

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH



La Réunion 30 juin 2021 – 22 juillet 2021
Auteurs : Chefs de mission et équipe SCRATCH
N/O Marion Dufresne
DOI 10.17600/18002274



CHEFS DE MISSION :

**CAROLE BERTHOD (LMV-UCA-OPGC), SEBASTIEN ZARAGOSI (EPOC),
VINCENT FAMIN (LGSR-IPGP)**

COMMANDANT :

CHARLES SOUFFRE (LDA)

Instituts, organismes et laboratoires participants

Laboratoires/instituts



Universités



Observatoires



Entreprises



Participants :



Équipe scientifique

ADEBAYO	Michel	CEREGE
BEAUFORT	Luc	CEREGE
BERTHOD	Carole	LMV-UCA
BOLTON	Clara	CEREGE
BONNIN	Jérôme	EPOC
BUJAN	Stéphane	EPOC
CHAABANE	Sonia	CEREGE
CHANDELIER	Guillaume	Univ. de La Réunion
CLEMENT	Charlotte	EPOC
DOBRIJEVIC	Michel	OASU
FAMIN	Vincent	IPGP
FAUQUEMBERGUE	Kelly	EPOC
GENET	Marion	EPOC
GOURBET	Loraine	Univ. de La Réunion
HABIB	Majd	CEREGE
HOARAU	Mathias	Univ. de La Réunion
LEDUC	Guillaume	CEREGE
LE POSTOLLEC	Aurélie	OASU
LUCIANI	Elise	CEREGE
MASQUELET	Charles	ISTEP
GALLY	Yves	CEREGE
MEDARD	Etienne	LMV-UCA
MICHON	Laurent	Univ. de La Réunion
MOAL-DARRIGADE	Paul	EPOC
PROBERT	Ian	Station Biologique Roscoff
REVILLON	Sidonie	SEDISOR

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

ROMAC	Sarah	Station Biologique Roscoff
ROVERE	Mickäel	IFREMER
RUSQUET	Anaïs	Univ. de La Réunion
SAINT-GEORGES	Margaux	EPOC
TOULIER	Alix	Univ. de La Réunion
TUREL	Cédric	EPOC
VÁZQUEZ RIVEIROS	Natalia	IFREMER
ZARAGOSI	Sébastien	EPOC
<hr/>		
Sédentaires		
FOUCHARD	Sacha	GENAVIR
FOUQUET	Manon	GENAVIR
GABRIEL	Vincent	GENAVIR
REAUD	Yvan	GENAVIR
<hr/>		
Équipage		
SOUFFRE	Charles	LDA
PERIER	Charles	LDA
ANCENAY	Arthur	LDA
RANDIMBIMANANJARA	Harizafy Henintsoa	LDA
RABAKOSON	Fabien	LDA
TOUPIN	Clément	LDA
BROUDIC	Bastien	LDA
HEMMERT	Léo	LDA
GOURLAOUEN	Victor	LDA
ZAIDI	Saïd	LDA
BEZARA	Ludovic	LDA
RANDRIANANJA	Ialy	LDA
RAFANO HARANA	Rodolphe	LDA
RASOLOMANAMPITOANA	Rakotoarimanana	LDA
RAZAFIMANJAKASOA	Jean Nonnat	LDA
RASOLOFOMANANA	Luc Aristide	LDA
RATOVONINDRINA	Solo Hery	LDA
RATSIMBAZAFY	Andosoa	LDA
BABA CARDIA	Sulleman	LDA
RANDRIAMALALA	Dina Harilala	LDA
RAZAKARIVONY	Sylvain	LDA
RAKOTOARISON	Patrick Eugène	LDA
ANDRIANTSALAMA	Jimmy Honore	LDA
CHOW	Emilien	LDA
RASENDRALAHY	Jean Claude	LDA
RATSIMBAZAFY	Georges	LDA
ZAFISAMBATRA	Patrick	LDA
RAKOTONIRINASOA	Henri	LDA
RASOLONIRINA	Tsarasydy Prosper	LDA
RALAMINANTENAINA	Erick Antonio	LDA
ANDRIAMIHARIMANANA	Andriamirija	LDA
SOLONDRAZA	Sylvain	LDA
RASOLOFOMANANA	Jaona	LDA

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

RAKOTONINDRINA	Roger	LDA
RAKOTONIAINA	Raherivoninahitra	LDA
DIALLO	Amadou	LDA
RAKOTONANDRASANA	Andrianjafinarivo	LDA
RAMBOASOA	Michaël	LDA
STEPHANO	Dany Maurice	LDA
RAZAKAMAHEFA	Laiharitiana	LDA
BERTHIN	Jose	LDA
BAKO	Bruno Patrick	LDA
RAMANOELINA	Lalainarinosy	LDA
RADUREAU	Luc	LDA
TOUPIN	Hugo	LDA
CARRET	Alexia	LDA
GARCIA	Shan	LDA
BEAUREPAIRE	Jules	LDA
THIRY	Emmanuel	LDA
RAHARIJAONA	Maminiaina	LDA
DANO RAHERIHAJA	Julien	LDA
RANDREMALALA	Eric Stephan	LDA
RAMANANTSOA	Fanantenana	LDA

Table des matières

1	OBJECTIFS DE LA CAMPAGNE SCRATCH	8
1.1	ÉCHANTILLONNAGE DE LA RÉGION DES COMORES : ANTHROPISATION, TECTONIQUE, VOLCANISME ET HYPOTHÈSES CLIMATIQUES	8
1.2	CONTEXTE GÉODYNAMIQUE ET GÉOLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE	10
1.3	PROBLÉMATIQUES	11
1.3.1	<i>Connaissance du volcanisme des Comores et des Glorieuses</i>	<i>11</i>
1.3.2	<i>Apports sédimentaires régionaux et influence des reliefs volcaniques sur la distribution des dépôts.....</i>	<i>12</i>
1.3.3	<i>Nature et âge des instabilités gravitaires</i>	<i>14</i>
1.3.4	<i>Systèmes gravitaires carbonatés, une fenêtre sur les fluctuations climatiques et eustatiques passées.....</i>	<i>16</i>
1.3.5	<i>Evolution du dipôle de l'océan Indien au cours du Pléistocène.....</i>	<i>17</i>
1.3.6	<i>Caractérisation des foraminifères planctoniques</i>	<i>19</i>
1.3.7	<i>Biologie, écologie et évolution du phytoplancton.....</i>	<i>20</i>
1.3.8	<i>Rôle des îles sur l'environnement océanique : effet naturel et contribution à l'anthropisation du milieu marin</i>	<i>20</i>
1.4	PROGRAMMES DE RATTACHEMENT ET COLLABORATIONS	22
2	OPÉRATIONS RÉALISÉES ET CARTES PRODUITES	24
3	BATHYMÉTRIE – SONDEUR MULTIFAISCEAU.....	28
3.1	VERSION DU LOGICIEL	28
3.2	SMF SONDEURS (PARTIE À TERMINER).....	28
3.3	TRAITEMENT APPLIQUÉ.....	28
3.4	TYPES DE DONNÉES OBTENUES EN FIN DE CAMPAGNE	28
3.5	FABRICATION DES MNT ET TIFS	29
3.6	DTM	29
3.7	PROBLÈME BATHYMÉTRIE	29
3.8	INTERFÉRENCE SDS.....	29
4	DÉTECTION DES ÉCHOS DANS LA COLONNE D'EAU	31
4.1	COUVERTURE ACOUSTIQUE DES SITES/ZONES ACTIVES DU FER À CHEVAL (ROUTE DES PANACHES – REVOSIMA)	31
4.2	RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES	33
5	RÉTRODIFFUSION DU FOND-MARIN	34
6	SONDEUR DE SÉDIMENTS.....	35
6.1	DESCRIPTION	35
6.2	TRAITEMENT BORD	35
7	PRÉLÈVEMENTS D'EAU ET DE PLANCTON.....	37
7.1	OBJECTIFS	37
7.2	CARACTÉRISATION DES FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES	39
7.3	CARACTÉRISATION DES COCCOLITHOPHORES	40
7.3.1	<i>Niches écologiques et effet de l'acidification océanique</i>	<i>40</i>
7.3.2	<i>Méthode :.....</i>	<i>40</i>
7.3.3	<i>Liste des échantillons :</i>	<i>41</i>
7.4	BIOLOGIE, ÉCOLOGIE, ET ÉVOLUTION DU PHYTOPLANCTON	44
7.4.1	<i>Méthode :.....</i>	<i>44</i>
7.4.2	<i>Illustration de la diversité rencontrée lors de la campagne SCRATCH. ...</i>	<i>45</i>

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

7.5	RÔLE DES ÎLES SUR LE MILIEU OCÉANIQUE ENVIRONNEMENT : EFFET NATUREL ET CONTRIBUTION À L'ANTHROPISATION DU MILIEU MARIN	47
7.5.1	Contexte.....	47
7.5.2	Objectifs scientifiques	47
7.5.3	Échantillonnage	48
7.5.4	Cartes de positionnement des prélèvements	50
7.6	CTD ROSETTE	51
8	OPÉRATIONS DE DRAGAGE.....	62
8.1	GÉNÉRALITÉS	62
8.1.1	Rappel des objectifs	62
8.1.2	Déroulement des opérations.....	62
8.1.3	Bilan et perspectives scientifiques	65
8.1.4	Bilan opérationnel.....	65
8.2	DRAGUE SCR-DR01.....	68
8.2.1	Principales lithologies	69
8.2.2	Description	69
8.2.3	Interprétation préliminaire	71
8.2.4	Conditionnement des échantillons.....	71
8.3	DRAGUE SCR-DR02.....	72
8.3.1	Principales lithologies	73
8.3.2	Description	73
8.3.3	Interprétation préliminaire	76
8.3.4	Conditionnement des échantillons.....	76
8.4	DRAGUE SCR-DR03.....	77
8.4.1	Principales lithologies	77
8.4.2	Description	78
8.4.3	Interprétation préliminaire	79
8.4.4	Conditionnement des échantillons.....	79
8.5	DRAGUE SCR-DR04.....	80
8.5.1	Principales lithologies	81
8.5.2	Description	81
8.5.3	Interprétation préliminaire	84
8.5.4	Conditionnement des échantillons.....	84
8.6	DRAGUE SCR-DR05.....	85
8.6.1	Principales lithologies	86
8.6.2	Description	86
8.6.3	Interprétation préliminaire	90
8.6.4	Conditionnement des échantillons.....	90
8.7	DRAGUE SCR-DR06.....	91
8.7.1	Principales lithologies	92
8.7.2	Description	92
8.7.3	Interprétation préliminaire	96
8.7.4	Conditionnement des échantillons.....	96
8.8	DRAGUE SCR-DR07.....	97
8.8.1	Principales lithologies	98
8.8.2	Description	98
8.8.3	Interprétation préliminaire	103
8.8.4	Conditionnement des échantillons.....	103
8.9	DRAGUE SCR-DR08.....	104
8.9.1	Principales lithologies	105
8.9.2	Description	105
8.9.3	Interprétation préliminaire	105
8.9.4	Conditionnement des échantillons.....	105
8.10	DRAGUE SCR-DR09	106

8.10.1	Principales lithologies	106
8.10.2	Description	107
8.10.3	Interprétation préliminaire	109
8.10.4	Conditionnement des échantillons.....	109
8.11	DRAGUE SCR-DR10	110
8.11.1	Principales lithologies	111
8.11.2	Description	111
8.11.3	Interprétation préliminaire	112
8.11.4	Conditionnement des échantillons.....	112
8.12	DRAGUE SCR-DR11	113
8.12.1	Principales lithologies	114
8.12.2	Description	114
8.12.3	Interprétation préliminaire	117
8.12.4	Conditionnement des échantillons :.....	117
8.13	DRAGUE SCR-DR12	118
8.13.1	Principales lithologies	119
8.13.2	Description	119
8.13.3	Interprétation préliminaire	120
8.13.4	Conditionnement des échantillons.....	120
9	LES CAROTTAGES.....	121
9.1	GÉNÉRALITÉS	121
9.1.1	Objectifs.....	121
9.1.2	Analyses et mesures à bord	125
9.1.3	Lieu de stockage des carottes à Terre.....	126
9.2	CAROTTE MD21-3598 : AU PIED DE L'ÉDIFICE DES GLORIEUSES, CÔTÉ NORD-EST	127
9.2.1	Objectif spécifique.....	127
9.2.2	Déroulement	127
9.2.3	Résultats	127
9.3	CAROTTE MD21-3599 : LEVÉE DROITE DU CHENAL NORD-EST GLORIEUSES.....	138
9.3.1	Objectif spécifique.....	138
9.3.2	Déroulement	138
9.3.3	Résultats	138
9.4	CAROTTE MD21-3600 : LEVÉE DROITE DU CHENAL SUD GLORIEUSES.....	151
9.4.1	Objectif spécifique.....	151
9.4.2	Déroulement	151
9.4.3	Résultats	151
9.5	CAROTTE MD21-3601 : BASSIN EST GLORIEUSES.....	164
9.5.1	Objectif spécifique.....	164
9.5.2	Déroulement	164
9.5.3	Résultats	164
9.6	CAROTTE MD21-3602 : CHAMP VOLCANIQUE DE MWEZI.....	180
9.6.1	Objectif spécifique.....	180
9.6.2	Déroulement	180
9.6.3	Résultats	180
9.7	CAROTTE MD21-3603 : NORD DES RIDES DES JUMELLES.....	193
9.7.1	Objectif spécifique.....	193
9.7.2	Déroulement	193
9.7.3	Résultats	193
9.8	CAROTTE MD21-3604 : LEVÉE DROITE DU CHENAL DES JUMELLES	204
9.8.1	Objectif spécifique.....	204
9.8.2	Déroulement	204
9.8.3	Résultats	204
9.9	CAROTTE MD21-3605 : INSTABILITÉS SUD-OUEST MAYOTTE.....	217
9.9.1	Objectif spécifique.....	217

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

9.9.2	Déroulement	217
9.9.3	Résultats	217
9.10	CAROTTE MD21-3606G : INSTABILITÉS SUD-EST MAYOTTE	231
9.10.1	Objectif spécifique.....	231
9.10.2	Déroulement	231
9.10.3	Résultats	231
9.11	CAROTTE MD21-3607 : OUEST DU BANC DU BANC LEVEN	238
9.11.1	Objectif spécifique.....	238
9.11.2	Déroulement	238
9.11.3	Résultats	238
9.12	CAROTTE MD21-3608 : NORD DU BANC DU BANC LEVEN	254
9.12.1	Objectif spécifique.....	254
9.12.2	Déroulement	254
9.12.3	Résultats	254
9.13	CAROTTE MD21-3609 : NORD-OUEST DES GLORIEUSES.....	265
9.13.1	Objectif spécifique.....	265
9.13.2	Déroulement	265
9.13.3	Résultats	265
10	CHAMP MAGNÉTIQUE.....	275
10.1	DISPOSITIF D'ACQUISITION DU CHAMP MAGNÉTIQUE	275
10.2	PÉRIODE D'ACQUISITION ET AVARIE	275
11	DROIT DE DIFFUSION – PARTAGE-SAUVEGARDE DES DONNÉES.....	276
11.1	DONNÉES ANTÉRIEURES.....	276
11.2	DONNÉES SCRATCH.....	276
11.3	DEVOIR DE SAUVEGARDE DES DONNÉES ET DES RÉSULTATS	276
12	RÉFÉRENCES.....	277
12.1	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	277
12.2	RÉFÉRENCES DES PRÉCÉDENTES CAMPAGNES EN MER	281
13	ANNEXE 1 : FICHE D'UTILISATION ET LISTING DES DONNÉES.....	284

1 Objectifs de la campagne SCRATCH

1.1 Échantillonnage de la région des Comores : anthropisation, tectonique, volcanisme et hypothèses climatiques

Suite au report des campagnes à la mer DIPOMOISS et SEZAM, la disponibilité inattendue du Marion Dufresne dans l’océan Indien, avec tout son équipage et l’équipement nécessaire à bord, a été une opportunité unique pour notre équipe. Nous avons donc proposé de réaliser une campagne de prélèvements incluant 47 rosettes CTD, 9 filets à plancton, 16 carottages ainsi que 13 dragages, dans les Zones Économiques Exclusives françaises (Mayotte, Glorieuses, Tromelin et La Réunion, Figure 1). Cette campagne a aussi contribué à réaliser des sites de carottages qui étaient prévus aux Glorieuses au cours de la campagne REEFcores, programmée en octobre 2020 et annulée en raison de la crise sanitaire.

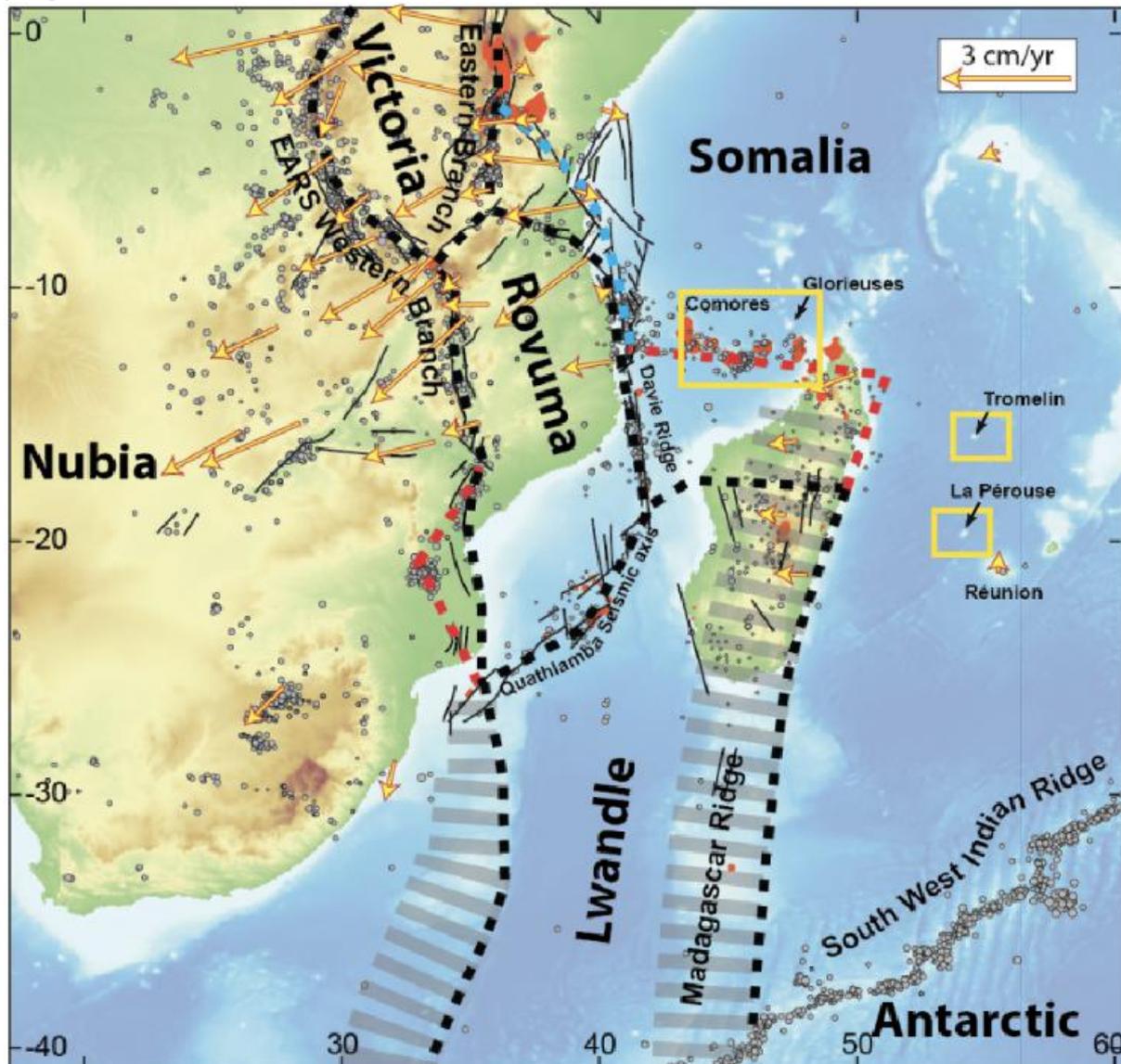


Figure 1 : Localisation de notre zone d'étude dans le sud-ouest de l'océan Indien (d'après Famin et al., 2020). Les flèches jaunes représentent les vitesses de déplacement par rapport à la plaque Somalie. Les lignes pointillées représentent les différentes propositions de découpage des plaques tectoniques. La sismicité (cercles gris) et les zones de volcanisme Néogène à l'actuel (champs rouges) sont aussi représentées sur cette carte.

La partie nord du canal du Mozambique est le centre d'importantes questions scientifiques et de nombreux projets y sont menés dans le cadre des ANRs Coyotes, Phenomap, iMonsoon, et des projets INSU FRB COCCACE, LEFE IndSO, et LEFE/EC2CO CHEMICAL. Dans ce contexte, nous avons proposé une campagne à la mer développant une approche multidisciplinaire (biologie, écologie, génétique, paléoclimatologie, paléocéanographie, sédimentologie et volcanologie).

Ces disciplines utilisent des méthodes complémentaires et s'appuient sur un matériel commun. Les objectifs, présentés sur la Figure 2, sont les suivants :

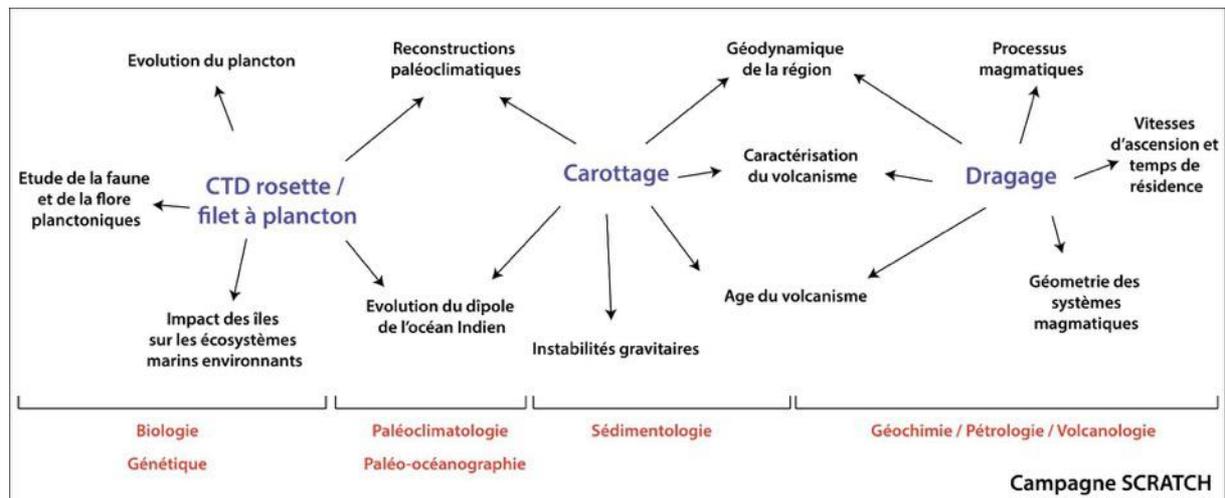


Figure 2 : Synthèse des différentes disciplines impliquées et des objectifs de cette mission.

- Caractériser les faunes de foraminifères planctoniques à l'aide de filets à plancton (FRB FORCIS) et les flores de coccolithophores et autres phytoplanctons avec des prélèvements d'eau par CTD rosette (FRB COCCACE et ANR PHENOMAP), dans le but de compléter les bases de données mondiales. A plus long terme, ces données seront utilisées par les paléocéanographes pour calibrer des proxies et générer des reconstructions paléoclimatiques. Une équipe étudiera également l'impact des îles sur le fonctionnement et l'anthropisation des écosystèmes marins environnants.
- Étudier l'évolution du Dipôle de l'Océan Indien (DOI) au cours de l'Holocène et du Pléistocène, un des objectifs principaux de la demande de campagne DIPOMOISS. Nous souhaitons permettre de progresser sur cet objectif malgré le report de DIPOMOISS, en réalisant des carottages dans la région ouest de l'océan Indien (très complémentaires à ceux prévus dans DIPOMOISS dans le centre et l'est de l'océan Indien) afin de démarrer ces travaux. Une partie des carottes réalisées sur cette campagne contribueront donc à cette étude et permettront d'acquérir un premier jeu de données paléo-océanographiques pour une thèse en cours.
- Améliorer la connaissance de la géodynamique régionale en déterminant la source du volcanisme et en étudiant le possible lien entre les Comores, les Glorieuses et Madagascar. Pour cela, nous analyserons les dépôts volcanoclastiques présents dans les carottes ainsi que les échantillons de roches prélevés par drague.
- Caractériser les transferts sédimentaires sur les pentes des îles et les bassins océaniques adjacents, où s'accumulent des sédiments carbonatés provenant du vannage du toit des plates-formes. Pour cela nous mettrons l'accent sur des prélèvements de carottes longues autour de l'archipel des Glorieuses, en particulier 3

sites de carottages qui devaient être réalisés pendant la campagne REEFCORES (programmée en octobre 2020 puis annulée à cause de la covid-19).

- Dater le volcanisme en couplant trois approches différentes : (i) les roches draguées seront datées par les méthodes $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ et K-Ar ; (ii) les dépôts volcanoclastiques présents dans les carottes seront datés par la stratigraphie marine (isotopes de l'oxygène et biostratigraphie) ; (iii) grâce aux carottages longs nous daterons également la période d'arrêt du fonctionnement turbiditique des chenaux, témoins de la mise en place de reliefs volcaniques, situés au nord de l'archipel des Comores.
- Imager les systèmes magmatiques alimentant ces structures volcaniques et retracer l'histoire des magmas de la source à la surface par des analyses *in situ* sur les dépôts volcanoclastiques dans les carottes ainsi que les échantillons de roches prélevés par drague.

