures de sécurité l'accès à la coursive de carottage est interdit.

La définition précise du besoin opérationnel (DDC puis DPC)

1. Le chef de mission indique aussi précisément que possible dès le DDC la nature et le nombre de carottages envisagés, leur rythme, et la co-activité prévue.
2. Il appartient au chef de mission d'effectuer, dès l'instruction du dossier de proposition de campagne, la demande précise de l'instrumentation souhaitée : MSCL, banc d'ouverture des sections, CINEMA, CTD, etc.
3. Le chef de mission fournit dans la mesure du possible les caractéristiques mécaniques connues ou théoriques des sédiments (SBP/ « Chirp »).
4. Le choix de la longueur de la découpe de la carotte en sections est décidé par le chef de mission, et doit être précisé. Ce choix est généralement conditionné par la carothèque qui archivera les sections de carotte.

Les opérations d'exploitation sur le pont du navire du sédiment recueilli

- L'équipe scientifique réceptionne la carotte à son extraction du carottier.
- L'équipe scientifique conditionne et met ses carottes en stock dans les chambres froides mises à disposition. La possibilité d'embarquer un conteneur frigorifique peut être étudiée. Elle opère également les outils d'échantillonnage mis à sa disposition, et les rend nettoyés en fin de campagne.

Les frais associés au débarquement des échantillons

L'organisation du transport des échantillons, et les frais associés, du navire vers le laboratoire/carothèque d'accueil est à la charge du chef de mission. Si toutefois pour des raisons d'optimisation et selon la capacité de stockage à bord les échantillons n'étaient pas débarqués le jour de la fin de mise à disposition de la mission mais plus tard ils seraient conservés à bord. Ce point serait alors clairement précisé dans le compte rendu de la réunion de préparation de mission. Dans ce cas, il est souhaitable qu'un membre de l'équipe scientifique soit présent à l'arrivée du navire pour assurer le débarquement des échantillons.

Annexe : Formulaire de préparation technique des opérations de carottage.

| Spécification de la demande opérationnelle | | | | | |
|---|--------------------------|---------------------|------------------|---|-------------|
| <i>Opérations</i> | | | | | |
| Catégorie | Type | Nombre d'opérations | Longueur moyenne | Nombre de tubes consommés par opération | Remarques : |
| Carottiers lourds | Calypso II | | | | |
| | Kullenberg | | | | |
| | CaSq | | | | |
| | Gravitaire tubulaire | | | | |
| Bennes | USNEL | | | | |
| Carottiers d'interface | Fantacore | | | | |
| | Oktopuss "classique" | | | | |
| | Oktopuss "Abyss" | | | | |
| <i>Instrumentation</i> | | | | | |
| Désignation | | Oui | Non | Remarques : | |
| Cinema | | | | | |
| Posidonia | | | | | |
| CTD | | | | | |
| Niskin | | | | | |
| <i>Echantillonnage</i> | | | | | |
| Désignation | | Oui | Non | Remarques : | |
| Ouverture des carottes à bord : | | | | | |
| <i>Si oui :</i> | Tronçons de 1 m | | | | |
| | Tronçons de 1,5 m | | | | |
| Banc MSCL | | | | | |
| <i>Si oui, capteurs demandés :</i> | Densité Gamma | | | | |
| | P-Wave | | | | |
| | Magnétisme | | | | |
| | Spectrocolorimétrie | | | | |
| | XRF | | | | |
| <i>Si connu :</i> | Passage demi-sections | | | | |
| | Passage sections pleines | | | | |
| Banc Photo | | | | | |