1.2 Contexte géodynamique et géologique de la zone d'étude

La formation du canal de Mozambique est associée à la séparation du microcontinent malgache du Gondwana (Malod et al., 1991, Debeuf, 2004, Gaina et al., 2013; Davis et al., 2016; Klimke et al., 2016) avec une première phase d'extension (Phase Karoo, Permien - Jurassique inférieur) et une phase décrochante le long de la ride de Davie (Jurassique moyen - Crétacé). Au Crétacé supérieur, en même temps que l'Inde et les Seychelles se séparent de Madagascar (~88 Ma), une activité volcanique se développe autour de Madagascar, initiée par un panache mantellique (Storey et al., 1995 ; Davison & Steel, 2017) à l'origine du soulèvement la ride de Davie et la marge du Mozambique expliquant l'intense érosion des formations Karoo et leurs dépôts dans le bassin profond.

L'extension continentale se localise à l'Oligocène au nord-est de la plaque Afrique avec l'arrivée du panache mantellique sous l'Afar. Associée à une activité volcanique (e.g., Macgregor, 2015), cette extension se propage le long du rift Est-Africain du nord vers le sud jusqu'au nord-est de la Tanzanie. La plupart des bassins de la branche offshore du rift Est-Africain se développent à partir Miocène inférieur en particulier le bassin des Kerimbas au Miocène supérieur se développant le long de la ride de Davie contribuant à son exhumation (e.g., Mougénot et al., 1986 ; Franke et al., 2015). L'activité tectonique se poursuit au Pliocène et au Plio-Quaternaire (Fournier 2016 ; Courgeon et al., 2018 ; Deville et al 2018).

A partir de la fin du Miocène (Michon, 2016), l'archipel volcanique des Comores se met en place selon une direction ONO-ESE entre la pointe nord de Madagascar et l'Afrique, et délimite actuellement les plaines abyssales du bassin de Somalie au nord (bathymétrie ~4200 m) du bassin des Comores au sud (bathymétrie ~3500 m). Cet archipel se compose d'une succession de volcans d'âge Miocène à l'actuel. La plaine abyssale est bordée par d'épais bassins sédimentaires (> 6 km), Kerimbas et Majunga, localisés au pied des marges continentales du Mozambique du nord-est de Madagascar.

La campagne SISMAORE (décembre 2020 – février 2021, Thinon et al., 2021) a révélée de nombreuses structures tectoniques et volcaniques sous-marines principalement réparties au nord de l'Archipel. Ces structures confirment l'existence d'une limite de plaque lithosphérique immature entre les blocs de Lwandle et de Somalie caractérisée par une déformation transtensionnelle, accommodée par un mouvement de décrochement dextre, et fortement influencée par la structuration préexistante de la croûte océanique Mésozoïque et par le système du Rift Est-Africain (Thinon et al., 2021).

1.3 Problématiques

La campagne à la mer SCRATCH propose une approche multidisciplinaire impliquant des méthodes, des outils et des objectifs très complémentaires dans le but d'optimiser l'utilisation des équipements du Marion Dufresne et de multiplier les analyses sur les échantillons prélevés. Les différents objectifs sont développés ci-dessous.

1.3.1 Connaissance du volcanisme des Comores et des Glorieuses

Le canal du Mozambique est caractérisé par un volcanisme actif et ancien dont l'origine fait l'objet d'une controverse qui perdure depuis plusieurs décennies. Plusieurs éléments suggèrent qu'un point chaud est à l'origine du volcanisme de l'archipel des Comores et des édifices situés au nord de Madagascar (Figure 1), dont Glorieuse (Hajash and Armstrong 1972 ; Emerick and Duncan 1982 ; Class and Goldstein 1997 ; Class et al. 1998, 2005, 2009 ; Claude-Ivanaj et al. 1998 ; Deniel 1998b). Parmi ces éléments figure l'apparente progression d'âge du volcanisme, Mayotte étant dotée d'un récif frangeant à l'est de l'archipel et la Grande Comore présentant un volcan actif (le Karthala) à l'ouest. Cependant, le nouveau volcan au large de Mayotte et des datations récentes sur Anjouan remettent en question cette progression apparente du volcanisme (Feuillet et al., 2021 ; Quidelleur et al., 2022). La signature géochimique des laves du volcan Karthala est néanmoins en accord avec une origine de type point chaud, mais pas celle des autres édifices volcaniques. Cependant, cette interprétation des Comores comme un point chaud pose problème car l'archipel n'est pas aligné avec le déplacement absolu des plaques Lwandle et/ou Somalie (Figure 1 ; Müller et al, 1993 ; Wang et al., 2018).

Une autre hypothèse serait que l'archipel des Comores et les édifices situés au nord de Madagascar correspondent à des systèmes volcaniques indépendants. L'archipel des Comores serait construit sur une zone de fracture de la lithosphère (Nougier et al., 1986), dont la nature (océanique, continentale ou transitionnelle ?) est encore mal définie. La fabrique lithosphérique au nord de l'archipel dans le bassin de Somalie montre effectivement une structuration de la lithosphère (Phethean, 2016). Plus récemment, il a été proposé que l'archipel des Comores suive une limite entre les plaques Lwandle au sud, et Somalienne au nord (Stamps et al., 2018). Cette limite de plaque serait en connexion avec le système des rifts est-africains vers l'ouest, et vers les grabens du nord de Madagascar à l'est (Famin et al., 2020 ; Michon, 2016). Dans ce cas, le volcanisme serait de même nature que celui des grands rifts. En revanche, les édifices au nord de Madagascar seraient liés à une histoire d'âge créacé supérieur à paléogène (Leroux et al., 2020).

La naissance d'un nouveau volcan sous-marin à l'est de Mayotte relance la controverse au sujet de l'origine du volcanisme comorien (Feuillet et al., 2021). Pour mieux comprendre cette origine, il est nécessaire de connaître la nature et l'âge de l'ensemble des produits volcaniques émis dans la zone, afin de déterminer l'extension de la signature isotopique de l'éventuel point chaud et d'identifier, si elle existe, une progression chronologique du volcanisme. Des données pétrologiques, géochimiques et des datations sont disponibles sur les parties émergées des îles, et de nouvelles données sont en cours de publication. Les produits éruptifs du nouveau volcan sous-marin ont par ailleurs été collectés lors des campagnes MAYOBS (Berthod et al., 2021a, Berthod et al., 2021b; Feuillet et al., 2019, 2021). Par ailleurs, des rides volcaniques entre les îles de la Grande Comore et de Mohéli, et au large d'Anjouan ont pu être échantillonnées par dragage lors de la campagne PAMELA (Olu, 2014), dont les analyses sont elles aussi en cours de publication. Tout récemment, la campagne SISMAORE (Thinon et al., 2021) a permis d'identifier de nouvelles structures volcaniques sous-

marines au nord de Mayotte et des Comores, et de prélever cinq d'entre elles avec des succès variables. L'analyse pétrologique, géochimique et géochronologique de ces produits fait partie d'une thèse en cours (Anaïs Rusquet) financée par l'ANR Coyotes. Pour comprendre l'origine de l'archipel, il est indispensable de déterminer comment se poursuit le volcanisme vers l'est et le nord. De nombreux édifices sous-marins existent (Tzevahirtzian et al., 2021) mais leur nature reste pour l'instant inconnue. Ce volcanisme présente-t-il des affinités chimiques avec celui du nord de Madagascar ? Ou bien est-il en connexion avec les édifices volcaniques des Glorieuses ? Ces questions sont directement en lien avec celle de l'origine du volcanisme des Comores : tectonique, point chaud ou une combinaison des deux processus géodynamiques ?

L'objectif volcanologique de la présente campagne est de compléter notre connaissance de la partie est du volcanisme des Comores et autour de l'île de Grande Glorieuse, par des relevés bathymétriques et des prélèvements dans les eaux françaises des zones économiques exclusives de Mayotte et des Glorieuses. Douze cibles d'intérêt prioritaire ont été sélectionnées dans ce but pour des dragages (DR01 à DR012). Ces douze cibles visent les extrémités nord et nord-est du banc de Leven et des bancs de Geysier et de la Zélée (pour étudier la connexion Comores-Madagascar), les monts sous-marins du système volcanique des Glorieuses (dans l'éventualité d'une connexion des Comores avec ce système), et des structures volcaniques appartenant au système des Comores (afin d'avoir une vision plus globale de la diversité géographique, géochimique et temporelle des magmas de cette zone). Incidemment, ces dragages ont permis de recueillir du matériel sédimentaire, comme cela a déjà été le cas pour plusieurs dragues des campagnes précédentes. Ces prélèvements de sédiments pourront être utilisés pour préciser la chronologie de construction des édifices sous-marins (voir paragraphe suivant). Du point de vue du volcanisme, le trajet retour de la campagne vers La Réunion a été optimisé pour un relevé bathymétrique du mont La Pérouse, afin de mieux connaître la structure de ce volcan intraplaque mystérieux.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Dragages : CHAPITRE 8
- Carottages : CHAPITRE 9

1.3.2 Apports sédimentaires régionaux et influence des reliefs volcaniques sur la distribution des dépôts

Les archipels des Comores et des Glorieuses sont traversés par plusieurs vallées turbiditiques (Figure 3) orientées sud-nord et dirigées vers la plaine abyssale de Somalie. Ces vallées témoignent d'un transfert sédimentaire en provenance de la marge nord-ouest malgache. Deux carottages courts ont déjà été réalisés sur les levées droites de ces vallées. Une carotte a été prélevée en 2014 sur la levée orientale au pied de Glorieuses (campagne PAMELA-MOZ01, carotte MOZ1-KS02). Une autre carotte a été prélevée en 2021 lors de la mission SISMAORE (CS06) sur la vallée située au nord des rides volcaniques des Jumelles.

Ces deux carottages ont permis de mettre en évidence sur la première dizaine de mètres une sédimentation à dominante hémipélagique, vieille d'au moins 400 000 ans. Ces chenaux semblent donc fossiles aujourd'hui. Le profil de sondeur de sédiment (SDS, Figure 3) traversant la vallée située au nord des Jumelles montre un changement d'activité sédimentaire situé entre 20 et 25 m de profondeur. Ce changement d'activité semble témoigner de la coupure des apports terrigènes turbiditiques en provenance du sud, donc de la période de déconnexion des chenaux à leur source continentale. Cette déconnexion implique un piégeage des sédiments dans le bassin des Comores au sud et une diminution ou un arrêt de leur export vers le bassin de Somalie au nord. Cette possible migration des dépôts-

centres vers le sud semble liée à l'activité volcanique et à l'émergence du relief correspondant à la mise en place des rides volcaniques des Jumelles. Ce relief ainsi créé entre Mayotte et les bancs de Zéléé-Geyser serait suffisant pour couper l'alimentation turbiditique initialement orientée sud-nord.

Des carottages longs (MD21-3599, 3600 et 3604) permettront de traverser la totalité des séquences hémipélagiques pour aller prélever les dépôts turbiditiques d'origine malgache. Dater la période d'arrêt du fonctionnement turbiditique de ces chenaux donnera des indications géodynamiques importantes. Les âges obtenus pourront être comparés aux âges issus des dragages pour la mise en place des rides des Jumelles.

Les séquences hémipélagiques obtenues sur les 25 premiers mètres seront également utilisées par les équipes du CEREGE, du CEA et d'EPOC pour les reconstructions paléoclimatiques long terme (dernier million d'années).

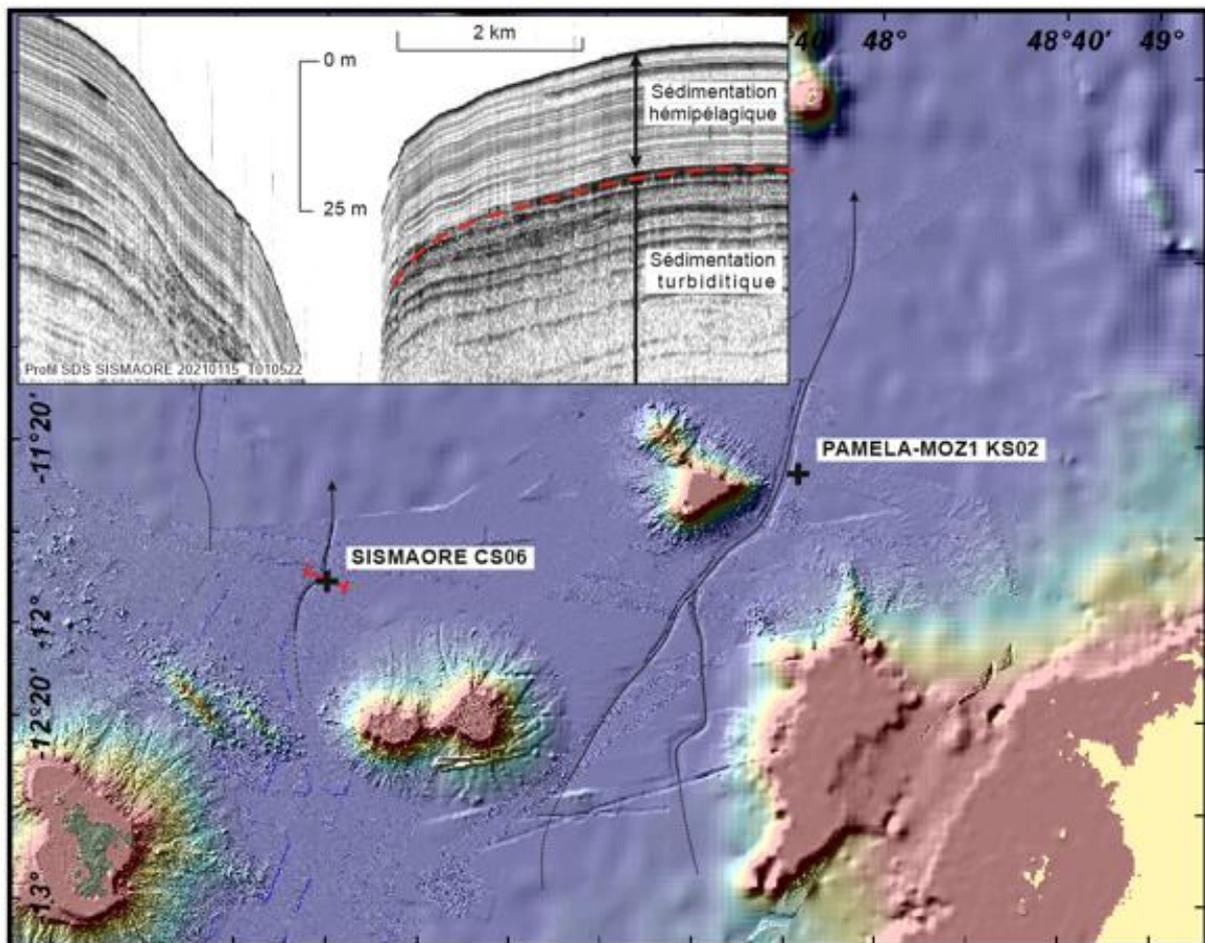


Figure 3 : Vallées turbiditiques traversant les archipels des Comores et des Glorieuses. L'encadré à gauche présente un profil SDS traversant la vallée située au nord des Jumelles.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Carottages : CHAPITRE 9
- Bathymétrie (SMF) et réflectivité : CHAPITRE 3 et 5

1.3.3 Nature et âge des instabilités gravitaires

Les synthèses bathymétriques récentes (Figure 4) réalisées autour de l'archipel des Comores (Tzevahirtzian et al. 2021 ; Thinon et al. 2021) ont permis de mettre en évidence l'instabilité des pentes comoriennes. Ces instabilités se traduisent pour les îles de Mayotte et Mohéli par la déstabilisation des plateaux formant des dépressions en forme d'amphithéâtre de grande dimension (> 25 km de long pour la dépression située à l'ouest de Mayotte). Elles se traduisent pour les îles d'Anjouan et de Grande Comore par des indentations affectant directement la partie subaérienne des îles (Tzevahirtzian et al. 2021). Pour Anjouan, plus de 160 km² de la partie aérienne de l'île semblent avoir été emportés par des glissements, ce qui rapporté aux 410 km² de l'île est considérable.

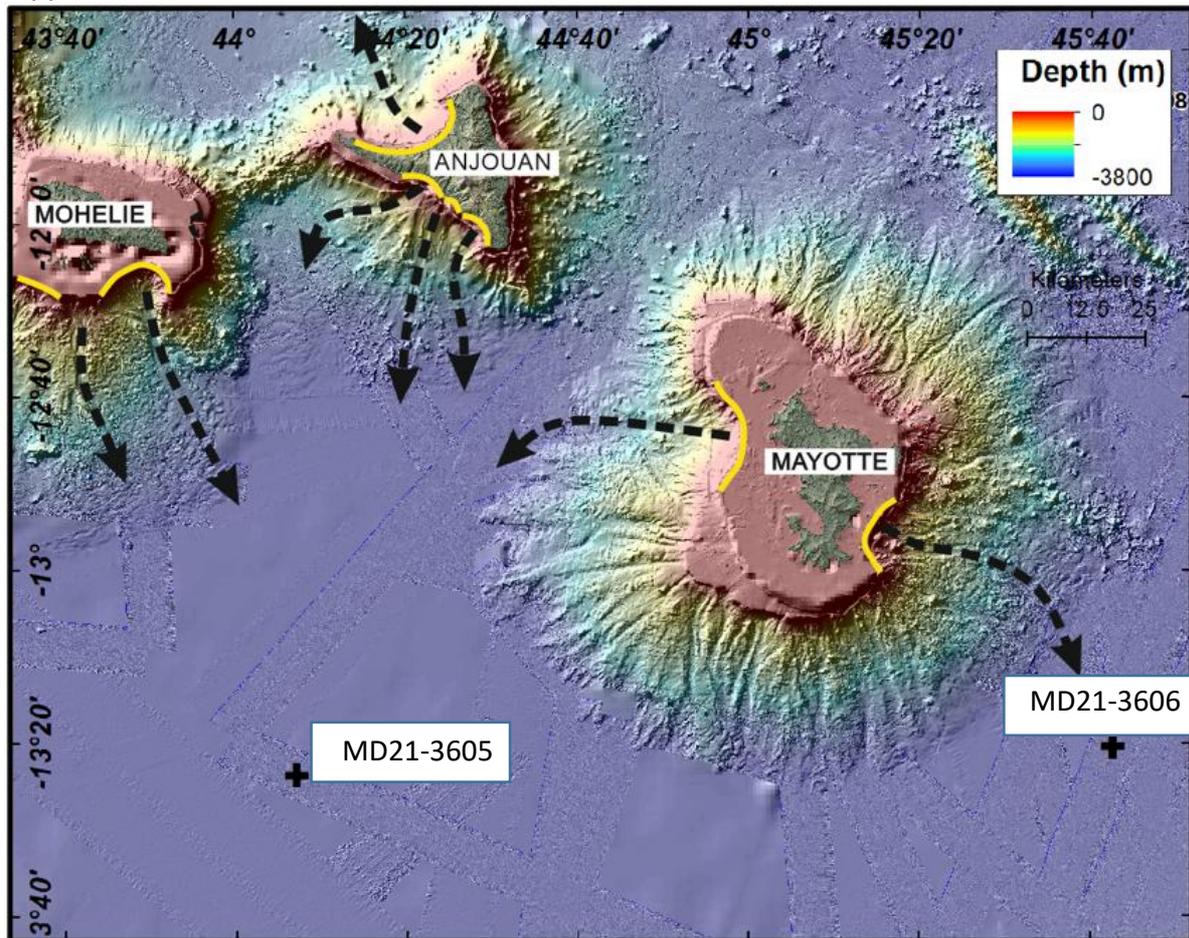


Figure 4 : Localisation des parties sub-aériennes des îles et des plateaux affectés par des glissements de grande dimension.

Les données sismiques très haute-résolution (THR) issues du SDS acquises ces dernières années autour des Comores (levés SHOM, campagnes MAYOBS et SISMAORE ; Feuillet et al., 2019, 2021, Paquet et al., 2019 ; Tzevahirtzian et al. 2021, Thinon et al., 2021) mettent en évidence la présence sur la plaine abyssale de corps sédimentaires lenticulaires à faciès chaotique de plusieurs kilomètres carrés à dizaines de kilomètres carrés et dont l'épaisseur peut dépasser la dizaine de mètres. Ils sont localisés aux pieds des pentes insulaires, au droit des dépressions et des larges canyons. Les plus récents ont une expression morphologique sur la bathymétrie, et les images de rétrodiffusion montrent clairement des linéaments divergents vers les zones distales (plaine abyssale).

L'imagerie sismique montre que ces lobes gravitaires sont intercalés dans une sédimentation plus régulière de plaine abyssale, qui a pu être prélevée par carottage lors de la campagne SISMAORE (Thinon et al., 2021). Cette sédimentation est caractérisée par des dépôts de vases hémipélagiques à foraminifères interstratifiés avec des épisodes turbiditiques métriques à infra-métriques carbonatés, volcaniques ou mixtes. Jusqu'à présent aucun dépôt massif issu de glissement de grande ampleur n'a pu être prélevé, seul le carottier CALYPSO du Marion Dufresne permettant d'atteindre ces dépôts.

A ce stade, nous ignorons donc (i) la nature des dépôts de lobes gravitaires massifs, (ii) leurs sources et (iii) leurs âges et la fréquence de ce type d'évènement à l'échelle des Comores.

Concernant l'évènement en tant que tel, plusieurs hypothèses peuvent être avancées et seront tranchées en fonction de la nature des dépôts associés :

- Nature volcanique prédominante : dépôts issus d'éruptions majeures subaériennes ou sous-marines, repris par les processus gravitaires sur la pente insulaire.

- Nature carbonatée prédominante : déstabilisations majeures de la pente et/ou de rebords de barrières récifales.

- Nature mixte volcano-carbonatée : éruption et déstabilisation des dépôts carbonatés de pente liée à l'éruption ou aux phénomènes sismologiques associés.

Nous souhaitons également améliorer notre connaissance de la récurrence de ces phénomènes d'ampleur en effectuant la datation des dépôts mixtes hémipélagiques-turbiditiques dans lesquels les lobes massifs s'intercalent.

Deux sites ont été choisis pour répondre aux questions restant en suspens :

- Le premier site MD21-3605 est situé au sud-ouest de Mayotte (Figure 4). Plusieurs corps gravitaires massifs ont été identifiés en profondeur sur la sismique THR (Figure 179). Cette partie du bassin des Comores est le réceptacle des dépôts provenant de Mayotte, Anjouan, et Mohéli. L'objectif technique est de traverser la pile sédimentaire à proximité, mais hors des dépôts gravitaires massifs épais. Il sera ainsi possible (i) de caractériser la nature de la sédimentation sur la plaine abyssale aux pieds de pentes insulaires sud-Comores, (ii) de dater ces dépôts via les analyses biostratigraphiques et isotopiques, et (iii) de déterminer la nature des dépôts gravitaires massifs en prélevant leur extrémité.

- Le deuxième MD21-3606 est situé au sud-est de Mayotte où un lobe gravitaire récent s'exprime à la fois dans la bathymétrie et l'imagerie (Figure 4 ; Figure 192) et montre une superficie de près de 2000 km² et une épaisseur comprise entre 5 et 10 m. L'imagerie montre également des linéaments pouvant indiquer que la zone est sous l'influence de dépôts en provenance de Madagascar. Le site MD21-3606 serait donc potentiellement localisé à la jonction des systèmes gravitaires mahorais et malgaches. Les données sismiques THR du SDS (Figure 192) du secteur n'offrent qu'une profondeur de pénétration réduite de l'ordre de 30 mstd (millisecondes temps-double). L'objectif est d'effectuer un carottage gravitaire court (10-25 m) pour prélever le lobe superficiel. Une zone propice a été identifiée sur la sismique SDS et permettrait, à minima, de collecter le lobe dans sa partie distale, de caractériser la nature des dépôts (volcaniques ou carbonatés).

Les sites de carottage MD21-3605 et MD21-3606 permettront de mieux caractériser les glissements massifs issus des pentes insulaires des Comores et de Mayotte. Il sera ainsi possible, en s'appuyant sur les données sismiques, d'évaluer les volumes impliqués dans ces évènements gravitaires et d'en estimer l'importance dans le système source-to-sink. Les volumes calculés et l'identification de l'origine (instabilité de pente et de rebord de barrière ou volcanisme) permettront également d'estimer le caractère potentiellement tsunamigène de ce type d'évènements. La confirmation des dépôts turbiditiques en provenance de Madagascar permettra de mieux comprendre l'architecture sédimentaire du bassin des

Comores. Les datations de la pile sédimentaire par analyses biostratigraphiques et isotopiques permettront de déterminer le temps de récurrence des déstabilisations associées et de fournir des informations clé dans l'évaluation des risques et aléas. Ces thématiques de compréhension du source-to-sink et de l'aléa sont développées au sein de l'ANR COYOTES, qui bénéficiera directement des données collectées par la campagne SCRATCH. L'ANR COYOTES participera au financement des analyses des carottes, qui viendront en complément des carottages effectués lors de la campagne SISMAORE

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Bathymétrie (SMF) et réflectivité : CHAPITRES 3 et 5
- Sondeur de Sédiment (SDS) : CHAPITRES 6
- Carottages : CHAPITRE 9

1.3.4 *Systèmes gravitaires carbonatés, une fenêtre sur les fluctuations climatiques et eustatiques passées*

Trois édifices de cette région constituent des plates-formes carbonatées isolées. Elles sont localisées au nord-est des Comores (bancs Zélée et Geyser) et au nord de Madagascar (archipel des Glorieuses). Lorsque que le toit d'une plate-forme carbonatée isolée de type banc ou atoll est submergé lors d'une remontée du niveau de la mer, il devient le siège d'une importante production de larges volumes de sédiments aragonitiques et calcitiques magnésiens dont l'excès est exporté sous forme de panaches et de dépôts gravitaires dans le bassin océanique adjacent (e.g., Droxler & Schlager, 1985). Des travaux récents ont montré que les fenêtres de ré-ennoiement du toit des plates-formes carbonatées qui contribuent à une reprise instantanée de la production sédimentaire correspondent principalement aux terminaisons glaciaires (Jorry et al., 2010). Les ré-ennoiements successifs d'une plate-forme (calés sur les cycles de Milankovitch à 100 000 ans) sont détectables par le biais de l'étude des fréquences des dépôts gravitaires et des fluctuations de la teneur en aragonite des sédiments exportés vers le bassin océanique adjacent (Andresen et al., 2003 ; Counts et al., 2019 ; Droxler and Schlager, 1985 ; Jorry et al., 2008, 2010, 2020). Les observations pour les quatre derniers cycles climatiques montrent clairement que les variations du niveau marin au toit des plateformes carbonatées et les accumulations de turbidites dans les bassins adjacents sont liées à deux paramètres fondamentaux (Jorry et al., 2010) : la bathymétrie au toit des plates-formes contrôle la production carbonatée peu profonde, et l'amplitude des variations du niveau marin détermine les fenêtres temporelles d'ennoiement et d'exposition des plates-formes (Figure 5).

Les séquences sédimentaires déposées le long des systèmes gravitaires permettent donc d'étudier les fluctuations climatiques et eustatiques du Quaternaire terminal, à des résolutions proches du millénaire. Une des principales motivations pour étudier les bassins sédimentaires localisés à l'aplomb des Glorieuses et du banc du Geyser consiste à comprendre et à quantifier les liens qui peuvent exister entre les processus de production et de transport sédimentaire sur les plates-formes et les transferts de sédiment (calciturbidites) vers le domaine océanique adjacent. Le site des Glorieuses a déjà fait l'objet d'un bilan sédimentaire pour l'Holocène, à partir d'enregistrements sédimentaires proche de la dizaine de mètres de longueur (campagne PAMELA-MOZ01, carotte MOZ01-KS04, cf. Jorry et al., 2020).

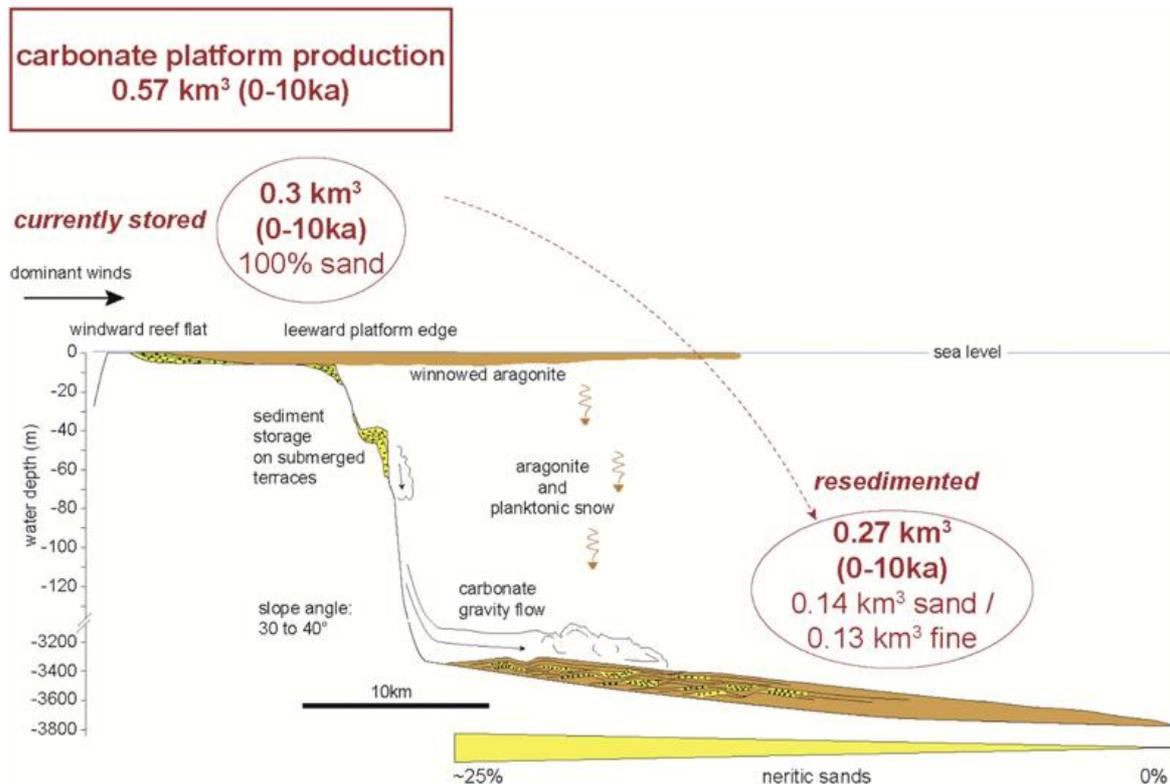


Figure 5 : Schéma illustrant le partitionnement des volumes de sédiments à Glorieuses depuis le dernier ré- ennoisement de la plate-forme. Les estimations montrent que la plate-forme a produit $0,57 \text{ km}^3$ de sédiment, avec $0,3 \text{ km}^3$ actuellement stockés sur la plate-forme, et $0,27 \text{ km}^3$ qui ont été exportés vers la pente et le bassin adjacent (d'après Jorry et al. 2020).

Une carotte longue de type Calypso (MD21-3609) prélevée au même endroit apporterait une contrainte temporelle longue (proche du million d'années) pour comprendre et quantifier les transferts dans le bassin des Glorieuses, notamment dans le bassin nord (MD21-3598), où aucune information n'existe encore. Ces deux sites de carottages Calypso que nous avons sélectionnés aux Glorieuses avaient été identifiés pour la campagne REEFCORES, annulée en 2020.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Sondeur de Sédiment (SDS) : CHAPITRES 6
- Bathymétrie (SMF) et réflectivité : CHAPITRES 3 et 5
- Carottages : CHAPITRE 9

1.3.5 Évolution du dipôle de l'océan Indien au cours du Pléistocène

L'objectif principal de la mission DIPOMOISS, qui a récemment été reportée, est de prélever une série de carottes de sédiments marins dans le centre et l'est de l'océan Indien tropical afin d'étudier l'évolution du Dipôle de l'Océan Indien au cours du Pléistocène (DOI, Figure 6).

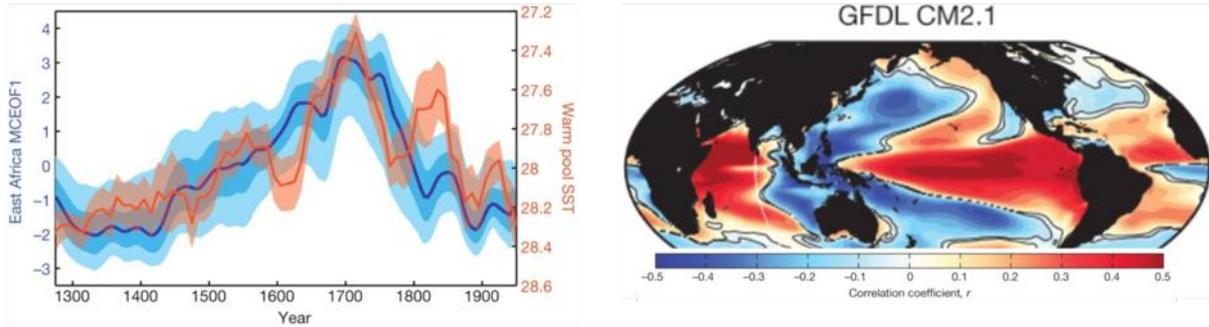


Figure 6 : Gauche : Relation temporelle entre les températures de l'océan de surface dans le secteur indonésien (rouge) et les précipitations en Afrique est-équatoriale (bleu). Droite : corrélation spatiale entre les précipitations et les températures océaniques.

Les variations interannuelles des phases du DOI, elles-mêmes induites par des changements dans les gradients de température zonale, permettent d'expliquer l'évolution des précipitations en Afrique de l'Est au cours des derniers siècles (Tierney et al., 2013 ; Figure 6). Des études récentes indiquent que cette variabilité a été fortement accrue pendant le Dernier Maximum Glaciaire (DMG, Thirumalai et al., 2019), et une théorie émergente suggère l'existence d'un El Niño dans l'océan Indien, analogue à celui observé dans l'océan Pacifique équatorial, mais cette hypothèse doit encore être vérifiée (Abram et al., 2020). Des modélisations récentes suggèrent que la variabilité future du DOI pourrait entraîner des fluctuations régionales sans précédent de la température et des précipitations dans la zone d'étude (DiNezio et al., 2020). Il est donc essentiel de reconstituer les changements passés du DOI dans des contextes climatiques contrastés afin d'évaluer comment il pourrait être sensible aux fluctuations du climat global et aux rétroactions internes du système (Braconnot et al., 2012). Les nouveaux sites de carottage effectués au cours de cette campagne ajouteront des sites complémentaires à ceux envisagés dans DIPOMOISS situés dans le secteur occidental du bassin Indien.

Comparer les données paléocéanographiques générées à partir de carottes sédimentaires dans l'Est de l'océan Indien équatorial forés durant DIPOMOISS avec des enregistrements analogues dans le secteur ouest de l'océan Indien équatorial (cette proposition, Figure 6) nous permettra de reconstruire les différents modes et l'intensité du DOI au cours de l'Holocène et du Pléistocène. La zone située au nord-est de Madagascar est idéale pour confirmer si les observations paléocéanographiques et paléoclimatiques autour de l'archipel indonésien feront le pendant de celles observées dans la région nord de Madagascar.

Les sites de carottage que nous avons choisis sont idéalement situés en marge de la zone de variabilité de l'ouest de l'océan Indien qui caractérise les renversements de gradient de température avec l'est et détermine ainsi les modes du DOI (i.e. températures devenant plus chaudes dans le secteur ouest lors des événements DOI positifs, et plus froides lors des événements DOI négatifs). Ces sites permettront ainsi de tracer la variabilité du bord ouest du DOI à l'échelle des cycles glaciaires-interglaciaires et aux échelles suborbitales (Wang et al., 2013). Les sites sont situés sous le vent de la ceinture des alizés, ce qui assure une concentration élevée en biomarqueurs terrestres (*n*-alcanes), permettant des analyses isotopiques pour reconstruire la variabilité du cycle hydrologique et du couvert végétal au nord-ouest de Madagascar. D'autre part, la productivité primaire permet aussi de tracer le paléo dipôle Indien grâce au lien qu'il a avec la variabilité des vents et l'impact de ces derniers sur la profondeur de la couche de mélange (Beaufort et al., 2001). Nous envisageons de croiser des analyses en géochimie organique (alcénones et *n*-alcanes) avec des analyses

micropaléontologiques. Ainsi, nous étudierons les cycles hydrologiques, les températures de l’océan de surface à partir des alcénones et du Mg/Ca des foraminifères, et la dynamique de l’interface océan- atmosphère.

Les sites visés pour des carottages sont prévus pour échantillonner à haute résolution des intervalles de temps divers, tels que des sites proximaux (MD21-3607 et 3608, Figure 9) ainsi que des sites à plus faibles taux de sédimentation (MD21-3601 et 3604, Figure 9). Ces sites permettront d’effectuer des analyses sur des sédiments datant de l’Holocène jusqu’à potentiellement au moins un million d’années.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Sondeur de Sédiment (SDS) : CHAPITRES 6
- Bathymétrie (SMF) et réflectivité : CHAPITRES 3 et 5
- Carottages : CHAPITRE 9

1.3.6 Caractérisation des foraminifères planctoniques

Les faunes de foraminifères planctoniques sont utilisées par les paléocéanographes pour les reconstructions de paléotempérature et de paléoproduktivité. Historiquement, les faunes de foraminifères des sédiments de surface et de la colonne d’eau de l’océan Indien ont été étudiées depuis les années 1970 (Bé & Hutson, 1977). Ces jeux de données ont été utilisés pour le développement de la méthode des analogues pour les reconstructions paléoenvironnementales (Hutson, 1977). Paradoxalement les comptages sur des faunes extraites de la colonne d’eau depuis ces campagnes des années 1960 sont beaucoup plus rares. Dans le cadre du projet de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité FORCIS (Foraminiferal Response to Climatic Stressors) 2019-2022, l’équipe coordonnée par le CEREGE compile toutes les données existantes d’abondance et diversité de foraminifères planctoniques vivants, pour déterminer les préférences écologiques et la réponse des faunes de foraminifères aux changements environnementaux récents (Figure 7 ; de Garidel-Thoron et al, soumis). La campagne SCRATCH permet de compléter le jeu de données de l’océan Indien ouest, région très sous échantillonnée dans la base de données (n=180 000 échantillons) depuis les années 1980, et fournir un référentiel pour les études paléocéanographiques de la campagne.

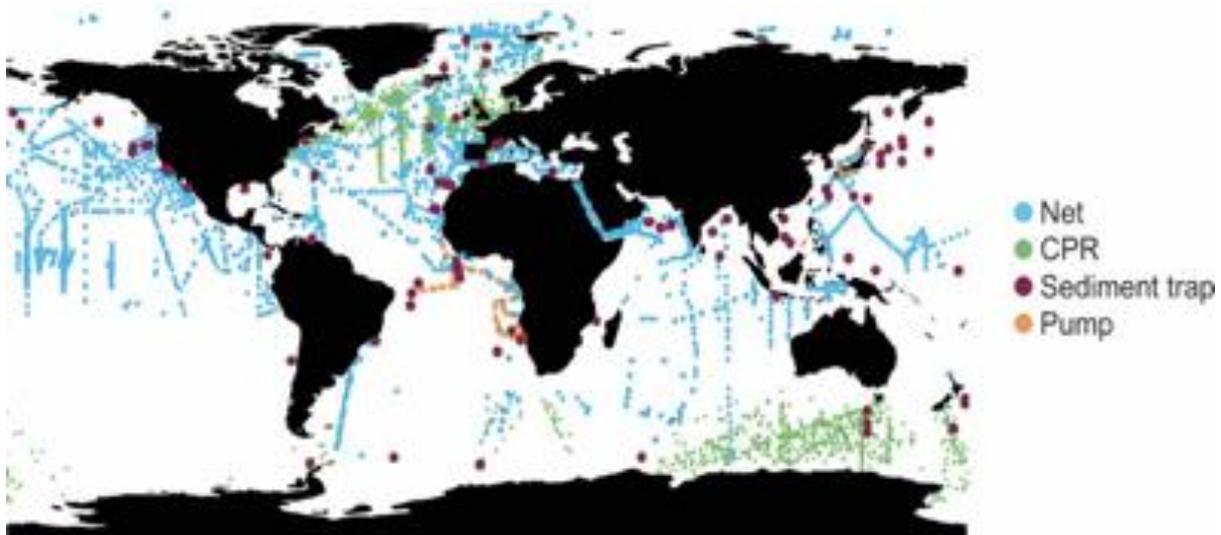


Figure 7 : Carte de distribution des échantillons de faunes de foraminifères compilées par le projet FORCIS (de Garidel-Thoron et al, soumis).

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Filet à plancton : CHAPITRE 7

1.3.7 Biologie, écologie et évolution du phytoplancton

Le séquençage haut-débit de « codes-barres » ADN de l'ensemble des microorganismes au sein d'échantillons d'eau prélevés en milieu naturel devient une méthode appliquée de manière routinière en océanographie. Le déluge de données en génomique environnementale issu de cette nouvelle approche montre que les eucaryotes unicellulaires sont beaucoup plus divers qu'on ne le pensait. Or ces études sont très sévèrement limitées par le fait que la majorité des séquences environnementales ne correspondent à aucune séquence de référence associée à un phénotype et une taxonomie. La plupart du phytoplancton, le groupe polyphylétique de micro-organismes photosynthétiques qui joue un rôle central dans les cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire, n'est tout simplement pas décrite. Le projet ANR PHENOMAP (2021-2024) propose de combler cette 'lacune phénotypique' par une description morpho-génétique détaillée d'espèces de phytoplancton marin pour lesquelles il n'existe pas actuellement des données de référence. Trois approches complémentaires seront employées pour atteindre cet objectif : (1) la mise en culture ex situ et la caractérisation de nouvelles souches vivantes (qui seront ensuite disponibles pour la communauté scientifique via la Collection de Cultures de Roscoff : www.roscoff-culture-collection.org) ; (2) la caractérisation morpho-génétique de cellules non-cultivables isolées (approche « single-cell ») ; (3) l'utilisation de l'hybridation fluorescente in-situ (FISH) pour cibler et caractériser morphologiquement des lignées génétiques cryptiques. Les résultats du projet PHENOMAP apporteront une valeur ajoutée considérable aux bases de données intégrées qui permettent d'interpréter les données de génomique environnementale et ainsi comprendre la biologie, l'écologie, et l'évolution du phytoplancton. L'océan Indien est une région particulièrement pertinente pour collecter des échantillons pour ce projet car : (1) la diversité du phytoplancton est bien plus importante dans les zones tropicales/sub-tropicales que dans les eaux tempérées ou polaires, et (2) le phytoplancton de cette zone a très peu été étudié jusqu'à présent, augmentant les chances de découvrir de la diversité nouvelle.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- Filet à plancton et CTD : CHAPITRE 7

1.3.8 Rôle des îles sur l'environnement océanique : effet naturel et contribution à l'anthropisation du milieu marin

La planète dans son ensemble connaît des perturbations environnementales majeures, liées à l'Homme. L'océan est l'unité fonctionnelle de la planète qui a subi le plus de dégradations, étant le réceptacle ultime des émissions anthropiques de carbone depuis le début de l'ère industrielle, mais aussi le principal réceptacle des pollutions organiques, agricoles et industrielles. Le milieu marin est à l'origine de la vie sur la Terre et abrite l'ensemble des phylums présents sur les terres émergées et des phylums qui lui sont propres. L'océan constitue une ressource fondamentale pour le développement des sociétés humaines et produit les principales sources de protéines animales quotidiennes de 20 % de la population mondiale, en particulier dans les petits états insulaires en développement de la ceinture intertropicale. Les dégradations importantes que l'océan mondial subit depuis 150 ans contribuent à l'érosion de la biodiversité, à la modification des processus de régulation du climat mondial et conduisent à des pertes de biens et de services essentiels pour le développement de la population mondiale.

Halpern et al. (2008, 2015), dans un suivi à long terme de la qualité des écosystèmes marins et côtiers à l'échelle mondiale basée sur 17 descripteurs, ont montré qu'aucune région de l'océan mondial n'était épargnée par les perturbations liées aux activités humaines, que

41 % des écosystèmes marins étaient fortement affectés par l'activité humaine et que, sur 5 ans, les tendances s'étaient amplifiées dans 66 % des régions océaniques. Dans les différents écosystèmes marins, les écosystèmes côtiers sont parmi les plus impactés par les activités humaines, alors que les écosystèmes océaniques du large sont moins perturbés. Ces études ont aussi mis en évidence que les perturbations comme le changement climatique, la surexploitation des stocks et la destruction physique des habitats associées à la pêche industrielle ont des impacts globaux sur l'océan mondial, alors que les pollutions liées aux activités humaines terrestres comme l'agriculture et l'urbanisation présentent des impacts plus localisés, mais dont les effets cumulés sont aussi importants que les perturbations globales à l'échelle de la planète. En outre, ces impacts locaux se concentrent sur les zones côtières et les plateaux continentaux, à l'interface entre le milieu terrestre et marin.

Les îles océaniques sont des environnements particuliers, présentant des caractéristiques géomorphologiques différentes liées à leur histoire géologique et des niveaux de développement et d'anthropisation différents liés à leur histoire de colonisation par l'Homme. Elles constituent des discontinuités dans le milieu hauturier homogène, générant ainsi des processus favorisant la production océanique et la rétention des organismes en aval du flux dominant, connu sous le terme d'effet de masse insulaire (Doty & Oguri 1956 ; Bakun 2006). Ces îles sont généralement caractérisées par un plateau insulaire de taille réduite, qui entraîne une grande proximité entre les écosystèmes côtiers et hauturiers. Cette situation favorise les échanges de matière et d'énergie entre la côte et le large, et ces échanges naturels contribuent au bon fonctionnement de ces systèmes particuliers. Ces écosystèmes sont aussi caractérisés par des communautés biologiques et des processus propres à chacun, naturellement enrichis par les échanges avec le milieu adjacent. Les monts sous-marins constituent également des discontinuités dans l'environnement océanique et peuvent s'apparenter à des îles dont le sommet n'émerge pas.

L'objectif général de ce volet de la campagne SCRATCH est de mieux comprendre l'impact des îles océaniques et monts sous-marins, en milieu tropical, sur l'exportation de matière et de nutriments vers le milieu hauturier et les conséquences sur le fonctionnement et l'anthropisation des écosystèmes marins.

Dans le cadre de cette mission, le travail se focalise sur le mont La Pérouse, l'archipel des Glorieuses, les bancs Zélée et Geyser et Mayotte. Il s'agit (1) d'étudier si un signal insulaire ou lié au monts sous-marins peut se détecter dans le milieu hauturier et jusqu'à quelle distance ; (2) de déterminer si les différences de géomorphologie entre les sites étudiés influencent le signal ; (3) de confirmer qu'un signal lié aux activités humaines peut se détecter dans le signal insulaire, en comparant l'île de Mayotte qui est habitée et en plein développement à celle de la Grande Glorieuse qui est quasi inhabitée.

Enfin, pendant le trajet, des stations hydrologiques ont été réalisées entre La Réunion et Mayotte afin de contribuer à la caractérisation des masses d'eau et dans un effort de développement des isoscapes dans le sud-ouest de l'océan Indien. L'ensemble des stations a été choisi dans les zones économiques exclusives françaises.

Acquisitions réalisées pendant la campagne SCRATCH pour répondre à ces objectifs :

- CTD : CHAPITRE 7

1.4 Programmes de rattachement et collaborations

Le projet de la campagne SCRATCH est rattaché à sept programmes scientifiques d'envergure nationale et internationale :

- ◆ L'ANR COYOTES : « COmoros & maYotte: vOlcanism, TEctonics and Seismicity », **2020-2024.**
- ◆ L'ANR PHENOMAP : « Combler la lacune phénotypique chez le phytoplancton océanique », **2021-2024.**
- ◆ L'ANR iMonsoon : « Monsoon forcings and feedbacks in a warm climate state », **2016-2021.**
- ◆ Le projet FRB COCCACE : « les COCCcolithophores et l'ACidification océanique », **2017-2020.**
- ◆ Les programmes de l'INSU LEFE/EC2CO CHEMICAL et LEFE IndSO **2021-2022.**
- ◆ Le projet international Interreg HATARI, financé par la région Réunion et l'Europe **2021-2024.**

Ces programmes ont permis de financer une partie des préparatifs de la mission et des billets d'avion. Une partie des analyses des échantillons collectés lors de la campagne SCRATCH sera également pris en charge par ces programmes. Une demande de soutien post-campagne a par ailleurs été soumise à l'appel d'offre INSU correspondant. Cette demande a été acceptée.

Dans ce contexte, **huit thèses actuellement en cours** bénéficient des données collectées lors de cette campagne :

Nom	Laboratoire	Financement	Données utilisés / traitement et analyses
Pierre Boymond	IPGP-BRGM-UCA	ANR-COYOTES	Données bathymétrique, SDS - Géodynamique
Charles Masquelet	ISTeP-EOST	ANR-COYOTES	Données magnétiques-gravimétriques - Géodynamique des Comores
Anaïs Rusquet	LGSR-IPGP	ANR COYOTES	Échantillons de roche - pétrologie - géochimie - datations. Age et origine du volcanisme de Comores
Elise Luciani	CEREGE	LEFE/EC2CO CHEMICAL	Géochimie organique des sédiments marins
Tristan Lacombe	LMV-UCA-OPGC	ED-SF UCA	Échantillons de roches - Volcanologie - Pétrologie - Volcanisme de Mayotte
Michael Adebayo	CEREGE	LEFE IndSO	Foraminifères planctoniques
Majd Habib	CEREGE	FRB COCCACE Cocolithes	Analyse des prélèvements d'eau
Guillaume Chandelier	Univ. La Réunion ENTROPIE	Université de La Réunion	Analyse des prélèvements d'eau- Effet d'île sur le milieu océanique

Tableau 1: Thèses en cours qui bénéficieront de données et des prélèvements de la campagne SCRATCH.

Deux sujets de thèses supplémentaires sont prévus : l'un sera déposé à la rentrée 2021 et l'autre est déjà déposé :

- Thèse CNRS (CEREGE) & University of Arizona new International Research Center (IRC) - projet déposé, core-tops et séquences sédimentaires - Clara Bolton, Guillaume Leduc et Thibault de Garidel
- Thèse Ifremer, projet à déposer en septembre 2021 : systèmes gravitaires des plates-formes carbonatés des Glorieuses et des Comores, relations avec le volcanisme des îles. Projet en collaboration avec EPOC et le BRGM - Stephan Jorry, Fabien Paquet et Sébastien Zaragosi

2 Opérations réalisées et cartes produites

Les transits aller/retour La Réunion-zone d'étude de SCRATCH ont été valorisés par l'acquisition SMF en ZEE française (aucune acquisition n'a été faite en ZEE malgache, Figure 8). Les acquisitions réalisées dans le nord du canal du Mozambique sont présentées en Figure 9. Les phases d'acquisition et les prélèvements sont résumés dans les Tableaux 2 à Tableau 6.

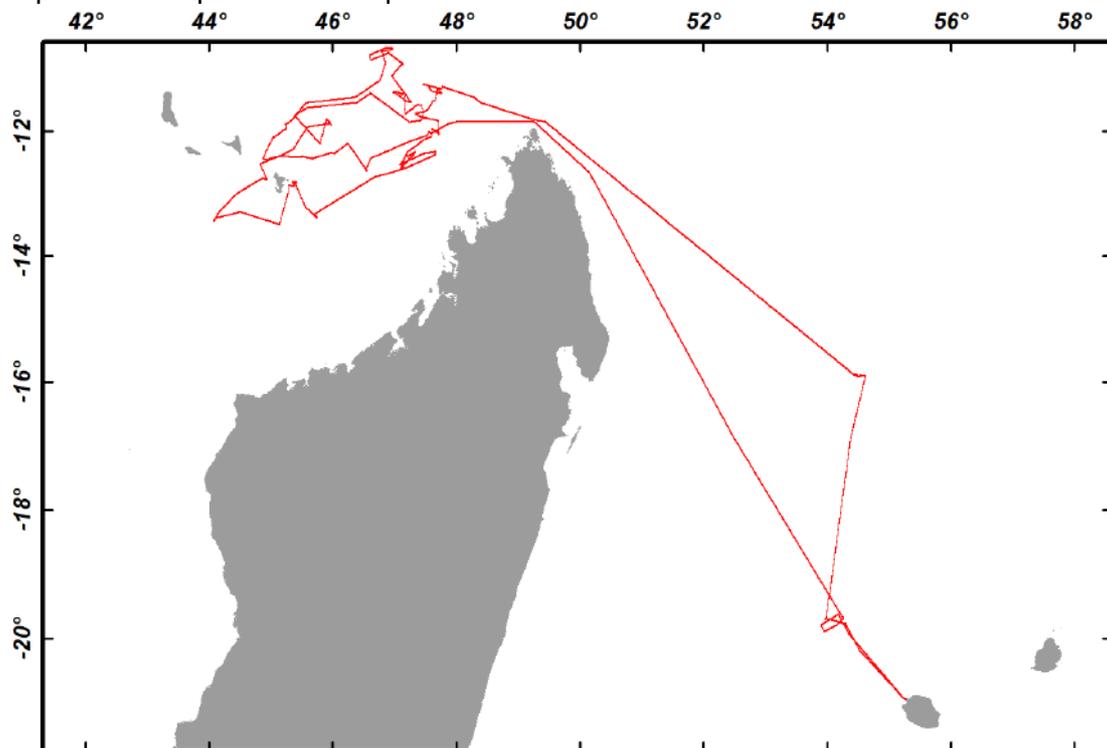


Figure 8 : Route de SCRATCH avec le transit La Réunion/La Réunion.

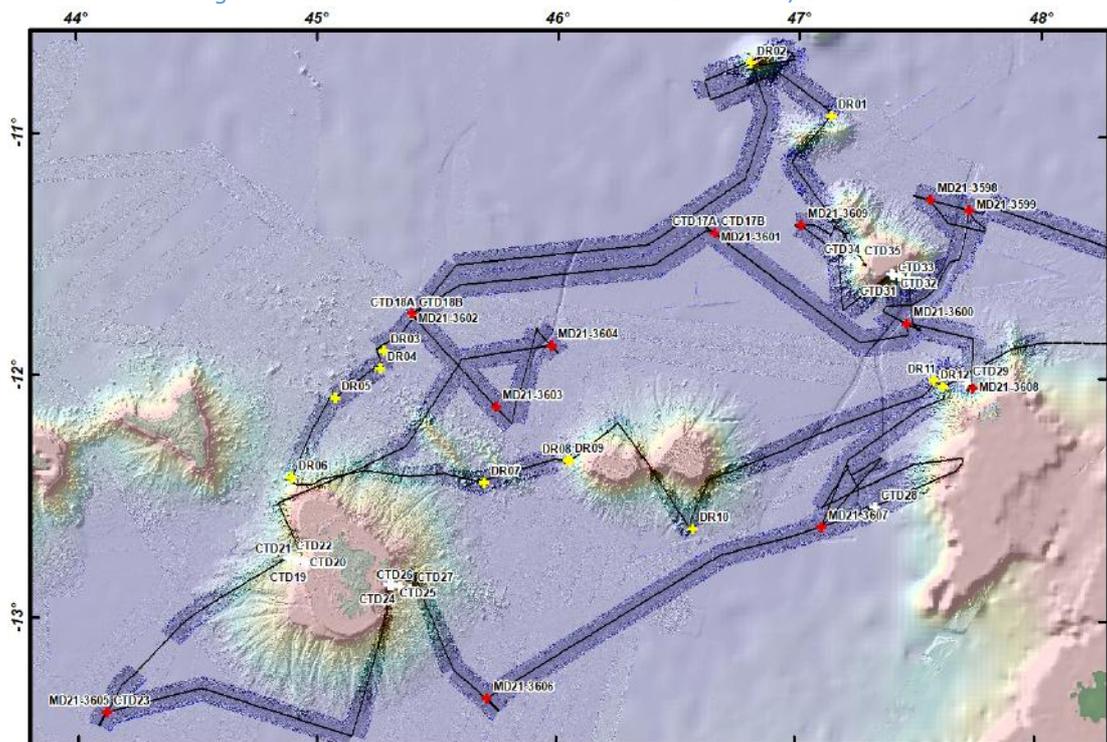


Figure 9 : Détail de la route d'acquisition dans le nord du Canal du Mozambique pendant SCRATCH, avec les profils et prélèvements effectués (carottes, dragues, CTDs, filets).

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station Name	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Water Depth max profile (m)
CTD Station 1	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	Jul 01 20	200
CTD Station 2	-19.77417	54.30483	19° 46.45 S	54° 18.29 E	Jul 01 20	101
CTD Station 3	-19.74633	54.20117	19° 44.78 S	54° 12.07 E	Jul 01 20	103
CTD Station 4	-19.73017	54.14617	19° 43.81 S	54° 08.77 E	Jul 01 20	53
CTD Station 5	-19.71883	54.09717	19° 43.13 S	54° 05.83 E	Jul 01 20	121
CTD Station 6	-19.69600	53.99633	19° 41.76 S	53° 59.78 E	Jul 01 20	201
CTD Station 7	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	Jul 02 20	201
CTD Station 8	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	Jul 02 20	201
CTD Station 9	-15.90067	54.60167	15° 54.04 S	54° 36.10 E	Jul 02 20	121
CTD Station 10	-15.89750	54.57850	15° 53.85 S	54° 34.71 E	Jul 02 20	120
CTD Station 11	-15.89467	54.55900	15° 53.68 S	54° 33.54 E	Jul 02 20	121
CTD Station 12	-15.89367	54.55050	15° 53.62 S	54° 33.03 E	Jul 02 20	121
CTD Station 13	-15.87233	54.43167	15° 52.34 S	54° 25.90 E	Jul 03 20	121
CTD Station 14	-15.88067	54.47217	15° 52.84 S	54° 28.33 E	Jul 03 20	122
CTD Station 15	-15.88550	54.49900	15° 53.13 S	54° 29.94 E	Jul 03 20	121
CTD Station 16	-15.89000	54.50950	15° 53.40 S	54° 30.57 E	Jul 03 20	101
CTD Station 17A	-11.41067	46.65117	11° 24.64 S	46° 39.07 E	Jul 06 20	220
CTD Station 17B	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	Jul 06 20	170
CTD Station 18A	-11.74950	45.39500	11° 44.97 S	45° 23.70 E	Jul 07 20	209
CTD Station 18B	-11.74950	45.39500	11° 44.97 S	45° 23.70 E	Jul 07 20	155
CTD Station 19	-12.77900	44.95467	12° 46.74 S	44° 57.28 E	Jul 09 20	143
CTD Station 20	-12.77300	44.94150	12° 46.38 S	44° 56.49 E	Jul 09 20	145
CTD Station 21	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	Jul 09 20	147
CTD Station 22	-12.75900	44.88017	12° 45.54 S	44° 52.81 E	Jul 09 20	175
CTD Station 23	-13.39500	44.11983	13° 23.70 S	44° 07.19 E	Jul 09 20	174
CTD Station 24	-12.86950	45.29950	12° 52.17 S	45° 17.97 E	Jul 10 20	119
CTD Station 25	-12.87083	45.31533	12° 52.25 S	45° 18.92 E	Jul 10 20	126
CTD Station 26	-12.87850	45.34350	12° 52.71 S	45° 20.61 E	Jul 10 20	124
CTD Station 27	-12.88717	45.38833	12° 53.23 S	45° 23.30 E	Jul 10 20	124
CTD Station 28	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	Jul 11 20	178
CTD Station 29	-12.02333	47.70233	12° 01.40 S	47° 42.14 E	Jul 12 20	149
CTD Station 30	-11.59283	47.46000	11° 35.57 S	47° 27.60 E	Jul 12 20	149
CTD Station 31	-11.58417	47.42267	11° 35.05 S	47° 25.36 E	Jul 12 20	119
CTD Station 32	-11.57883	47.39667	11° 34.73 S	47° 23.80 E	Jul 12 20	125
CTD Station 33	-11.57633	47.38683	11° 34.58 S	47° 23.21 E	Jul 12 20	120
CTD Station 34	-11.52233	47.20717	11° 31.34 S	47° 12.43 E	Jul 13 20	159
CTD Station 35	-11.53017	47.24667	11° 31.81 S	47° 14.80 E	Jul 13 20	129

Tableau 2: Résumé des opérations principales de la campagne SCRATCH, Prélèvements par CTD

Station Name	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Depths (m)
SPS Station 1	-11.53017	47.24667	11 31.81 S	47 14.80 E	July 13 2021	Surface
SPS Station 2	-11.53700	47.27133	11 32.22 S	47 16.28 E	July 13 2021	Surface
SPS Station 3	-12.19950	46.25933	12 11.97 S	46 15.56 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 4	-12.37217	46.38667	12 22.33 S	46 23.20 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 5	-12.63867	46.56100	12 38.32 S	46 33.66 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 6	-12.01433	47.56733	12 00.86 S	47 34.04 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 7	-12.03917	47.60950	12 02.35 S	47 36.57 E	July 19 2021	Surface
SPS Station 8	-19.58967	54.20467	19 35.38 S	54 12.28 E	July 21 2021	Surface

Tableau 3: Résumé des opérations principales de la campagne SCRATCH, Prélèvements de surface

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station Name	CTD	net	Mesh size (μ)	day or night	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Water Depth max (m)	Institute
St1	CTD1	St1_net1	100	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	50	CEREGE
St1	CTD1	St1_net2	100	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	CEREGE
St5	CTD5	St5_net1	20	day	-19.71833	54.00967	19° 43.1 S	54° 00.58 E	1	ROSCOFF
St6	CTD6	St6_net1	100	night	-19.69600	53.99617	19° 41.76 S	53° 59.77 E	50	CEREGE
St6	CTD6	St6_net2	100	night	-19.69600	53.99617	19° 41.76 S	53° 59.77 E	200	CEREGE
St7	CTD7	St7_net1	100	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	50	CEREGE
St7	CTD7	St7_net2	100	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	200	CEREGE
St7	CTD7	St7_net3	64	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	1	ROSCOFF
St7	CTD7	St7_net4	10	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	1	ROSCOFF
St8	CTD8	St8_net1	100	night	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	50	CEREGE
St8	CTD8	St8_net2	100	night	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	200	CEREGE
St16	CTD16	St16_net1	20	night	-15.88833	54.50833	15° 53.3 S	54° 30.5 E	1	ROSCOFF
St16	CTD16	St16_net2	10	night	-15.88833	54.50833	15° 53.3 S	54° 30.5 E	1	ROSCOFF
SC01	MD21-3598	SC01_net1	20	day	-11.26866	47.54703	11° 16.1194 S	47° 32.8219 E	1	ROSCOFF
SC01	MD21-3598	SC01_net2	5	day	-11.26866	47.54703	11° 16.1194 S	47° 32.8219 E	1	ROSCOFF
SC02	MD21-3599	SC02_net1	20	day	-11.30984	47.70864	11° 18.5906 S	47° 42.5182 E	1	ROSCOFF
SC02	MD21-3599	SC02_net2	5	day	-11.30984	47.70864	11° 18.5906 S	47° 42.5182 E	1	ROSCOFF
SC03	MD21-3600	SC03_net1	20	day	-11.78004	47.45384	11° 46.8026 S	47° 27.2305 E	1	ROSCOFF
SC03	MD21-3600	SC03_net2	5	day	-11.78004	47.45384	11° 46.8026 S	47° 27.2305 E	1	ROSCOFF
St17	CTD17	St17_net1	100	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	50	CEREGE
St17	CTD17	St17_net2	100	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	200	CEREGE
St17	CTD17	St17_net3	20	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	1	ROSCOFF
St17	CTD17	St17_net4	5	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	1	ROSCOFF
	MD21-3603	_net1	20	day	-12.13339	45.74670	12° 8.0032 S	45° 44.8019 E	1	ROSCOFF
	MD21-3603	_net2	5	day	-12.13339	45.74670	12° 8.0032 S	45° 44.8019 E	1	ROSCOFF
St21	CTD21	St21_net1	100	day	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	50	CEREGE
St21	CTD21	St21_net2	100	day	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	200	CEREGE
St23	CTD23	St23_net1	100	day	-13.39533	44.11983	13° 23.72 S	44° 07.19 E	57	CEREGE
St23	CTD23	St23_net2	100	day	-13.39533	44.11983	13° 23.72 S	44° 07.19 E	200	CEREGE
St27	CTD27	St27_net1	20	day	-12.88633	45.38767	12° 53.18 S	45° 23.26 E	1	ROSCOFF
St28	CTD28	St28_net1	20	day	-12.54007	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St28	CTD28	St28_net2	5	day	-12.54007	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net1	100	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	50	CEREGE
St29	CTD29	St29_net2	100	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	200	CEREGE
St29	CTD29	St29_net3	20	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net4	20	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net5	10	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net1	5	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net2	20	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net3	20	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St36	DR01	St36_net1	20	day	-10.92599	47.13550	10° 55.5591 S	47° 08.1302 E	1	ROSCOFF
St36	DR01	St36_net2	20	day	-10.92599	47.13550	10° 55.5591 S	47° 08.1302 E	1	ROSCOFF
St37	DR02	St37_net1	20	night	-10.70783	46.79668	10° 42.4696 S	46° 47.8010 E	1	ROSCOFF
St37	DR02	St37_net2	20	night	-10.70783	46.79668	10° 42.4696 S	46° 47.8010 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net1	20	day	-11.90367	45.27633	11° 54.22 S	45° 16.58 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net2	20	day	-11.90367	45.27633	11° 54.22 S	45° 16.58 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net3	20	night	-11.90018	45.26427	11° 54.011 S	45° 15.856 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net4	20	night	-11.90018	45.26427	11° 54.011 S	45° 15.856 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net1	20	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net2	20	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net3	5	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net1	5	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net2	5	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net3	20	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net4	20	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net1	5	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net2	5	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net3	20	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net4	20	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net5	20	day	-12.35630	46.04958	12° 21.378 S	46° 2.975 E	1	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net1	10	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net2	5	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net3	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	CEREGE
St42	DR10	St42_net4	10	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net5	5	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net6	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	CEREGE
St42	DR10	St42_net7	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	50	CEREGE
St42	DR10	St42_net8	20	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	1	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net9	20	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net5	5	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net5	5	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net20	20	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net20	20	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St44	-	St44_net1	64	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net2	20	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net3	10	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net4	5	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net5	5	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	CEREGE

Tableau 4: Résumé des filets à plancton réalisés lors de la campagne SCRATCH

	Début		Fin		durée totale	durée drague
	Lat.	Long.	Lat.	Long.		
DR01	-10.925907	47.1335817	-10.92611	47.139023	11:16	04:08
DR02	-10.707827	46.7966833	-10.710408	46.8039367	04:29	01:47
DR03	-11.903667	45.2763333	-11.900183	45.2642667	07:00	03:36
DR04	-11.97592	45.2643283	-11.972843	45.26046	05:21	02:05
DR05	-12.098382	45.0746733	-12.098158	45.0650867	06:29	03:04
DR06	-12.426193	44.8920317	-12.433467	44.8896033	04:48	01:45
DR07	-12.4455	45.69755	-12.440868	45.6877983	05:54	02:35
DR08	-12.355032	46.0515	-12.3563	46.0495833	-	03:36
DR09	-12.353767	46.0467733	-12.358045	46.0466717	06:00	02:11
DR10	-12.634833	46.568	-12.637667	46.5618167	04:59	01:59
DR11	-12.014708	47.5664233	-12.015888	47.5749317	05:15	02:28
DR12	-12.03867	47.6065	-12.03911	47.609103	06:03	02:49

Tableau 5: Résumé des dragues de la campagne SCRATCH

Core Name	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Water Depth (m)	Site	Tube length (m)	Core length (m)	Recovery rate (%)	Coring device
MD21-3598	-11.2687	47.5470	11°16.1194S	47°32.8219E	3913	NE Glorieuses	25.87	24.96	96	Calypso
MD21-3599	-11.3098	47.7086	11°18.5906S	47°42.5182E	3960	Chenal Nord-Est Glorieuses	36.29	35.2	97	Calypso
MD21-3600	-11.7800	47.4538	11°46.8026S	47°27.2305E	3782	Chenal Sud Glorieuses	46.38	44.4	96	Calypso
MD21-3601	-11.4110	46.6506	11°24.6614S	46°39.0340E	3735	Bassin Est Glorieuses	52.48	51.7	99	Calypso
MD21-3602	-11.7492	45.3933	11°44.9526S	45°23.5991E	3413	Champ volcanique de Mwezi	36.29	32.5	90	Calypso
MD21-3603	-12.1334	45.7467	12°8.0032S	45°44.8019E	3498	Nord ride des Jumelles	25.7	23.6	92	Calypso
MD21-3604	-11.8781	45.9764	11°52.6870S	45°58.5820E	3544	Chenal des Jumelles	36.29	34.95	96	Calypso
MD21-3605	-13.3966	44.1205	13°23.796S	44°7.23E	3544	Instabilités Sud-Ouest Mayotte	46.38	44.78	97	Calypso
MD21-3606G	-13.3403	45.7111	13°20.418S	45°42.666E	3507	Instabilités Sud-Est Mayotte	13.36	1.69	13	Gravity
MD21-3607	-12.6223	47.1059	12°37.338S	47°6.354E	3533	Ouest banc du Leven	52.51	51.67	98	Calypso
MD21-3608	-12.0452	47.7284	12°2.712S	47°43.704E	2857	Nord banc du Leven	25.62	23.8	93	Calypso
MD21-3609	-11.3757	47.0119	11°22.542S	47°0.714E	3761	Nord-Ouest Glorieuses	30.69	28.12	92	Calypso

Tableau 6: Résumé des carottages de la campagne SCRATCH

Pour la zone d'étude SCRATCH, chaque type d'acquisition est détaillé dans les chapitres dédiés au sein de ce rapport :

- Bathymétrie (SMF) : CHAPITRE 3
- Colonne d'eau : CHAPITRE 4
- Rétrodiffusion-réflexivité du fond marin : CHAPITRE 5
- Sondeur de sédiment : CHAPITRE 6
- Prélèvements d'eau et de plancton : CHAPITRE 7
- Dragages : CHAPITRE 8
- Carottages : CHAPITRE 9
- Champ magnétique : CHAPITRES 10

3 Bathymétrie – Sondeur multifaisceau

AUTEUR : Charles Masquelet

Quart SMF : Kelly Faukemberg (8-12), Charles Masquelet (0-4), Anaïs Rusquet (4-8)

Electroniciers de bord : Vincent Gabriel, Manon Fouquet

Etat de la mer durant la campagne :

Transit aller et zone d'étude : mer plate,

Transit retour : mer agitée sur la partie Madagascar-La Réunion => données bruitées durant cette période

3.1 Version du logiciel

Globe : Version utilisée durant la campagne SCRATCH : 1.16.12

3.2 SMF Sondeurs (Partie à terminer)

Le sondeur grandeur fond a été en fonctionnement tout au long de la campagne (hors ZEE Malgache)

24Khz P<2000m (grands fonds)

12Khz P>2000m (petite fond)

3.3 Traitement appliqué

- Les fichiers .all (raw data) sont convertis en .mbg (sounder files) ;
- les profils sont découpés automatiquement toutes les heures avant d'être mis sur le serveur //ms-nas/mission-courante ;
- les profils sont renseignés selon leur découpe avec des numérotations allant de 0000 à 0278 pour les profils traités avec le sondeur grand fond, et de 0000 à 0027 pour le sondeur petit fond. Les profils sont renseignés dans le tableau en annexe : classeur traitement bathy.odp ;
- Les girations ont été coupées manuellement avec la fonction cut and merge de Globe ;
- les données ont ensuite été traitées en invalidant les sondes aberrantes grâce à la visualisation des sondes par Swath Editor.

3.4 Types de données obtenues en fin de campagne

- **Profil_MBG** (conversion .all vers .mbg=> données filtré manuellement).
- **DTM** Digital terrain model regroupant les profils acquis par jour afin de donner un MNT par jour, la résolution est différente selon la qualité d'acquisition de la donnée.
- **Geotiff** : les MNT ont ensuite été convertis en Geotiff via GLOBE.

- **NAV** (fichier csv +shape file fichier brut de la bathymétrie + shape file des profil traité).
- Fichier_Decoupe_sismaore.cut.

3.5 Fabrication des MNT et Tifs

Création des MNT avec GLOBE : 1 MNT par jour regroupant tous les profils traités acquis durant la journée, en projection UTM 38 à UTM 40 (autocratique sur GLOBE) lors du choix de la projection et une résolution de 30m pour certain fichiers, 40m pour d'autres.

Les MNT sont nommés comme de la manière suivante :

Date_résolution_sondeur_navire

0701_30m_EM122_MD2.dtm

Parfois le MNT journalier utilise les2 sondeurs (grand fond et petit fond) et cela reviens à :

Date_résolution_sondeur_navire

0701_30m_EM122_EM710_MD2.dtm

Profile Vertical CINNA

3.6 DTM

La fonction profil verticale du Logiciel CINNA a été utilisée afin de suivre les dragues une fois mise à l'eau à l'aide d'une BUC positionnée. Cela a été réalisé via l'intégration dans CINNA d'un DTM. Sous Globe l'export to dtm doit se faire en projection Lat/Lon, sinon il est impossible d'avoir accès à cette vue verticale (erreur données bathymétrique insuffisante).

Un MNT a été créé pour import dans CINNA en utilisant la fonction dtm sur globe, cependant, les données de ce DTM sont inversées (le DTM est considéré comme une altitude et non plus comme une profondeur) il a donc fallu le réimporté dans Globe puis le reconvertir en .tif pour ensuite le remettre DTM.

3.7 Problème bathymétrie

Au début de l'acquisition, des problèmes de vitesse ont été détectés durant le traitement, les profils de température de l'eau, résultants des premiers tirs Sippican, possédaient des valeurs absurdes. Il a donc fallu réutiliser les données des profils de vitesse corrigés afin de pouvoir correctement traiter les données.

3.8 Interférence SDS

Au bout d'une semaine de campagne, les paramètres du SDS ont été changés et désynchronisé par rapport au SMF, l'objectif étant de mettre une priorité sur la qualité des profils SDS pour optimiser les recherches de sites de carottages. En parallèle, les données acquises au SMF sont de moins bonne qualité.

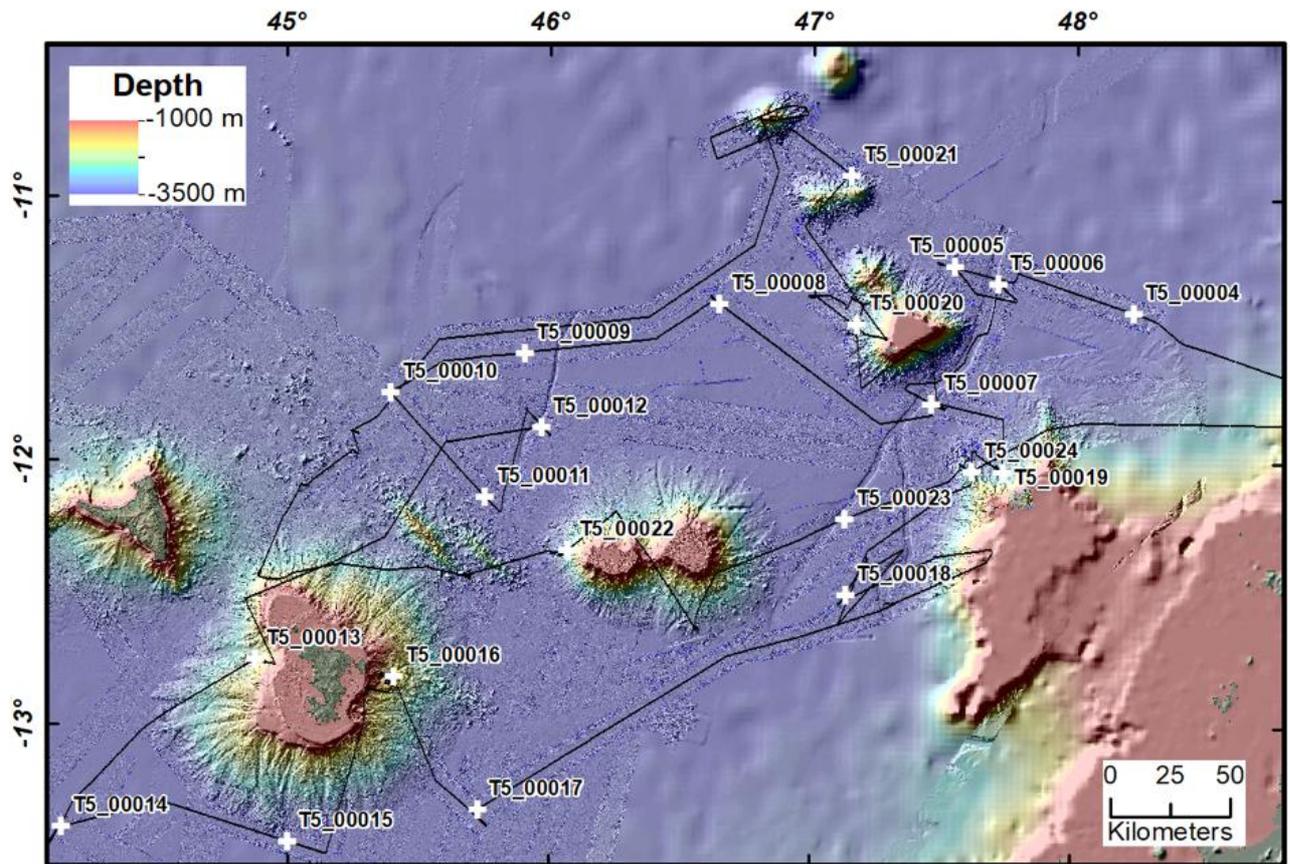


Figure 10 : Position des tirs Sippican réalisés pendant la campagne SCRATCH

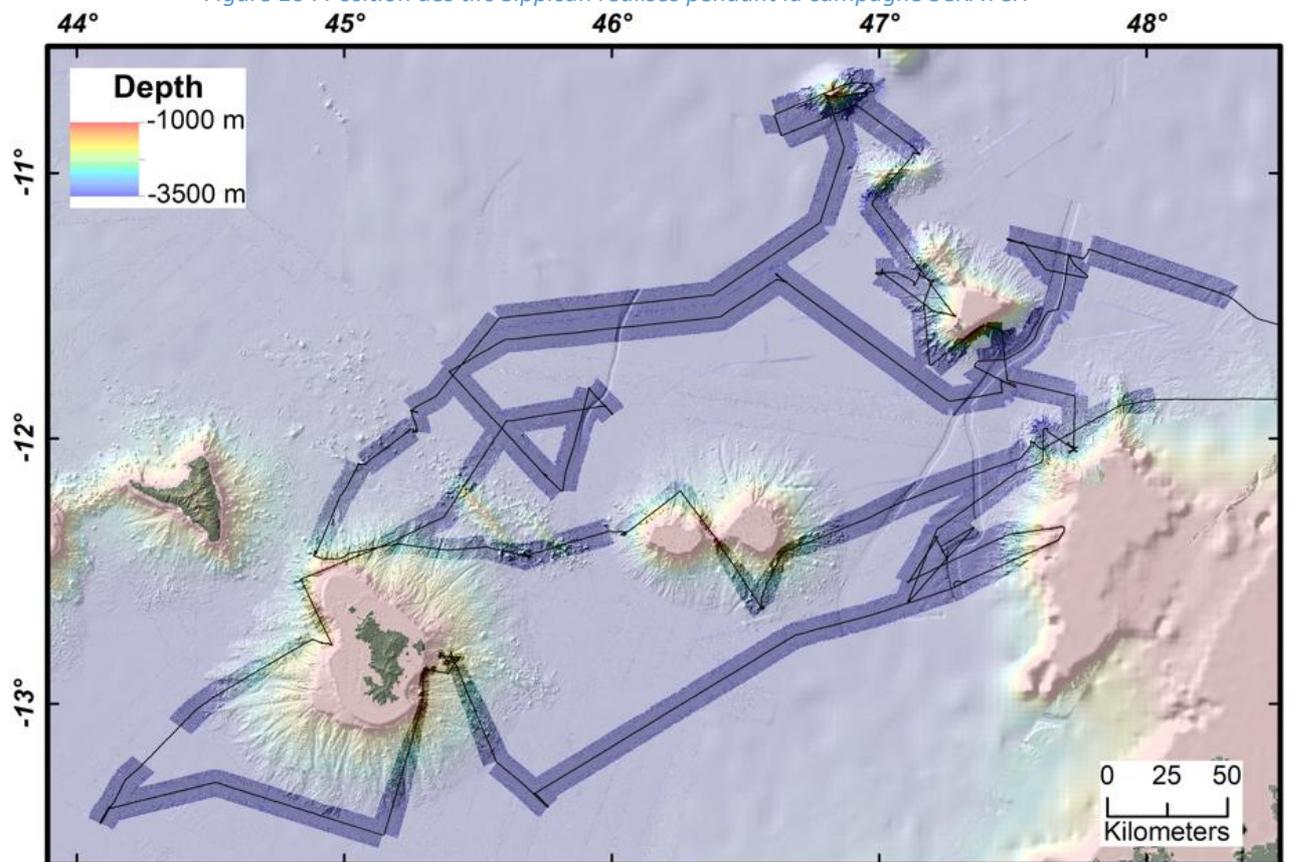


Figure 11 : Tracé de l'acquisition en bathymétrie lors de la campagne SCRATCH

4 Détection des échos dans la colonne d'eau

AUTEURS : Carla Scalabrin et Carole Berthod

4.1 Couverture acoustique des sites/zones actives du Fer à Cheval (Route des Panaches – REVOSIMA)

Trois heures ont été consacrées à la surveillance de sites de dégazage sur la zone du Fer à Cheval à l'est de Mayotte (Route des Panaches) dans le cadre du réseau de surveillance ReVoSiMa.

Le protocole d'acquisition acoustique a été proposé par Carla Scalabrin dans la note REM-GM-LCG, NOTE du 07 juillet 2021.

La couverture acoustique de la zone de travail a été effectuée avec (1) le sondeur multifaisceau (12 kHz) installé sous la coque du navire pour la réalisation des cartes de bathymétrie, de rétrodiffusion du fond et des sites potentiels d'échappements de fluides sous-marins (détection des échos dans la colonne d'eau) et (2) le sondeur monofaisceau EK80 (fréquences 18, 38, 70, 120 et 200 kHz) pour l'acquisition de données acoustiques en valeur absolue (étalonnées).

La surveillance acoustique des sites/zones actives d'émission de fluides fond de mer du Fer à Cheval est effectuée par un ensemble des profils regroupés sous le nom générique de Route des Panaches.

Le tracé d'origine de la Route des Panaches (RP : 3 profils formant un triangle) a été défini lors de la campagne MAYOBS15 (octobre 2020) afin de permettre des acquisitions à la verticale avec le sondeur monofaisceau EK80 sur le barycentre des sites actifs observés depuis 2019.

Ce tracé de base a été utilisé par la suite et avec des ajustements lors des campagnes SISMAORE, GEOFLAMME, MAYOBS 17, 18 et 19 effectuées avec le sondeur multifaisceau RESON 7150 24 kHz du N.O. Pourquoi Pas ?.

Les différentes couvertures acoustiques réalisées depuis 2019 sur le Fer à Cheval ont permis de définir les barycentres et d'établir une nomenclature des sites/zones actives d'émissions de fluides).

Les sections suivantes (configuration et tracé RP) sont dédiées à la couverture acoustique du Fer à Cheval pour la campagne SCRATCH (juillet 2021).

Sondeur multifaisceau EM122 + monofaisceau EK80

Le sondeur multifaisceau EM122 sera configuré conforme le Tableau 7 (voir également le fichier « 2020-10-02_MAY15_Quick_guide_acoustic_acquisition_HB_CS.pdf »).

Le sondeur monofaisceau EK80 utilise la configuration « CoteFM2000CX » du répertoire HERMES (Tableau 8).

La synchronisation entre le SMF EM122 (maître) et l'EK80 (esclave) est gérée par la centrale de synchronisation OSEA.

EM 122 COLONNE D'EAU	
Angular coverage	manual
Max angle	-40° et +40°
Dual swath	off
FM	disable
Ping mode	manual MEDIUM
TVG (water column)	30 logR
TVG offset (water column)	40 dB
Enregistrement données	TOUS
Vitesse Navire en profil	5 nœuds

Tableau 7 : Configuration EM122 pour la Route des panaches

Numéro Config	Nom Config	Synchronisation	Portée (m)	Signal	Données
1	CoteFM2000CX	Esclave	2000	FM 70 kHz CW 18, 38, 120, 200 kHz	Complexes (1500m) Amplitude + phase

Tableau 8 : Configurations HERMES pour l'opération du sondeur monofaisceau EK80

Le tracé de la couverture acoustique « Route des Panaches SCRATCH » prend en compte les évolutions récentes observées pour les sites/zones actives d'émissions de fluides et du manque d'acquisitions complémentaires autour du Fer à Cheval.

La couverture acoustique, totalisant 12 milles nautiques, s'est appuyée sur la réalisation d'une Route des Panaches (RP1) avec 3 profils d'acquisition chacune (Figure 12).

Les profils d'acquisition ont été effectués à 5 nœuds avec un changement de fichier en début et fin de profil (line count).

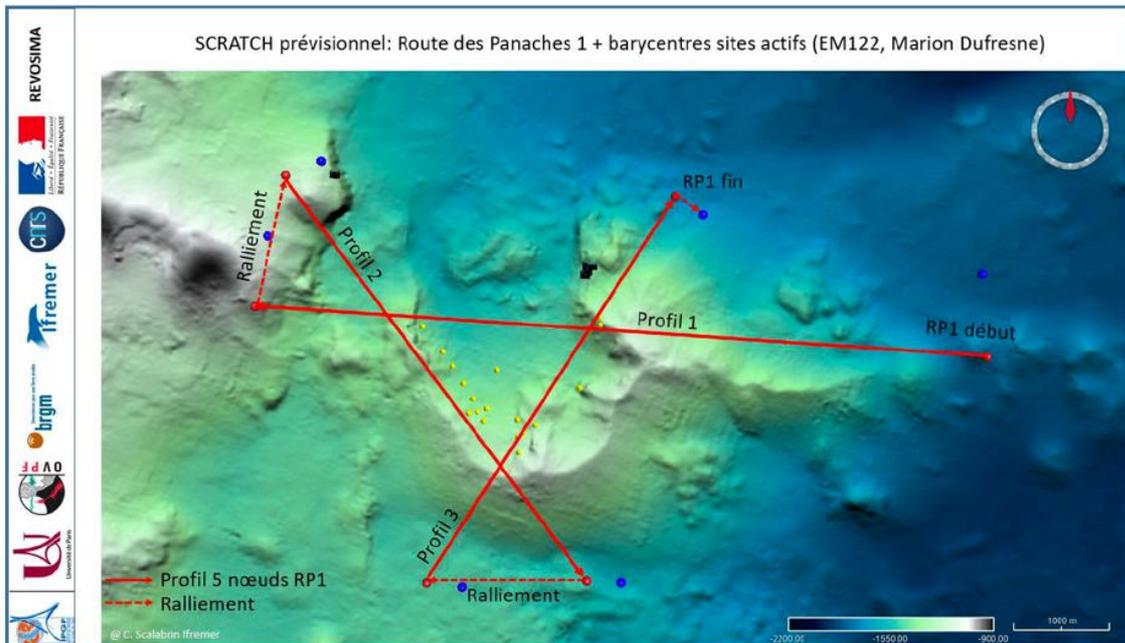


Figure 12 : tracé prévisionnel de la navigation pour la couverture acoustique Route des Panaches 1 _ SCRATCH

4.2 Résultats préliminaires

Une analyse préliminaire de données acoustiques colonne d'eau a été effectuée par C. Scalabrin au mois d'août et révèle la présence d'un nouveau site actif situé au nord-ouest du Fer à Cheval (Figure 13). Ces résultats ont été présentés au comité ReVoSiMa et ont été utilisés pour planifier la mission MAYOBS 21.

Le Fer à Cheval: évolution temporelle des sites actifs (panaches acoustiques)

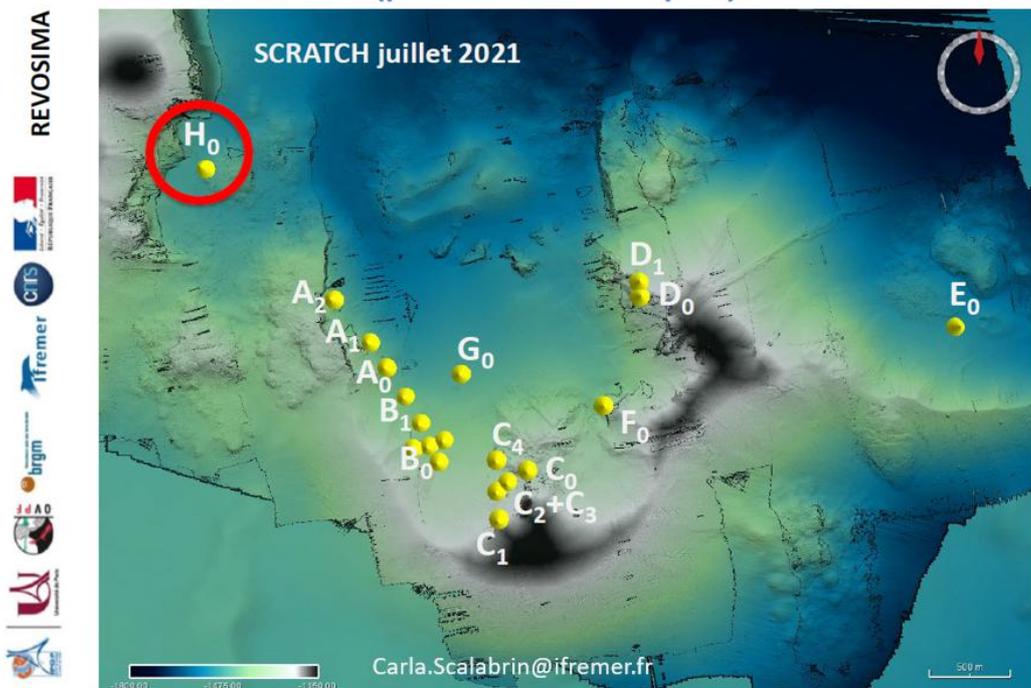


Figure 13 : Résultats préliminaires de la couverture acoustique « Route des Panaches SCRATCH » réalisé le 10 août 2021 pour le réseau de surveillance ReVoSiMa. Sites A à E : panaches identifiés lors des campagnes MAYOBS. Site H : découvert lors de la campagne SCRATCH.

5 Rétrodiffusion du fond-marin

Auteur : Sébastien Zaragosi

En parallèle de l'acquisition de données bathymétriques, le sondeur multifaisceau Kongsberg EM122 fournit des données de rétrodiffusion (imagerie ou réflectivité du fond marin). L'ensemble des profils de réflectivité ainsi obtenus lors de la mission SCRATCH sont présentés sur la carte ci-dessous (Figure 14). Les valeurs de réflectivité représentées sont les données brutes (aucune correction appliquée). Les données de réflectivités seront traitées en laboratoire afin de pouvoir les intégrer dans une synthèse d'imagerie SMF régionale en cours de réalisation.

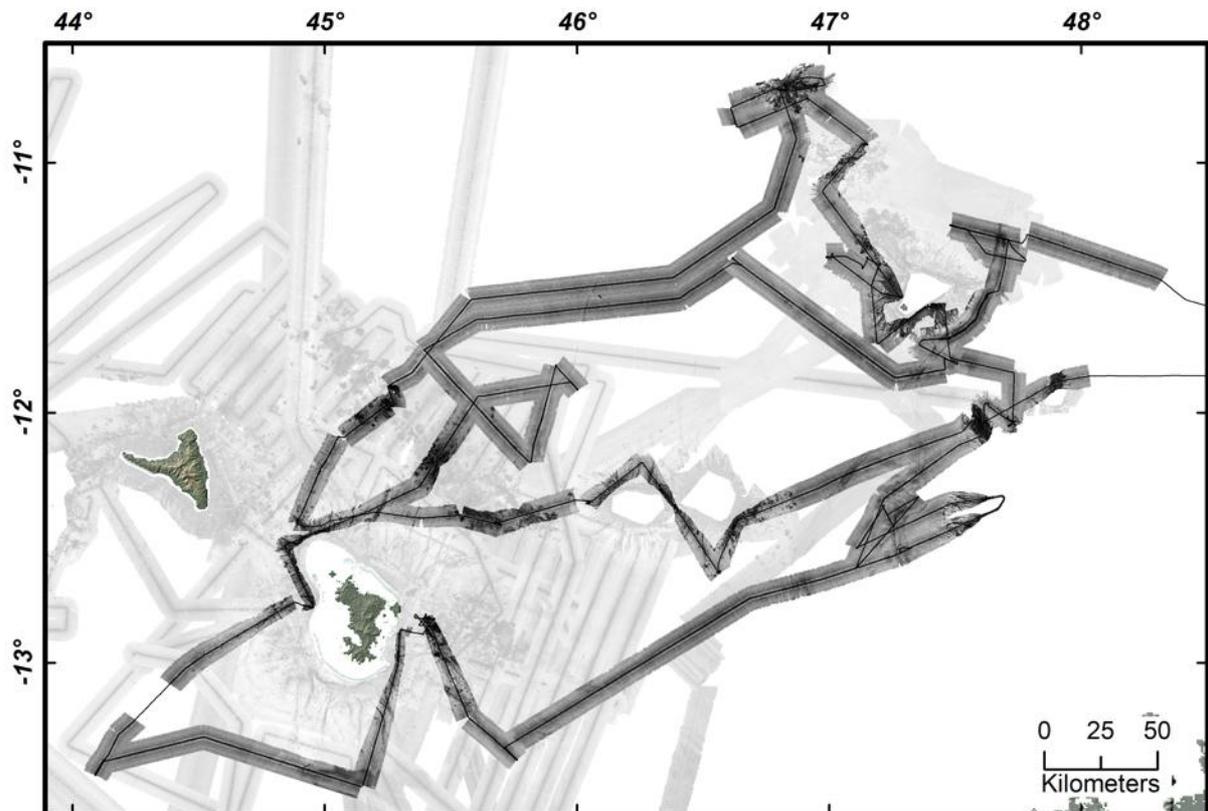


Figure 14 : Carte de la réflectivité du fond-marin obtenu lors de la campagne SCRATCH.

6 Sondeur de sédiments

Auteur : Sébastien Zaragosi

6.1 Description

Le sondeur de sédiments (SDS) repose sur le même principe d'émission/réception d'une onde acoustique que la sismique réflexion et la sismique lourde. Ce qui le différencie des autres méthodes d'acquisition est la fréquence du signal acoustique émis : celui-ci est modulé entre 2.5 et 7 kHz. Ces hautes fréquences permettent une résolution verticale inframétrique (c. 25 cm), mais limite la pénétration à une centaine de mètres. L'ensemble des profils d'acquisition de SDS réalisés pendant SCRATCH sont présentés en Figure 15.

6.2 Traitement bord

Le sondeur fournit les données dans le format brut Topas ".raw". Les données ont été traitées à bords automatiquement par le logiciel constructeur SBP120 et fournies au format ".sgy", format directement utilisable par les outils de traitement sismique. En raison de l'excellente qualité des profils fournis (Figure 16) par le logiciel constructeur, aucun traitement supplémentaire n'a été nécessaire. Seule la navigation des profils a été traitée par une routine Matlab développée par Vincent Marieu du laboratoire EPOC. Les données de navigation initialement en secondes d'arc ont été projetées en mètre (WGS84 – Mercator) afin de pouvoir intégrer les profils dans un projet Kingdom suite régionale (Figure 15 et Figure 17).

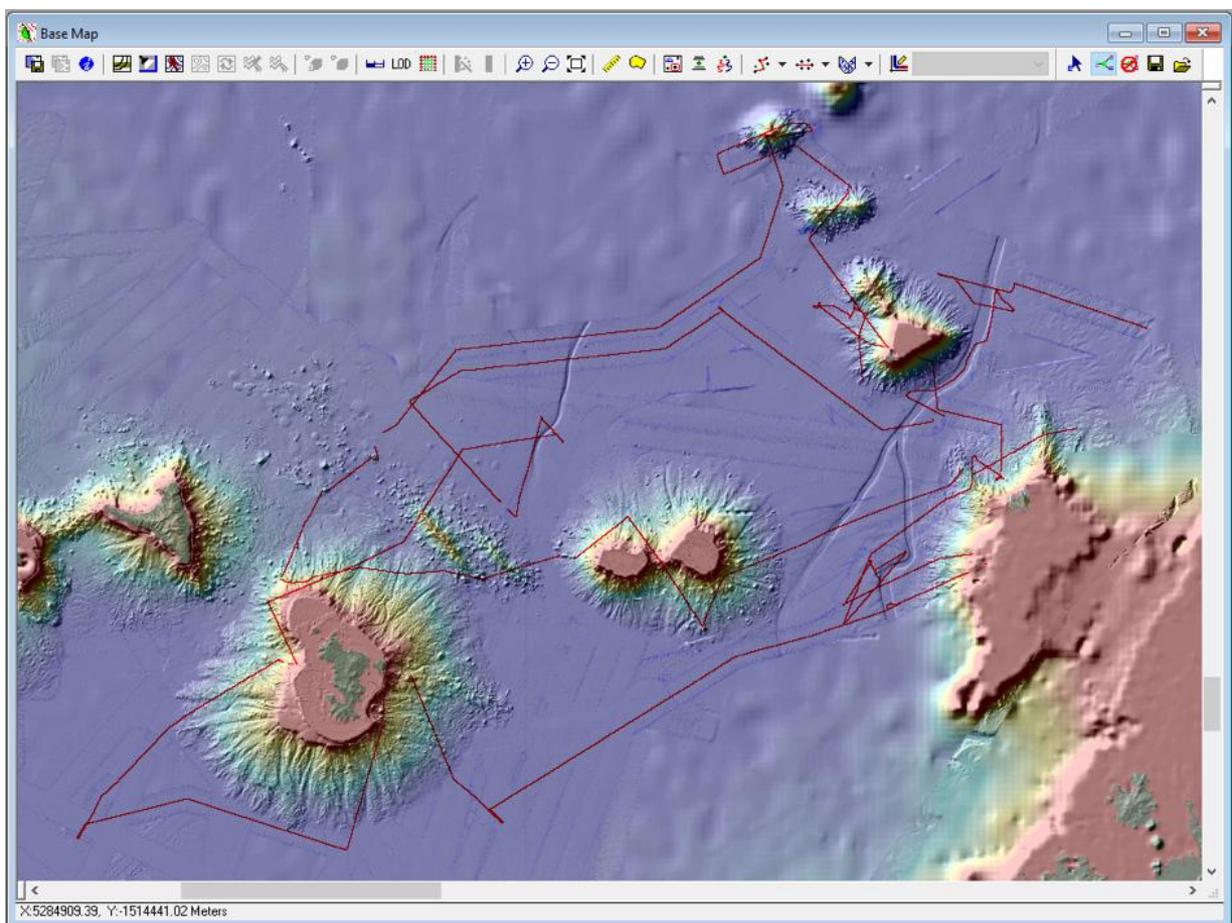


Figure 15 : localisation des profils SDS intégrées dans le projet Kingdom suite des Comores.

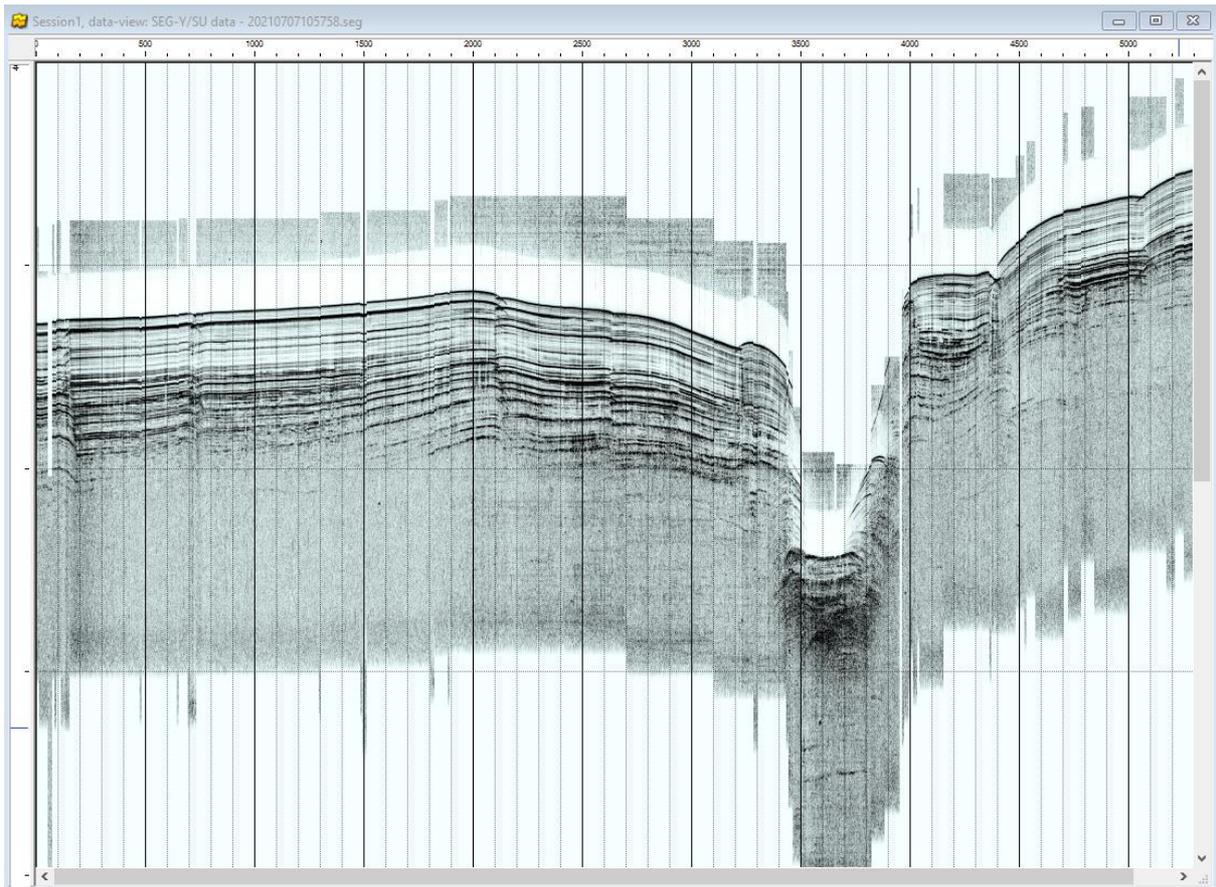


Figure 16 : visualisation d'un profil ".sgy" de la mission SCRATCH directement issu du logiciel constructeur SBP120.

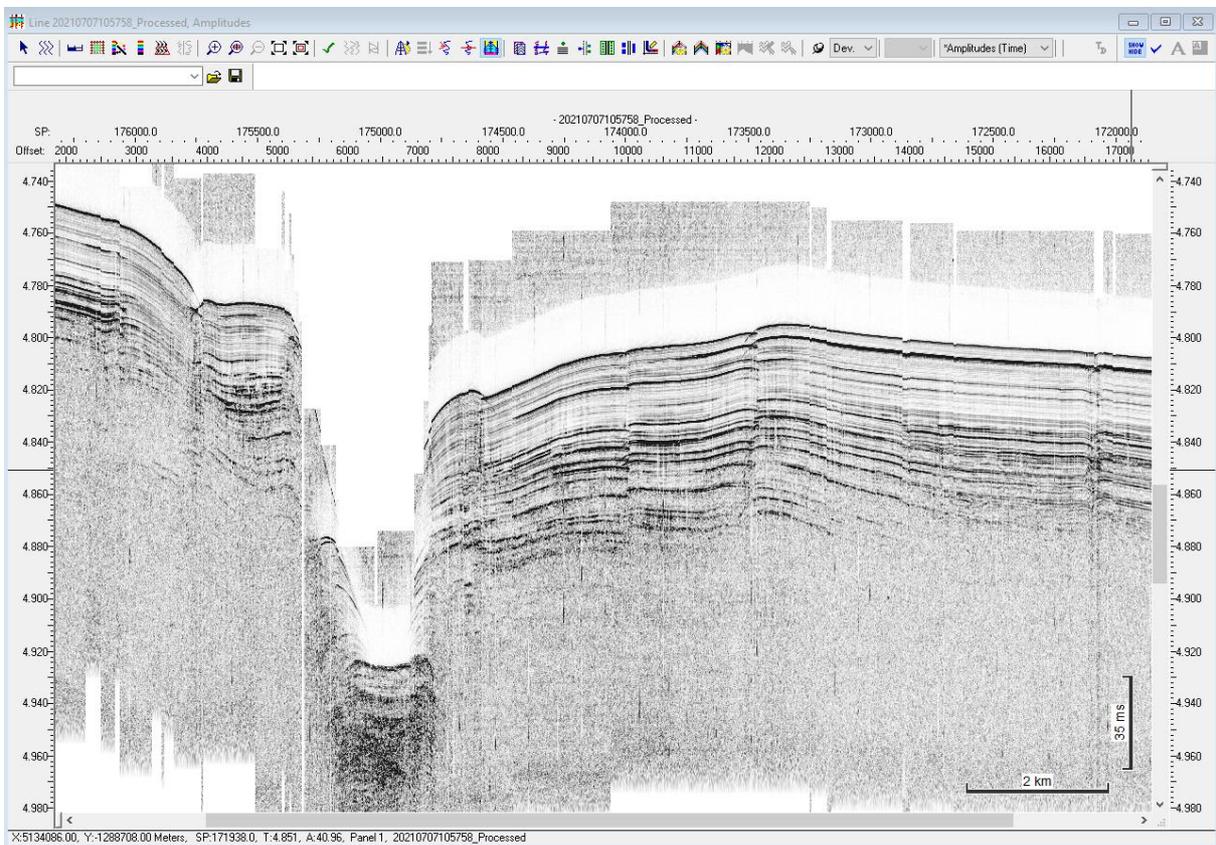


Figure 17 : visualisation d'un profil SDS SCRATCH dans Kingdom suite.

7 Prélèvements d'eau et de plancton

Auteurs : Clara Bolton/Luc Beaufort, Ian Probert/Sarah Romac, Guillaume Chandelier/Mathias Hoarau,

7.1 Objectifs

Durant la mission Scratch, la colonne d'eau superficielle (0-200m) a été prélevée en 44 positions. Plusieurs méthodes adaptées pour répondre à des objectifs divers ont été utilisés : Une rosette de 12 bouteilles de 12 L couplée à une CTD-Seabird; un filet à plancton bongo de 70 cm de diamètre avec une maille de 100 μm ; quatre filets de 25 cm de diamètre ayant des mailles respectives de 5, 10, 20 et 64 μm , et quelques prises de surface à l'aide d'un seau d'eau.

Les objectifs et les méthodes sont rappelés ci-dessous, avant la description des sites et les profils CTD.

Station Name	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Water Depth max profile (m)	Bottle 1	Bottle 2	Bottle 3	Bottle 4	Bottle 5	Bottle 6	Bottle 7	Bottle 8	Bottle 9	Bottle 10	Bottle 11	Bottle 12
CTD Station 1	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	Jul 01 20	200	201	177	153	127	102	87	87	87	52	28	8	8
CTD Station 2	-19.77417	54.30483	19° 46.45 S	54° 18.29 E	Jul 01 20	101	87	87	88	88	88	7	7	8	8	8	7	7
CTD Station 3	-19.74633	54.20117	19° 44.78 S	54° 12.07 E	Jul 01 20	103	78	78	78	78	77	77	8	8	8	8	8	9
CTD Station 4	-19.73017	54.14617	19° 43.81 S	54° 08.77 E	Jul 01 20	53	53	53	53	53	53	8	8	8	8	8	8	8
CTD Station 5	-19.71883	54.09717	19° 43.13 S	54° 05.83 E	Jul 01 20	121	102	103	103	102	102	101	7	7	8	8	8	8
CTD Station 6	-19.69600	53.99633	19° 41.76 S	53° 59.78 E	Jul 01 20	201	202	149	108	85	85	57	39	20	9	8	8	8
CTD Station 7	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	Jul 02 20	201	201	148	99	75	76	76	57	39	18	8	8	8
CTD Station 8	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	Jul 02 20	201	202	151	128	108	78	59	58	27	7	7	7	7
CTD Station 9	-15.90067	54.60167	15° 54.04 S	54° 36.10 E	Jul 02 20	121	63	62	63	64	64	64	7	7	6	6	7	7
CTD Station 10	-15.89750	54.57850	15° 53.85 S	54° 34.71 E	Jul 02 20	120	72	72	72	71	71	71	7	7	7	7	7	6
CTD Station 11	-15.89467	54.55900	15° 53.68 S	54° 33.54 E	Jul 02 20	121	72	72	72	71	71	71	6	7	7	6	7	6
CTD Station 12	-15.89367	54.55050	15° 53.62 S	54° 33.03 E	Jul 02 20	121	72	72	72	71	71	71	7	7	7	7	7	7
CTD Station 13	-15.87233	54.43167	15° 52.34 S	54° 25.90 E	Jul 03 20	121	73	72	71	70	71	72	8	8	8	8	8	8
CTD Station 14	-15.88067	54.47217	15° 52.84 S	54° 28.33 E	Jul 03 20	122	82	81	81	82	82	82	8	8	8	9	9	8
CTD Station 15	-15.88550	54.49900	15° 53.13 S	54° 29.94 E	Jul 03 20	121	66	66	66	66	65	66	8	8	8	8	8	8
CTD Station 16	-15.89000	54.50950	15° 53.40 S	54° 30.57 E	Jul 03 20	101	72	72	73	73	72	72	8	9	9	9	8	8
CTD Station 17A	-11.41067	46.65117	11° 24.64 S	46° 39.07 E	Jul 06 20	220	198	144	98	79	60	60	60	38	18	6	6	6
CTD Station 17B	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	Jul 06 20	170	169	159	148	138	133	128	123	118	113	108	99	87
CTD Station 18A	-11.74950	45.39500	11° 44.97 S	45° 23.70 E	Jul 07 20	209	211	174	149	122	110	79	79	79	39	8	8	8
CTD Station 18B	-11.74950	45.39500	11° 44.97 S	45° 23.70 E	Jul 07 20	155	154	153	151	141	135	130	127	124	121	118	113	108
CTD Station 19	-12.77900	44.95467	12° 46.74 S	44° 57.28 E	Jul 09 20	143	118	49	49	49	49	49	49	49	49	5	5	5
CTD Station 20	-12.77300	44.94150	12° 46.38 S	44° 56.49 E	Jul 09 20	145	118	58	58	58	58	58	58	58	58	5	5	5
CTD Station 21	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	Jul 09 20	147	116	69	69	69	70	70	70	70	70	7	7	7
CTD Station 22	-12.75900	44.88017	12° 45.54 S	44° 52.81 E	Jul 09 20	175	173	149	123	103	79	64	65	64	28	6	6	6
CTD Station 23	-13.39500	44.11983	13° 23.70 S	44° 07.19 E	Jul 09 20	174	174	150	123	98	88	76	76	76	39	6	7	6
CTD Station 24	-12.86950	45.29950	12° 52.17 S	45° 17.97 E	Jul 10 20	119	119	64	64	64	64	64	64	64	64	5	5	5
CTD Station 25	-12.87083	45.31533	12° 52.25 S	45° 18.92 E	Jul 10 20	126	126	61	61	61	61	61	61	61	61	6	7	6
CTD Station 26	-12.87850	45.34350	12° 52.71 S	45° 20.61 E	Jul 10 20	124	124	75	68	61	54	47	46	46	46	6	7	6
CTD Station 27	-12.88717	45.38833	12° 53.23 S	45° 23.30 E	Jul 10 20	124	123	89	78	68	57	54	51	51	51	5	6	6
CTD Station 28	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	Jul 11 20	178	177	138	128	118	109	101	101	101	63	7	7	7
CTD Station 29	-12.02333	47.70233	12° 01.40 S	47° 42.14 E	Jul 12 20	149	148	118	107	97	88	81	81	81	38	7	7	7
CTD Station 30	-11.59283	47.46000	11° 35.57 S	47° 27.60 E	Jul 12 20	149	148	104	88	79	71	69	70	54	38	5	5	5
CTD Station 31	-11.58417	47.42267	11° 35.05 S	47° 25.36 E	Jul 12 20	119	119	86	86	85	85	86	86	86	85	6	6	6
CTD Station 32	-11.57883	47.39667	11° 34.73 S	47° 23.80 E	Jul 12 20	125	125	77	76	76	76	77	76	76	76	7	8	8
CTD Station 33	-11.57633	47.38683	11° 34.58 S	47° 23.21 E	Jul 12 20	120	120	73	72	70	70	71	73	72	71	7	7	7
CTD Station 34	-11.52233	47.20717	11° 31.34 S	47° 12.43 E	Jul 13 20	159	158	138	118	98	78	62	62	62	37	8	8	7
CTD Station 35	-11.53017	47.24667	11° 31.81 S	47° 14.80 E	Jul 13 20	129	NaN	77	77	77	77	77	77	77	NaN	NaN	NaN	NaN

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des opérations de prélèvement d'eau par CTD rosette de la campagne SCRATCH

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station Name	CTD	net	Mesh size (μ)	day or night	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Water Depth max (m)	Institute
St1	CTD1	St1_net1	100	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	50	CEREGE
St1	CTD1	St1_net2	100	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	CEREGE
St5	CTD5	St5_net1	20	day	-19.71833	54.00967	19° 43.1 S	54° 00.58 E	1	ROSCOFF
St6	CTD6	St6_net1	100	night	-19.69600	53.99617	19° 41.76 S	53° 59.77 E	50	CEREGE
St6	CTD6	St6_net2	100	night	-19.69600	53.99617	19° 41.76 S	53° 59.77 E	200	CEREGE
St7	CTD7	St7_net1	100	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	50	CEREGE
St7	CTD7	St7_net2	100	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	200	CEREGE
St7	CTD7	St7_net3	64	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	1	ROSCOFF
St7	CTD7	St7_net4	10	day	-16.89283	54.38867	16° 53.57 S	54° 23.32 E	1	ROSCOFF
St8	CTD8	St8_net1	100	night	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	50	CEREGE
St8	CTD8	St8_net2	100	night	-15.90283	54.63250	15° 54.17 S	54° 37.95 E	200	CEREGE
St16	CTD16	St16_net1	20	night	-15.88833	54.50833	15° 53.3 S	54° 30.5 E	1	ROSCOFF
St16	CTD16	St16_net2	10	night	-15.88833	54.50833	15° 53.3 S	54° 30.5 E	1	ROSCOFF
SC01	MD21-3598	SC01_net1	20	day	-11.26866	47.54703	11° 16.1194 S	47° 32.8219 E	1	ROSCOFF
SC01	MD21-3598	SC01_net2	5	day	-11.26866	47.54703	11° 16.1194 S	47° 32.8219 E	1	ROSCOFF
SC02	MD21-3599	SC02_net1	20	day	-11.30984	47.70864	11° 18.5906 S	47° 42.5182 E	1	ROSCOFF
SC02	MD21-3599	SC02_net2	5	day	-11.30984	47.70864	11° 18.5906 S	47° 42.5182 E	1	ROSCOFF
SC03	MD21-3600	SC03_net1	20	day	-11.78004	47.45384	11° 46.8026 S	47° 27.2305 E	1	ROSCOFF
SC03	MD21-3600	SC03_net2	5	day	-11.78004	47.45384	11° 46.8026 S	47° 27.2305 E	1	ROSCOFF
St17	CTD17	St17_net1	100	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	50	CEREGE
St17	CTD17	St17_net2	100	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	200	CEREGE
St17	CTD17	St17_net3	20	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	1	ROSCOFF
St17	CTD17	St17_net4	5	night	-11.41083	46.65117	11° 24.65 S	46° 39.07 E	1	ROSCOFF
	MD21-3603	_net1	20	day	-12.13339	45.74670	12° 8.0032 S	45° 44.8019 E	1	ROSCOFF
	MD21-3603	_net2	5	day	-12.13339	45.74670	12° 8.0032 S	45° 44.8019 E	1	ROSCOFF
St21	CTD21	St21_net1	100	day	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	50	CEREGE
St21	CTD21	St21_net2	100	day	-12.76867	44.91667	12° 46.12 S	44° 55.00 E	200	CEREGE
St23	CTD23	St23_net1	100	day	-13.39533	44.11983	13° 23.72 S	44° 07.19 E	57	CEREGE
St23	CTD23	St23_net2	100	day	-13.39533	44.11983	13° 23.72 S	44° 07.19 E	200	CEREGE
St27	CTD27	St27_net1	20	day	-12.88633	45.38767	12° 53.18 S	45° 23.26 E	1	ROSCOFF
St28	CTD28	St28_net1	20	day	-12.54007	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St28	CTD28	St28_net2	5	day	-12.54007	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net1	100	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	50	CEREGE
St29	CTD29	St29_net2	100	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	200	CEREGE
St29	CTD29	St29_net3	20	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net4	20	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St29	CTD29	St29_net5	10	day	-12.54000	47.32567	12° 32.40 S	47° 19.54 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net1	5	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net2	20	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St35	CTD35	St35_net3	20	day	-11.53062	47.24642	11° 31.837 S	47° 14.785 E	1	ROSCOFF
St36	DR01	St36_net1	20	day	-10.92599	47.13550	10° 55.5591 S	47° 08.1302 E	1	ROSCOFF
St36	DR01	St36_net2	20	day	-10.92599	47.13550	10° 55.5591 S	47° 08.1302 E	1	ROSCOFF
St37	DR02	St37_net1	20	night	-10.70783	46.79668	10° 42.4696 S	46° 47.8010 E	1	ROSCOFF
St37	DR02	St37_net2	20	night	-10.70783	46.79668	10° 42.4696 S	46° 47.8010 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net1	20	day	-11.90367	45.27633	11° 54.22 S	45° 16.58 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net2	20	day	-11.90367	45.27633	11° 54.22 S	45° 16.58 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net3	20	night	-11.90018	45.26427	11° 54.011 S	45° 15.856 E	1	ROSCOFF
St38	DR03	St38_net4	20	night	-11.90018	45.26427	11° 54.011 S	45° 15.856 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net1	20	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net2	20	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St39	DR05	St39_net3	5	day	-12.09818	45.06634	12° 5.8910 S	45° 3.9801 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net1	5	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net2	5	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net3	20	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St40	DR06	St40_net4	20	night	-12.43347	44.88960	12° 26.008 S	44° 53.3762 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net1	5	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net2	5	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net3	20	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net4	20	day	-12.35503	46.05150	12° 21.3019 S	46° 3.090 E	1	ROSCOFF
St41	DR08	St41_net5	20	day	-12.35630	46.04958	12° 21.378 S	46° 2.975 E	1	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net1	10	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net2	5	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net3	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	23	CEREGE
St42	DR10	St42_net4	10	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net5	5	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net6	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	250	CEREGE
St42	DR10	St42_net7	100	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	50	CEREGE
St42	DR10	St42_net8	20	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	1	ROSCOFF
St42	DR10	St42_net9	20	day	-12.63767	46.56182	12° 38.260 S	46° 33.709 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net5	5	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net5	5	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net20	20	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St43	DR12	Net20	20	day	-12.60906	47.03912	12° 36.5433 S	47° 02.3474 E	1	ROSCOFF
St44	-	St44_net1	64	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net2	20	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net3	10	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net4	5	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	ROSCOFF
St44	-	St44_net5	5	day	-20.18067	54.53417	20° 10.84 S	54° 32.05 E	200	CEREGE

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des filets à plancton de la campagne SCRATCH

Station Name	Lat.	Long.	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Depths (m)
SPS Station 1	-11.53017	47.24667	11 31.81 S	47 14.80 E	July 13 2021	Surface
SPS Station 2	-11.53700	47.27133	11 32.22 S	47 16.28 E	July 13 2021	Surface
SPS Station 3	-12.19950	46.25933	12 11.97 S	46 15.56 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 4	-12.37217	46.38667	12 22.33 S	46 23.20 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 5	-12.63867	46.56100	12 38.32 S	46 33.66 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 6	-12.01433	47.56733	12 00.86 S	47 34.04 E	July 18 2021	Surface
SPS Station 7	-12.03917	47.60950	12 02.35 S	47 36.57 E	July 19 2021	Surface
SPS Station 8	-19.58967	54.20467	19 35.38 S	54 12.28 E	July 21 2021	Surface

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des opérations de prélèvement de surface de la campagne SCRATCH

7.2 Caractérisation des foraminifères planctoniques

Les objectifs de ce travail consistent à :

- Caractériser les faunes de foraminifères planctoniques à l'aide de filets à plancton. Les échantillons collectés lors de la campagne SCRATCH nous permettront de compléter une base de données FORCIS (FRB-CESAB ; <http://forcis.cerege.fr/>) comportant toutes les données existantes d'abondance et diversité de foraminifères planctoniques vivants, pour déterminer les préférences écologiques et la réponse des faunes de foraminifères aux changements environnementaux récents.

- A plus long terme, ces données seront utilisées par les paléocéanographes pour calibrer des proxies et générer des reconstructions paléoclimatiques.

L'échantillonnage de ces foraminifères planctoniques a été réalisé en utilisant le filet à plancton Bongo avec une maille de 100 µm et diamètre de 70 cm. Au total, 19 filets à planctons ont été déployés sur 9 stations durant toute la mission SCRATCH.

Deux niveaux de profondeurs ont été échantillonnés : pour un premier temps de 0 à 50 m pour étudier les foraminifères qui vivent dans la couche de mélange et ensuite de 0 à 200 m de profondeur pour explorer ceux qui colonisent les eaux plus profondes.

Lors de la mise à l'eau, le filet déployé verticalement à l'aide d'un lest, descend à 50 m ou 200 m à environ 0,5 m/s. Après avoir fait un palier de 1 minute en profondeur, il est remonté à une vitesse de 0,1 m/s. Le filet est doté d'un volucompteur (débitmètre) pour estimer le débit d'eau qui passe à travers pendant sa remontée.

Avant de le récupérer à bord, le filet est rincé avec un tuyau d'eau de mer de l'extérieur. Puis l'échantillon dans le godet est récupéré dans une bouteille, et directement congelé pour étude après retour au CEREGE.

Tableau Filets foraminifères

station	net	CTD	latitude	longitude	depth_max	Volume filtered (m3)	date_of_station	day_or_night
St1	St1_net1	CTD1	20 10.84 S	54 32.05 E	50	288.8	01/07/2021	day
St1	St1_net2	CTD1	20 10.84 S	54 32.05 E	200	1255.1	01/07/2021	day
St6	St6_net1	CTD6	19 41.76 S	53 59.77 E	50	237	02/07/2021	night
St6	St6_net2	CTD6	19 41.76 S	53 59.77 E	200	695	02/07/2021	night
St7	St7_net1	CTD7	16 53.57 S	54 23.32 E	50	234.6	02/07/2021	day
St7	St7_net2	CTD7	16 53.57 S	54 23.32 E	200	685.4	02/07/2021	day
St8	St8_net1	CTD8	15 54.17 S	54 37.95 E	50	168.7	02/07/2021	night
St8	St8_net2	CTD8	15 54.17 S	54 37.95 E	200	528	02/07/2021	night
St17	St17_net1	CTD17	11 24.65 S	46 39.07 E	50	93.7	06/07/2021	night
St17	St17_net2	CTD17	11 24.65 S	46 39.07 E	200	62	06/07/2021	night
St21	St21_net1	CTD21	12 46.12 S	44 55.00 E	50	60.3	09/07/2021	day
St21	St21_net2	CTD21	12 46.12 S	44 55.00 E	200	95.6	09/07/2021	day
St23	St23_net1	CTD23	13 23.72 S	44 07.19 E	57	78.7	09/07/2021	day
St23	St23_net2	CTD23	13 23.72 S	44 07.19 E	200	184.9	09/07/2021	day
St29	St29_net1	CTD29	12 32.40 S	47 19.54 E	50	178.7	12/07/2021	day
St29	St29_net2	CTD29	12 32.40 S	47 19.54 E	200	635.2	12/07/2021	day
DR10	DR10_net1	-	12 38.40 S	46 33.29 E	23	105.7	18/07/2021	day
DR10	DR10_net2	-	12 38.40 S	46 33.29 E	250	309.9	18/07/2021	day
DR10	DR10_net3	-	12 38.40 S	46 33.29 E	50	101.6	18/07/2021	day

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des opérations de prélèvement d'eau et de plancton de la campagne SCRATCH

7.3 Caractérisation des coccolithophores

7.3.1 Niches écologiques et effet de l'acidification océanique

Distribution verticale des espèces de coccolithophores : Les espèces de coccolithophores sont distribuées de façon verticale dans la zone photique. Plusieurs espèces, dont *Gladiolithus flabelatus* et *Florisphaera profunda*, sont particulièrement bien adaptées à sa partie profonde, où elles dominent sous la DCM (deep chlorophyl maximum). Cette particularité est utilisée par les paléocéanographes pour établir des proxys de productivité primaire océanique. Ces proxys ont été établis en comparant les pourcentages de ces espèces contenues dans les sédiments de surface avec des atlas de productivité primaire. La première calibration de cette fonction de transfert a été établie dans l'océan Indien. Le but de ces prélèvements est d'établir avec plus de détails la succession verticale des espèces de coccolithophores afin de préciser la fonction de transfert.

Les coccolithophores sont très sensibles à l'acidification océanique. Depuis plusieurs années (ANR CALHIS, FRB COCCACE) nous établissons un suivi mondial de l'état de calcification de plusieurs espèces de coccolithophores dans de nombreuses parties de l'océan mondial, en couvrant un large spectre de température, pH, et degré de calcification.

7.3.2 Méthode :

Collecte d'eau dans les 200 premiers mètres de la colonne d'eau par Niskin. Filtration de 5 litres (10 L au-dessous de 100 m) d'eau sur des membranes de Nitrate de Cellulose de

porosité de 0,8 µm et de 4,5 cm de diamètre. Les membranes sont rapidement rincées à l'eau douce, puis mises à l'étuve à 50°C. Elles y sont stockées jusqu'à la fin de la mission.

Le pH, la température et la salinité ont été mesurées directement dans les bouteilles Niskin avec une sonde Hannon, HI98195, calibrée chaque jour de la mission avec les tampons adéquats. Ces valeurs sont données dans le tableau des résultats (Tableau 13). La sonde sera étalonnée à Paris avec de l'eau de mer standard (CRM) par Diana Ruiz-Pino, et les valeurs données seront alors corrigées si besoin.

7.3.3 Liste des échantillons :

Le Tableau 13 ci-dessous indique les positions, les profondeurs, le pH, la salinité, la température et les volumes filtrés pour l'étude des coccolithophores.

Station	Latitude	Longitude	Date	Numéro de bouteille	Profondeur (m)	pH	Salinité (PSU)	Temp. (°C)	Volume Filtré (L)
CTD01	20°10.84	054°32.052	1-7-2021	3	152	8.07	-	-	5
				4	127	8.18	-	-	5
				8	87.5	-	-	-	5
				9	53	8.26	-	-	5
				10	28	8.27	-	-	-
				11	7.7	8.27	-	-	5
				12	7.7	8.27	-	-	-
CTD04	19°43.805	054°08.749	1-7-2021	1	52.7	8.26	34.68	25	5
				7	7.8	8.27	34.82	25.03	5
CTD06	19°41.760	053°59.773	1-7-2021	1	202	8.07	35.78	19.46	5
				2	150	8.13	35.65	20.64	5
				3	110	8.18	35.5	21.93	5
				4	85	8.23	35.18	24.04	5
				7	59	8.26	34.98	24.87	5
				8	40	8.27	34.85	24.94	5
				9	20	8.26	34.94	25.06	5
				10	8	8.27	34.83	24.94	5
CTD07	16°53.572	054°23.319	2-7-2021	1	201	8.15	35	18.48	5
				2	150	8.15	35.1	20.13	5
				3	100	8.12	35.81	21.11	5
				4	75.8	8.17	35.16	23.51	5
				7	60	8.23	34.16	24.67	5
				8	40	8.25	34.94	25.06	5
				9	20	8.25	35	25.15	5
				10	7.3	8.25	34.28	25.26	5
CTD08	15°54.168	054°37.948	2-7-2021	1	200	8.11	35.98	18.71	5
				2	150	8.08	35.84	19.19	10
				3	130	8.05	35.66	19.61	10
				4	110	8.06	35.81	20.19	5
				5	80	8.3	35.58	22.62	5
				6	57	8.21	35.08	24.88	5
				9	30	8.24	34.44	25.83	5
				10	7	8.24	34.92	25.8	5
CTD16	15°53.388	054°30.567	3-7-2021	1	71	8.17	35.68	22.61	5
				7	8	8.23	34.4	25.64	5
CTD17 A	11°24.652	046°39.064	6-7-2021	1	200	7.93	36.1	20.36	5
				2	145	7.94	34.81	24.5	5
				3	100	8	35.52	25.36	5
				4	80	8.02	35.71	25.46	5
				5	60	8.02	35.92	25.75	5
				8	40	8.02	35.4	26.01	5
				9	20	8.02	35.78	26.11	5
				10	6	8.02	35.98	26.63	5

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station	Latitude	Longitude	Date	Numéro de bouteille	Profondeur (m)	pH	Salinité (PSU)	Temp. (°C)	Volume Filtré (L)
CTD17 B	11°24.652	046°39.064	6-7-2021	1	170	7.88	35.15	23.59	8
				2	160	7.92	36.4	22.47	8
				4	140	7.99	35.97	24.65	8
				6	130	8.01	35.55	24.97	8
				8	120	8.02	35.57	25.15	8
CTD18	11°44.771	045°23.745	7-7-2021	10	110	8	35.67	25.05	8
				1	200	-	-	-	10
				2	145	-	-	-	10
				3	100	-	-	-	10
				4	125	-	-	-	5
				5	112	-	-	-	5
				6	80	-	-	-	4
				7	78	-	-	-	5
				8	78	-	-	-	5
				9	40	-	-	-	5
CTD19	12°46.742	044°57.279	9-7-2021	10	8	-	-	-	5
				1	120	7.97	36.06	21.92	10
				2	50 (DCM)	8.03	35.48	25.38	5
CTD20	12°46.385	044°56.488	9-7-2021	10	5	8.05	35.59	26.01	5
				1	120	7.97	35.73	21.14	10
				2	60 (DCM)	8.05	35.7	25.13	5
CTD21	12°46.116	044°55.002	9-7-2021	10	5	8.06	35.74	26.02	5
				1	118	7.98	36.47	21.9	10
				2	70 (DCM)	8.04	35.93	24.84	5
CTD22	12°45.526	044°52.803	9-7-2021	10	5	8.06	35.86	25.95	5
				1	175	7.89	36.63	18.34	10
				2	150	7.94	36.37	19.7	5
				3	125	7.98	36.35	21.12	5
				4	105	8	36.2	21.98	5
				5	80	-	-	-	-
				6	65	8.05	35.73	24.97	5
				9	30	8.06	35.88	25.64	5
CTD23	13°23.720	044°07.186	9-7-2021	10	5	8.07	35	25.89	5
				1	175	7.87	36.34	19.3	10
				5	90	8.01	36.12	24.37	5
				6	75	8.02	36.01	25.29	5
				9	40	8.05	35.92	26.5	5
CTD24	12°52.177	045°17.959	10-7-2021	10	6	8.05	36.03	26.26	5
				1	120	7.99	36.54	22.87	10
				2	65 (DCM)	8.02	36	25.25	5
CTD25	12°52.250	045°18.917	10-7-2021	10	5	8.02	35.48	26.14	5
				1	120	8.02	36.4	22.45	10
				2	60 (DCM)	8.04	35.97	24.98	5
				10	6	8.06	35.91	26.18	5

Station	Latitude	Longitude	Date	Numéro de bouteille	Profondeur (m)	pH	Salinité (PSU)	Temp. (°C)	Volume Filtré (L)
CTD26	12°52.713	045°20.608	10-7-2021	1	125	8.01	36.51	21.6	10
				2	45.6 (DCM)	8.05	36	24.67	5
				10	6	8.07	35.87	26.23	5
CTD27	12°53.213	045°23.292	10-7-2021	1	125	8	36.55	21.6	10
				2	90	8.02	36.31	22.79	5
				3	80	8.02	36.27	23.4	5
				4	70	8.03	36.04	24.22	5
				5	60	8.04	35.6	24.84	5
				6	55	8.03	36.2	24.17	5
				7	50	8.04	35.67	25.13	5
CTD28 A	12°32.399	047°19.531	11-7-2021	1	180	7.9	36.24	20.18	10
				2	140	7.94	36.25	21.32	10
				3	130	7.94	36.42	21.3	10
				4	120	7.96	36.2	22.72	10
				5	110	7.99	36.03	24.72	10
				6	100	8.02	36.16	24.29	10
				9	65	8.04	35.91	26.03	5
				10	7	8.05	36.08	26.24	5
CTD28 B	12°32.399	047°19.531	11-7-2021	11	90 (DCM)	7.99	35.72	24.26	5
CTD29	12°01.42	047°42.12	12-7-2021	1	150	7.94	35.98	20.94	10
				2	120	7.97	36.36	22.22	10
				3	110	7.98	36.32	22.8	10
				4	100	7.99	36.2	23.33	8
				5	90	8	36.3	24.5	5
				6	80	8.01	36.2	24.77	5
				9	40	8.04	36.02	26.03	5
				10	5	8.05	36.05	26.2	5
CTD30	11°35.595	047°27.565	12-7-2021	1	150	7.88	35.99	20.93	9
				2	100	8.01	35.61	24.5	6
				3	90	8.04	35.25	25.14	5
				4	80	8.04	35.85	25.35	5
				5	70	8.05	35.82	25.78	5
				8	55	8.06	35.78	25.88	5
				9	40	8.06	35.82	25.96	5
				10	5	8.07	35.86	26.43	5
CTD31	11°35.030	047°25.381	12-7-2021	1	120	8.07	36.01	23.04	10
				2	87 (DCM)	8.09	35.47	24.79	5
				10	5	8.11	35.7	26.41	5
CTD32	11°34.734	047°23.799	12-7-2021	1	120	8.1	36.06	22.69	10
				2	75 (DCM)	8.11	35.43	25.58	5
				10	7	8.12	35.47	26.37	5

Tableau 13 : positions et les profondeurs des prélèvements, le pH, la salinité, la température et les volumes filtrés pour l'étude des coccolithophores

7.4 Biologie, écologie, et évolution du phytoplancton

7.4.1 Méthode :

Les prélèvements d'eau par CTD rosette ont également été utilisés afin de comprendre la biologie, l'écologie, et l'évolution du phytoplancton et répondre aux objectifs de l'ANR PHENOMAP (2021-2024).

L'échantillonnage d'eau de mer a été réalisé à 3 profondeurs différentes (5 m / deep chlorophyll maximum / 200 m) à partir des CTDs (41 CTD au total) et de traits de filets à plancton de différentes mailles (5 μ , 10 μ , 20 μ et 64 μ) :

Échantillons vivants pour la mise en culture :

- 2 L d'EDM par station/profondeur; pré-filtration à 200 μ m pour enlever le zooplancton; concentration des cellules par gravité; maintenance des échantillons vivants dans un incubateur à 20°C avec lumières LED (ou un endroit frais avec lumière naturelle).

Échantillons « single-cell » : 75 isollements (75 dinoflagélés, 20% congelés)

- 250 mL d'EDM par station/profondeur ; filtration sur tamis 200/64/20/5 μ m ; fixation des échantillons dans l'éthanol 96% (stockage à -20°C). Ces trente échantillons sont pour analyse en laboratoire.

- 250 mL d'EDM par station/profondeur/ fraction de taille : observation des échantillons vivants au microscope optique ; sélection et isolement des cellules dans du tampon d'extraction d'ADN (stockage à -80°C).

Échantillons FISH (1 CTD / 4 jours) :

- 150 L d'EDM par profondeur; pré-filtration à 200 microns pour enlever le zooplancton; filtration des cellules sur tamis 5 microns; fixation des échantillons au paraformaldéhyde 10% ; incubation à 4°C pendant 1-3h ; élimination du paraformaldéhyde et resuspension dans un mélange PBS/Ethanol 96% (1 :1) (stockage à -80°C).

Pour ce faire, les équipements embarqués ont été les suivants :

- microscope inversé Nikon T100 avec caméra;
- filets à plancton type Apstein de mailles 64 μ , 20 μ , 10 μ , et 5 μ ;
- tamis 200/20/5 ;
- consommables plastiques pour stocker les échantillons.

7.4.2 Illustration de la diversité rencontrée lors de la campagne SCRATCH.

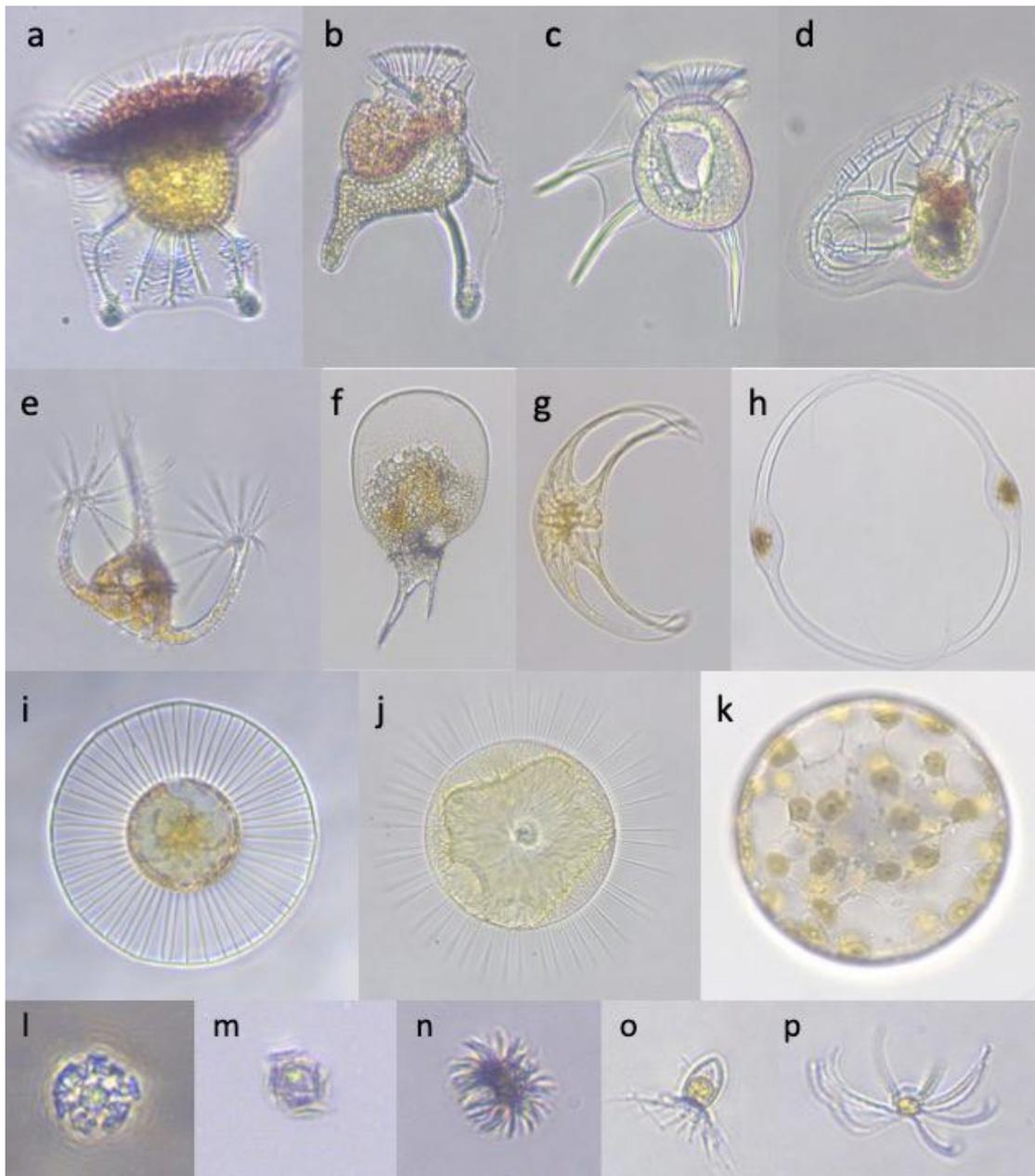


Figure 18 : Exemples de cellules de phytoplancton isolées pour l'extraction d'ADN lors de la campagne SCRATCH : a-h : dinoflagellés (a,b : *Ornithocircus* sp. ; c : *Dinophysis* sp. ; d : *Histoneis* sp. e : *Ceratium ranipes* ; f : *Archaeoceratium* sp. ; g,h : *Pyrocystis* sp.) ; i-k : diatomées ; l-p : coccolithophores (l : *Discosphaera tubifera* ; m : *Umbellosphaera* sp. ; n : *Gladiolithus* sp. ; o : *Michelsarsia* sp. p : *Ophiaster* sp.). Images prises au microscope optique x200/x400 (pas à l'échelle).

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station	Cast	Type	Date	Time Start_UTI	Time End_UTI	Lat	Long	Depth (m)	Depth C	Depth1_samp	Dep1 File	Operator	Volu	Volur	Size fract	Size fra	Remark
ST_01	CTD01	Niskin	44378	11:18	11:44	20°10.95	54°32.00E	4525	200	87.5	SCR-01	Luc	24		>20	[5-20]	observ
ST_02	CTD02	Niskin	44378	16:35		19°46.55	54°18.3E	4441	350	7.6	SCR-02	Clara	48L	48L	>20	[5-20]	echanti
ST_03											SCR-03						
ST_04											SCR-04						
ST_05	CTD05	Net20	44378			19°43.15	54°00.58E	1569		surface		Ian/Sarah			>20		
ST_06	CTD06	Net100	44378			19°41.755	53°59.75E	3904	integrat	200		Yes			>100		
ST_07	CTD07	Net64	44379	10:46		16°53.65	54°23.3E	4767		surface		Ian/Sarah			>64		
ST_07	CTD07	Net10	44379	10:46		16°53.65	54°23.3E	4767		surface		Ian/Sarah			>10		
ST_08	CTD08	Net100	44379	18:05		15°54.15	54°37.9E	3156	integrat	200		Yes			>100		
ST_16	CTD16	Niskin	44380	3:00		15°53.35	54°30.5E	460	200	8	71	SCR-16	Yes	48	48	>20	[5-20]
ST_16	CTD16	Net20	44380	3:45	3:50	15°53.35	54°30.5E	460		surface		Ian/Sarah			>20		
ST_16	CTD16	Net10	44380	3:52	4:00	15°53.35	54°30.5E	460		surface		Ian/Sarah			>10		
SC01	MD21-3598	Net20				11°16.11945	47°32.8219E	3913		surface		Ian/Sarah			>20		
SC01	MD21-3598	Net5				11°16.11945	47°32.8219E	3913		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
SC02	MD21-3599	Net20				11°18.59065	47°42.5182E	3960		surface		Ian/Sarah			>20		
SC02	MD21-3599	Net5				11°18.59065	47°42.5182E	3960		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
SC03	MD21-3600	Net20				11°46.80265	47°27.2305E	3782		surface		Ian/Sarah			>20		
SC03	MD21-3600	Net5				11°46.80265	47°27.2305E	3782		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
CTD17	CTD17b	Niskin	44383	19:34		11°24.665	46°39.05E	3739	200	80-150		Luc/Clara			>20	[5-20]	
CTD17	CTD17b	Net100	44383	19:34		11°24.665	46°39.05E	3739	integrat	200		Yes			>100	[5-20]	
CTD17	CTD17b	Net20				11°24.665	46°39.05E			surface		Ian/Sarah			>20		
CTD17	CTD17b	Net5				11°24.665	46°39.05E			surface		Ian/Sarah			[5-20]		
CTD18	CTD18b	Niskin	44384	15:44	16:09	11°44.775	45°23.745E	3418	200	80-150		Luc/Clara			>20	[5-20]	
SC04	MD21-3603	Net20	44385			12°8.00325	45°44.8019E	3498		surface		Ian/Sarah			>20		
SC04	MD21-3603	Net5	44385			12°8.00325	45°44.8019E	3498		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
CTD20	CTD20	Niskin	44386	3:13		12°46.3845	44°56.488E	642	200	58		Clara			>20	[5-20]	
CTD21	CTD21	Net100	44386	19:34		12°46.1115	44°55.002E	1628	integrat	200		Yes			>100	[5-20]	
CTD23	CTD23b	Niskin	44386	13:09		13°23.725	44°07.18E	3555	200	125	85	Luc		72	72	>20	[5-20]
CTD24	CTD24	Niskin	44387	6:35		12°52.175	45°17.95E	200		65		Luc		72		>20	[5-20]
CTD25	CTD25	Niskin	44387	7:15		12°52.255	45°18.917E	500	200	60		Clara		60		>20	[5-20]
CTD26	CTD26	Niskin	44387	7:58		12°52.6935	45°20.5915	1565	200	45		Luc		36		>20	[5-20]
CTD27	CTD27	Net20	44387	8:44		12°53.185	45°23.26E	1983		surface		Ian/Sarah			>20		
CTD28	CTD28	Niskin	44388	5:42		12°32.404	47°19.54	3518		90		Clara		36		>20	[5-20]
CTD28	CTD28	Net20	44388	6:05		12°32.404	47°19.54	3518		surface		Ian/Sarah			>20		
CTD28	CTD28	Net5	44388	6:12		12°32.404	47°19.54	3518		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
MD21-3607	Core	44389	Sediment sample														
CTD29	CTD29	Net10	44389	6:20	6:25	12°01.425	47°42.12E	3091		surface		Ian/Sarah			>10		
CTD29	CTD29	Net20_1	44389	6:30	6:35	12°01.425	47°42.12E	3091		surface		Ian/Sarah			>20		
CTD29	CTD29	Net20_2	44389	6:40	6:45	12°01.425	47°42.12E	3091		surface		Ian/Sarah			>20		
CTD29	CTD29	Net100	44386	7:00		12°01.425	47°42.12E	3091	integrat	200		Yes			>100	[5-20]	
CTD31	CTD31	Niskin	44389	20:15		11°35.085	47°25.64E	2151	200	87		Clara			>20	[5-20]	
CTD32	CTD32	Niskin	44389	21:04		11°34.735	47°23.80E	1453	200	75.7		Clara			>20	[5-20]	
CTD33a	CTD33a	Niskin	44389	21:45		11°34.5845	47°23.00E	1171	200	71.8		Clara			>20	[5-20]	
CTD33b	CTD33b	Niskin	44389	21:45		11°34.5845	47°23.00E	1171	200	81.4		Clara			>20	[5-20]	
CTD35	CTD35	Niskin	44390	13:41		11°31.8375	47°14.785E	2219	200	77		Luc		60		>20	[5-20]
CTD35	CTD35	Net5	44390	14:30	14:37	11°31.8375	47°14.785E	2219		surface		Ian/Sarah			[5-20]		
CTD35	CTD35	Net20_1	44390	14:42	14:45	11°31.8375	47°14.785E	2219		surface		Ian/Sarah			>20		
CTD35	CTD35	Net20_2	44390	14:42	14:45	11°31.8375	47°14.785E	2219		surface		Ian/Sarah			>20		
DR01	DR01	Net20_1	44391	9:50	9:53	10°55.5591	47°08.1302	2219		surface		Ian/Sarah			>20		
DR01	DR01	Net20_2	44391	9:57	10:00	10°55.5591	47°08.1302	2219		surface		Ian/Sarah			>20		
DR02	DR02	Net20_1	44391	21:03	21:06	10°42.4696	46°47.8010			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR02	DR02	Net20_2	44391	21:08	21:11	10°42.4696	46°47.8010			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR03	DR03	Net20_1	44392	10:11	10:15	11°54.22	45°16.58			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR03	DR03	Net20_2	44392	10:16	10:20	11°54.22	45°16.58			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR03	DR03	Net20_1	44392	18:08	18:14	11°54.011	45°15.856			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR03	DR03	Net20_2	44392	18:15	18:21	11°54.011	45°15.856			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR05	DR05	Net20_1	44393	8:30	8:35	12°5.8910	45°3.9801			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR05	DR05	Net20_2	44393	8:37	8:40	12°5.8910	45°3.9801			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR05	DR05	Net5	44393	8:43	8:49	12°5.8910	45°3.9801			surface		Ian/Sarah			[5-20]		Ethanol
DR06	DR06	Net5	44393	19:00	19:06	12°26.008	44°53.3762			surface		Ian/Sarah			[5-20]		for Luc
DR06	DR06	Net5	44393	19:07	19:13	12°26.008	44°53.3762			surface		Ian/Sarah			[5-20]		for Luc
DR06	DR06	Net20_1	44393	19:14	19:17	12°26.008	44°53.3762			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR06	DR06	Net20_2	44393	19:18	19:21	12°26.008	44°53.3762			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR08	DR08	Net5	44394	10:15	10:21	12°21.3019	46°3.090			surface		Ian/Sarah			[5-20]		for Luc
DR08	DR08	Net5	44394	10:22	10:28	12°21.3019	46°3.090			surface		Ian/Sarah			[5-20]		culture
DR08	DR08	Net20_1	44394	10:30	10:35	12°21.3019	46°3.090			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR08	DR08	Net20_2	44394	10:36	10:41	12°21.3019	46°3.090			surface		Ian/Sarah			>20		Single-c
DR08b	DR08b	Net20_1	44394	15:40	15:43	12°21.378	46°2.975			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR10	DR10	Net10	44395	7:15		12°38.260	46°33.709		integrat	30		Yes/Ian/Sarah			>10		Single-c
DR10	DR10	Net5	44395	7:15		12°38.260	46°33.709		integrat	30		Yes/Ian/Sarah			[5-20]		Single-c
DR10	DR10	Net100	44395	7:00		12°38.260	46°33.709		integrat	30		Yes/Ian/Sarah			>100		very dir
DR10	DR10	Net10	44395	10:35	11:45	12°38.260	46°33.709		integrat	250		Yes/Ian/Sarah			>10		Single-c
DR10	DR10	Net5	44395	10:35	11:45	12°38.260	46°33.709		integrat	250		Yes/Ian/Sarah			[5-20]		Single-c
DR10	DR10	Net100	44395	10:35	11:45	12°38.260	46°33.709		integrat	250		Yes/Ian/Sarah			>100		Single-c
DR10	DR10	Net20_1	44395	12:07	12:11	12°38.260	46°33.709			surface		Ian/Sarah			>20		Ethanol
DR10	DR10	Net20_2</															

7.5 Rôle des îles sur le milieu océanique environnement : effet naturel et contribution à l'anthropisation du milieu marin

7.5.1 Contexte

Les îles océaniques sont des environnements particuliers, présentant des caractéristiques géomorphologiques différentes liées à leur histoire géologique et des niveaux de développement et d'anthropisation différents liés à leur histoire de colonisation par l'Homme. Elles constituent des discontinuités dans le milieu hauturier homogène, générant ainsi des processus favorisant la production océanique et la rétention des organismes en aval du flux dominant, connu sous le terme d'effet de masse insulaire (Doty & Oguri 1956, Bakun 2006). Ces îles sont généralement caractérisées par un plateau insulaire de taille réduite, qui entraîne une grande proximité entre les écosystèmes côtiers et hauturiers. Cette situation favorise les échanges de matière et d'énergie entre la côte et le large, et ces échanges naturels contribuent au bon fonctionnement de ces systèmes particuliers. Ces écosystèmes sont aussi caractérisés par des communautés biologiques et des processus propres à chacun, naturellement enrichis par les échanges avec le milieu adjacent. Les monts sous-marins constituent également des discontinuités dans l'environnement océanique et peuvent s'apparenter à des îles dont le sommet n'émerge pas.

7.5.2 Objectifs scientifiques

L'objectif général est de mieux comprendre l'impact des îles océaniques et monts sous-marins, en milieu tropical, sur l'exportation de matière et de nutriments vers le milieu hauturier et les conséquences sur le fonctionnement et l'anthropisation des écosystèmes marins.

Dans le cadre de cette mission, le travail s'est focalisé sur le mont La Pérouse, l'archipel des Glorieuses, les bancs Zélée et Geysier et Mayotte (Figure 19, Figure 20, Figure 21). Il s'agit :

1- d'étudier si un signal insulaire ou lié aux monts sous-marins peut se détecter dans le milieu hauturier et jusqu'à quelle distance.

2- de déterminer si les différences de géomorphologie entre les sites étudiés influencent le signal.

3- de confirmer qu'un signal lié aux activités humaines peut se détecter dans le signal insulaire, en comparant l'île de Mayotte qui est habitée et en plein développement à celle de la Grande Glorieuse qui est très faiblement peuplée (quasi inhabitée).

4- de déterminer l'impact des îles océaniques tropicales sur la structure de la biodiversité des vertébrés.

Enfin, pendant le trajet, des stations hydrologiques ont été réalisées entre La Réunion et Mayotte afin de contribuer à la caractérisation des masses d'eau et dans un effort de développement des isoscapes dans le sud-ouest de l'océan Indien. L'ensemble des stations a été réalisé dans les zones économiques exclusives françaises.

7.5.3 Échantillonnage

Pour chaque station hydrologique, des profils CTD ont été effectués incluant la fluorescence entre la surface et 200 m de profondeur, 20 L d'eau ont été prélevés à la profondeur du maximum de fluorescence (DCM) et 20 L ont également été prélevés en surface (5 mètres) à l'aide de bouteilles Niskin, montées sur une rosette. Chaque prélèvement est transféré sur le bateau dans des bidons de 10 L préalablement rincés avec l'eau dudit prélèvement. Les bidons sont ensuite déposés dans une glacière pour éviter que la chaleur ne dégrade les molécules d'ADN présentes dans l'eau.

Les différents paramètres mesurés permettront de caractériser les masses d'eau en fonction de la distance à la côte (0,5-1-2-5-10 km) et de la position en amont ou aval de l'île ou du mont sous-marin par rapport au flux d'eau dominant (Figure 19). La profondeur de la thermocline, le minimum d'oxygène et le maximum de fluorescence ont été déterminés à partir de ces profils. Cela a permis de définir les profondeurs de prélèvements de l'eau de mer pour faire des analyses de la composition isotopique en carbone et azote de la matière organique particulaire (proxy du phytoplancton). Trois répliques ont été faites par station et profondeur (surface et maximum de fluorescence). Le carbone isotopique est connu pour diminuer en fonction de la distance à la côte et cela traduit des changements dans les producteurs primaires. De même, il existe des gradients entre la surface et la profondeur qui traduisent à la fois des différences dans les producteurs primaires, mais aussi dans l'activité photosynthétique, qui est la plus importante à la profondeur du maximum de fluorescence. L'azote permettra à la fois d'établir la ligne de base isotopique, ce qui est important pour les études de réseaux trophiques, et de tracer l'origine de l'azote utilisé par les producteurs primaires, en distinguant en particulier les sources naturelles et liées aux activités humaines (activités agricoles, pollution organique, etc...). L'ensemble de ces mesures permettra de caractériser l'effet d'île à la fois sur la production primaire, l'exportation de matière organique depuis la côte vers le large et suivre l'influence des activités humaines sur le milieu marin adjacent de l'île. En ce qui concerne l'étude de la structure de la biodiversité autour des îles en utilisant la méthode de ADNe, un seul réplica a été fait par station et profondeur (surface et maximum de fluorescence). Le principe de l'ADN environnemental repose sur le prélèvement et l'analyse de l'ADN présent dans un environnement. Cet environnement peut être variable, dans notre cas de l'eau de mer. L'ADN étant le support universel de l'information génétique, l'analyse de ses séquences permet donc de différencier des individus et d'accéder à une multitude d'informations contenues dans celles-ci. Cette méthode permet d'avoir accès à des quantités importantes d'informations qui peuvent d'être utile dans l'étude de la biodiversité. Cette méthode s'appuie sur des techniques classiques de biologie moléculaire (PCR, séquençage).

Au total, 35 CTD ont été effectuées, ce qui représente 105 échantillons pour la surface et 105 échantillons pour la profondeur de maximum de fluorescence pour la partie analyses des isotopes stables et 35 échantillons pour la surface et 35 échantillons pour la profondeur de maximum de fluorescence pour la partie analyses ADNe. Suite à un problème technique après la 35ème CTD, la suite des prélèvements concernant les points SPS 1 à 5 ont uniquement été effectués en surface, correspondant à un total de 15 échantillons pour l'analyse des isotopes stables et 4 pour l'analyse de l'ADNe.

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Station	Name	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Depths (m)		Sampling (L)		POM			ADNe
					Max DCM	Surface	Max DCM	Surface	POM_01	POM_02	POM_03	
CTD Station 1		20 10.84 S	54 32.05 E	Jul 01 2021 11:25:59	87	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 2		19 46.45 S	54 18.29 E	Jul 01 2021 16:33:15	88	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 3		19 44.78 S	54 12.07 E	Jul 01 2021 17:33:35	77	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 4		19 43.81 S	54 08.77 E	Jul 01 2021 18:21:13	53	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 5		19 43.13 S	54 05.83 E	Jul 01 2021 19:07:30	100	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 6		19 41.76 S	53 59.78 E	Jul 01 2021 20:37:00	85	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 7		16 53.57 S	54 23.32 E	Jul 02 2021 11:03:21	75	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 8		15 54.17 S	54 37.95 E	Jul 02 2021 18:13:59	60	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 9		15 54.04 S	54 36.10 E	Jul 02 2021 20:24:46	65	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 10		15 53.85 S	54 34.71 E	Jul 02 2021 21:14:59	70	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 11		15 53.68 S	54 33.54 E	Jul 02 2021 22:11:19	70	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 12		15 53.62 S	54 33.03 E	Jul 02 2021 22:57:24	70	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 13		15 52.34 S	54 25.90 E	Jul 03 2021 00:38:39	70	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 14		15 52.84 S	54 28.33 E	Jul 03 2021 01:38:21	82	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 15		15 53.13 S	54 29.94 E	Jul 03 2021 02:25:48	65	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 16		15 53.40 S	54 30.57 E	Jul 03 2021 03:05:25	72	9	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 17A		11 24.64 S	46 39.07 E	Jul 06 2021 18:58:23	60	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 18A		11 44.97 S	45 23.70 E	Jul 07 2021 15:25:49	80	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 19		12 46.74 S	44 57.28 E	Jul 09 2021 02:38:16	50	5	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 20		12 46.38 S	44 56.49 E	Jul 09 2021 03:23:01	60	5	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 21		12 46.12 S	44 55.00 E	Jul 09 2021 04:09:24	70	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 22		12 45.54 S	44 52.81 E	Jul 09 2021 06:35:23	65	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 23		13 23.70 S	44 07.19 E	Jul 09 2021 13:20:56	76	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 24		12 52.17 S	45 17.97 E	Jul 10 2021 06:44:58	64	5	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 25		12 52.25 S	45 18.92 E	Jul 10 2021 07:22:52	61	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 26		12 52.71 S	45 20.61 E	Jul 10 2021 08:09:09	46	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 27		12 53.23 S	45 23.30 E	Jul 10 2021 08:54:49	51	5	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 28		12 32.40 S	47 19.54 E	Jul 11 2021 05:53:08	101	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 29		12 01.40 S	47 42.14 E	Jul 12 2021 06:28:48	81	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 30		11 35.57 S	47 27.60 E	Jul 12 2021 19:32:45	70	5	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 31		11 35.05 S	47 25.36 E	Jul 12 2021 20:24:39	85	6	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 32		11 34.73 S	47 23.80 E	Jul 12 2021 21:12:35	77	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 33		11 34.58 S	47 23.21 E	Jul 12 2021 22:00:20	70	7	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 34		11 31.34 S	47 12.43 E	Jul 13 2021 13:04:31	62	8	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
CTD Station 35		11 31.81 S	47 14.80 E	Jul 13 2021 13:48:43	77	Surface	20	20	4 L	4 L	4 L	5 L
SPS Station 1		11 31.81 S	47 14.80 E	Jul 13 2021 13:48:43	NaN	Surface	NaN	20	4 L	4 L	4 L	5 L
SPS Station 2				Jul 18 2021	NaN	Surface	NaN	20	4 L	4 L	4 L	5 L
SPS Station 3		12 11.97 S	46 15.56 E	Jul 18 2021	NaN	Surface	NaN	20	4 L	4 L	4 L	5 L
SPS Station 4		12 22.33 S	46 23.20 E	Jul 18 2021	NaN	Surface	NaN	20	4 L	4 L	4 L	5 L
SPS Station 5		12 38.32 S	46 33.66 E	Jul 18 2021	NaN	Surface	NaN	20	4 L	4 L	4 L	5 L

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des opérations de prélèvement d'eau par CTD et par prélèvements de surface

7.5.4 Cartes de positionnement des prélèvements

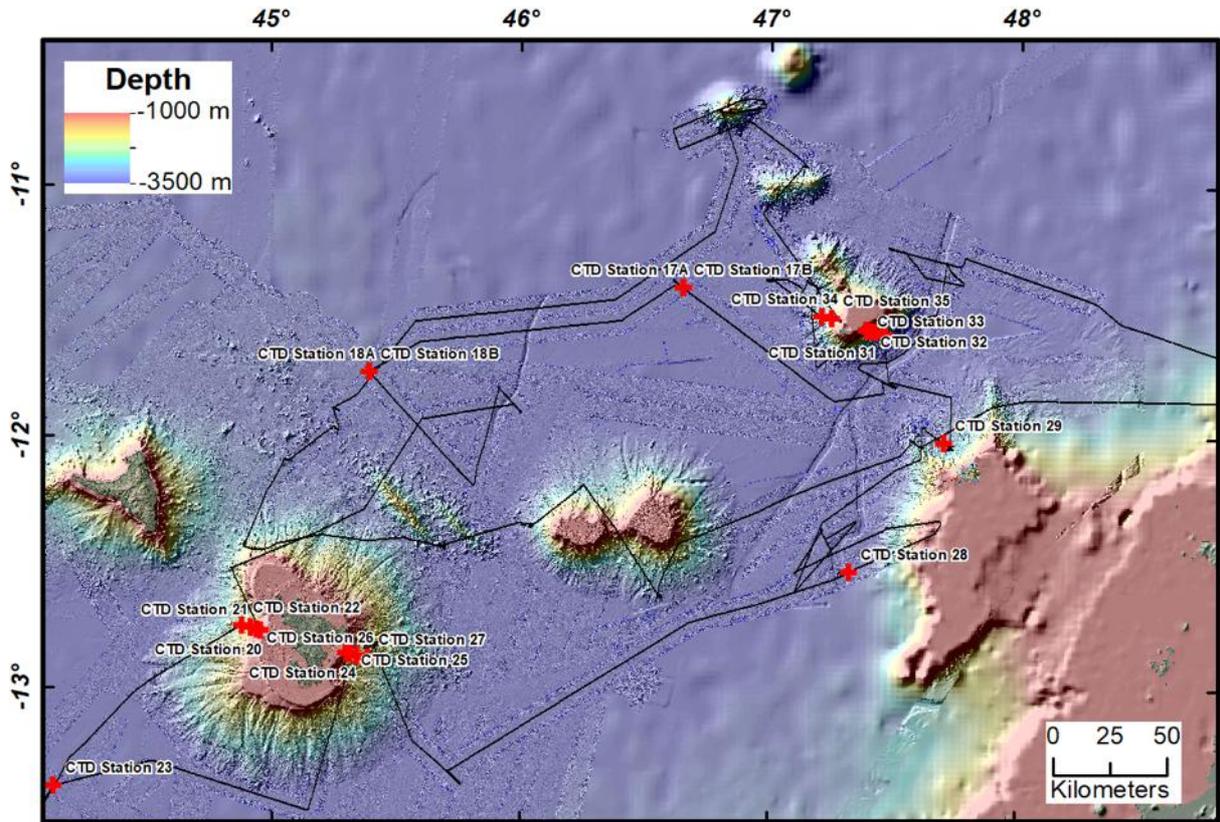


Figure 19 : Positionnement des prélèvements par CTD Rosette

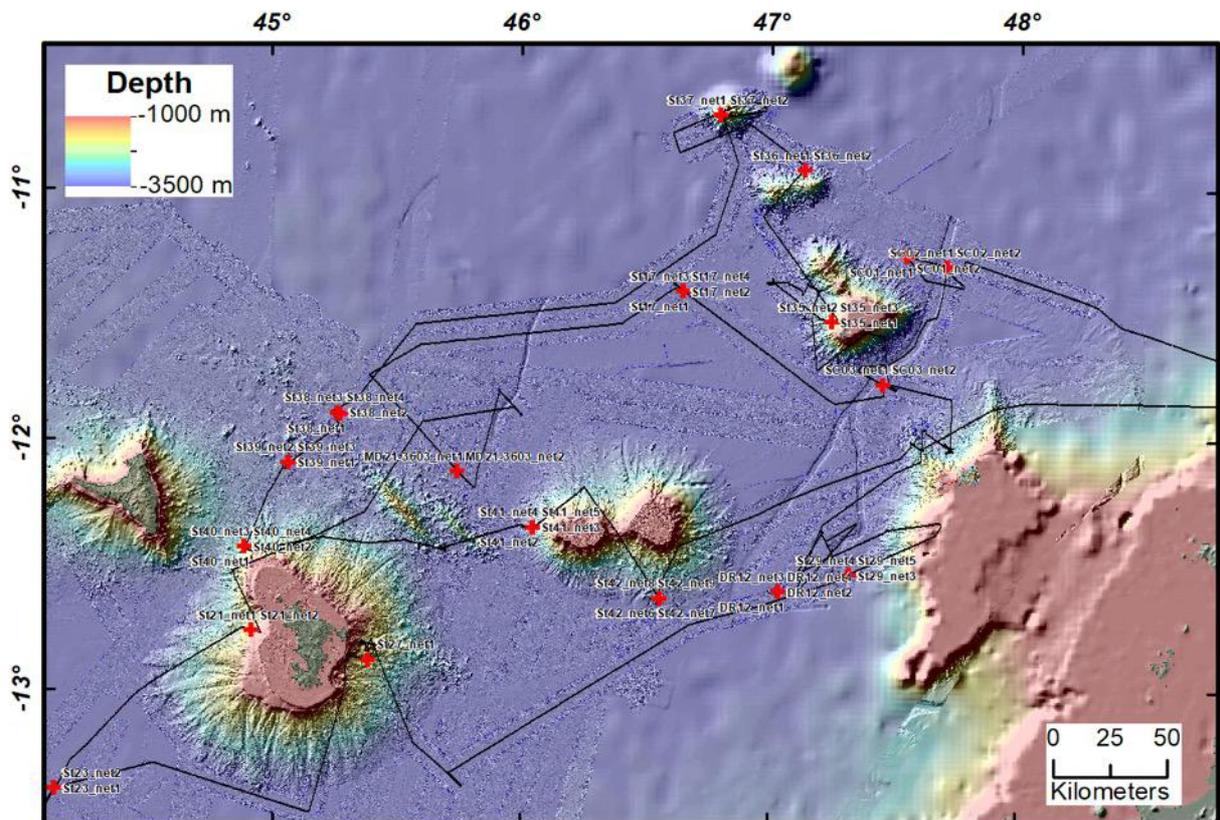


Figure 20 : Positionnement des prélèvements par filets à plancton

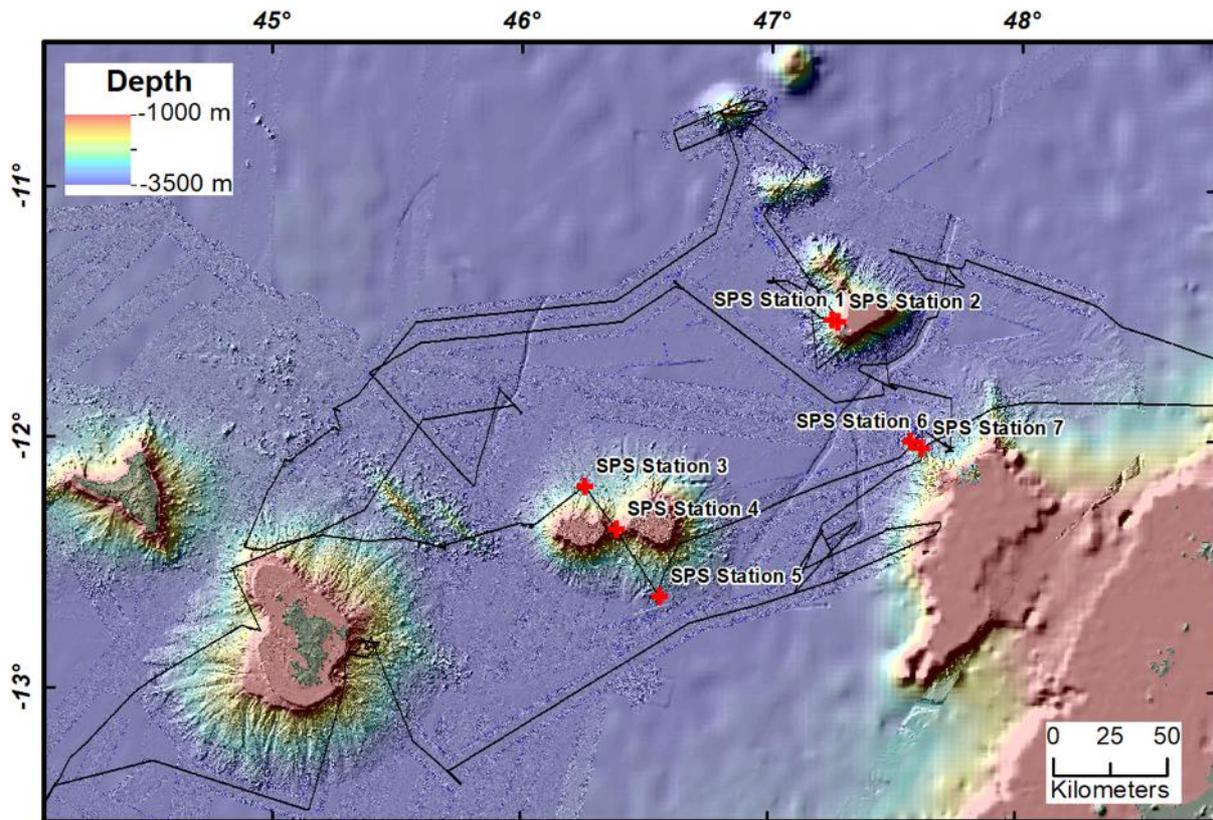


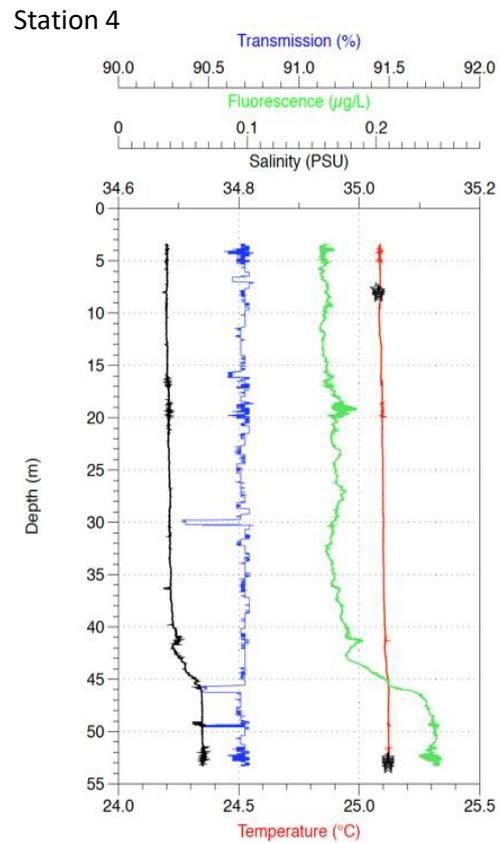
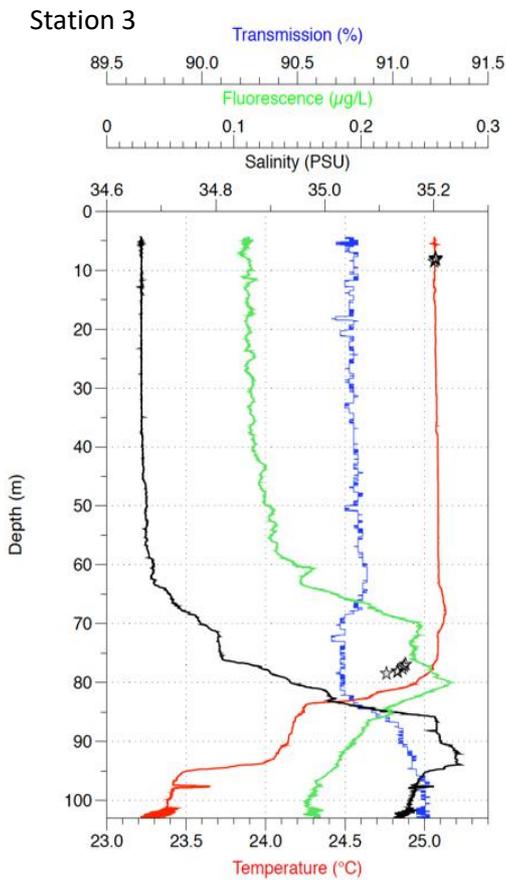
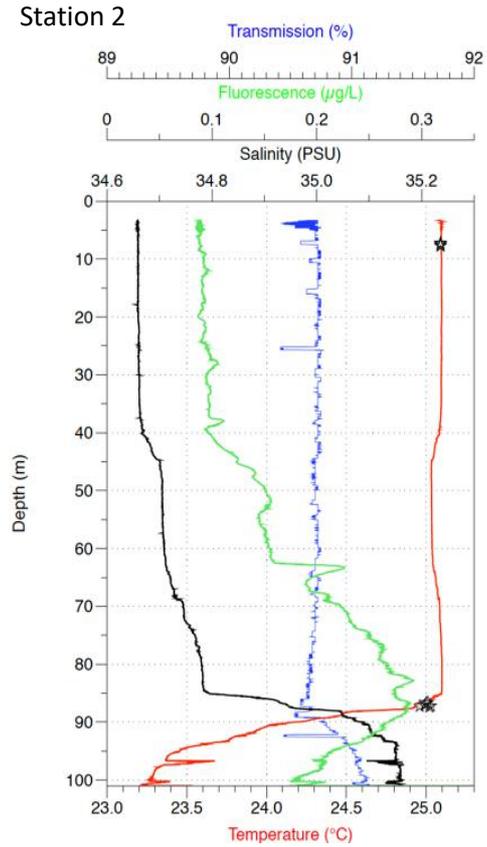
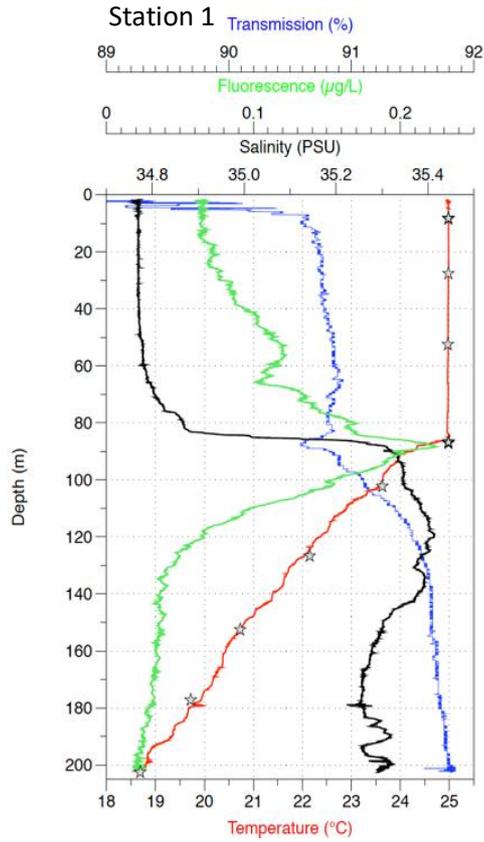
Figure 21 : Positionnement des prélèvements de surface

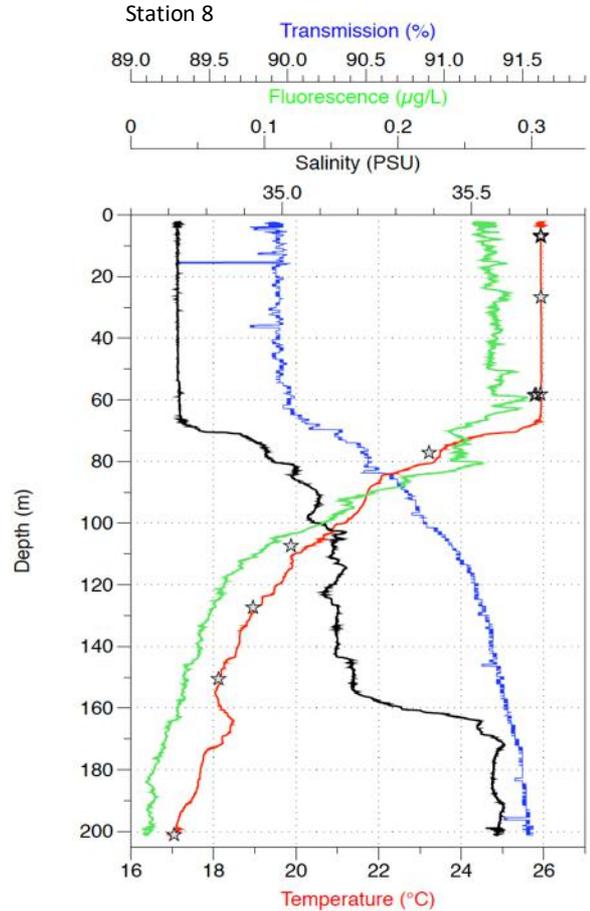
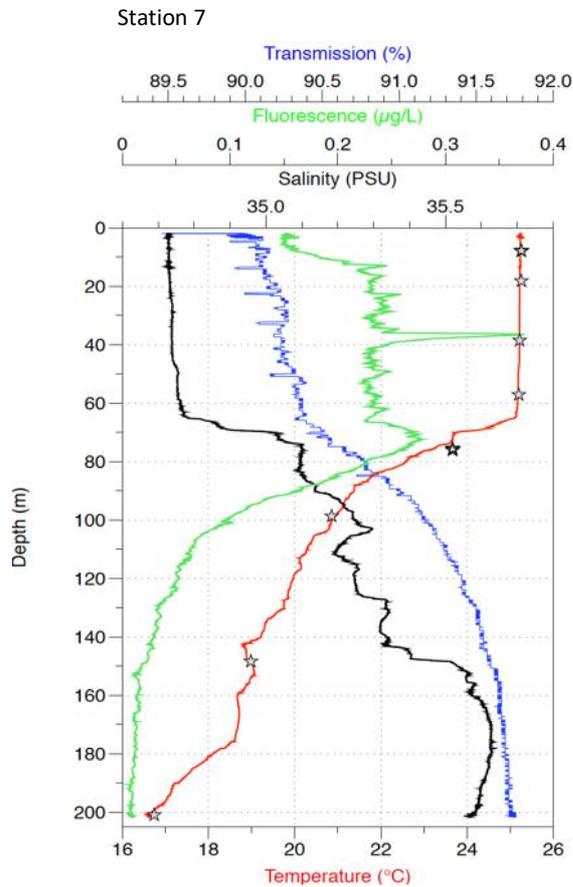
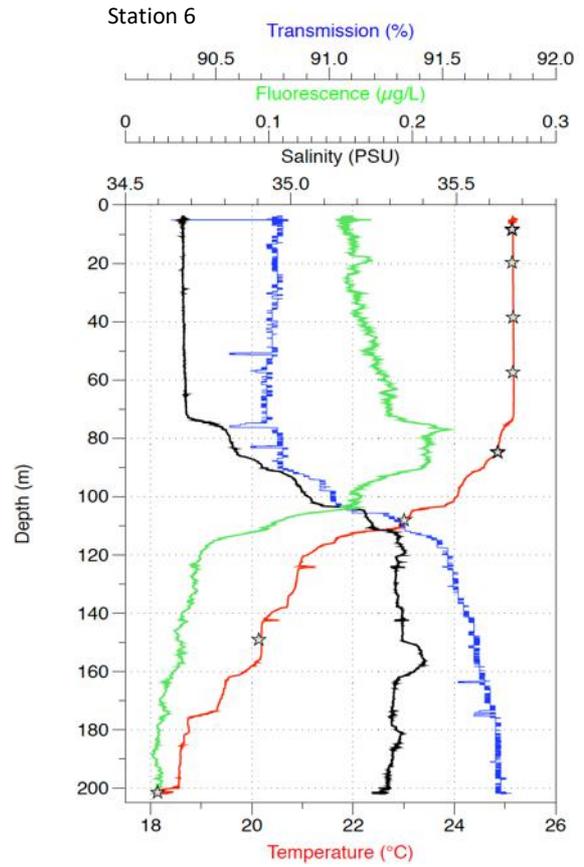
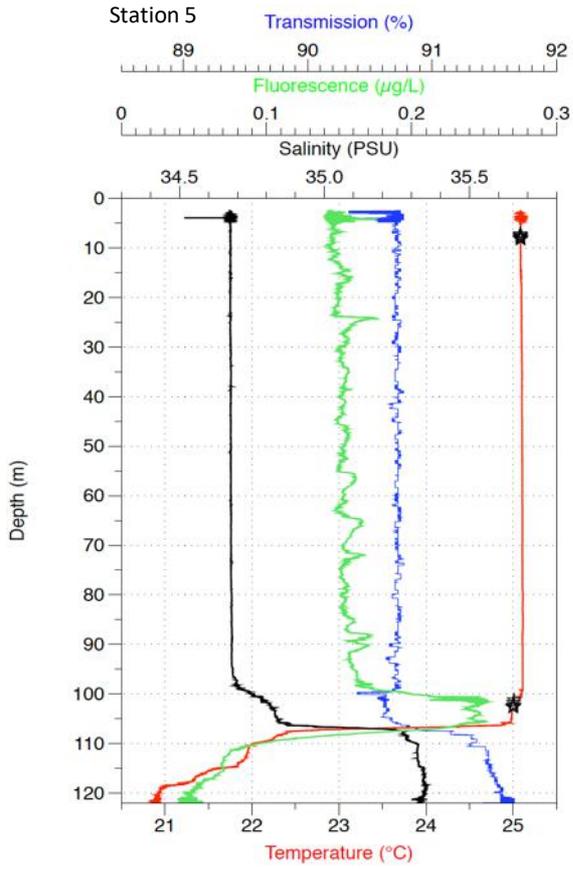
7.6 CTD rosette

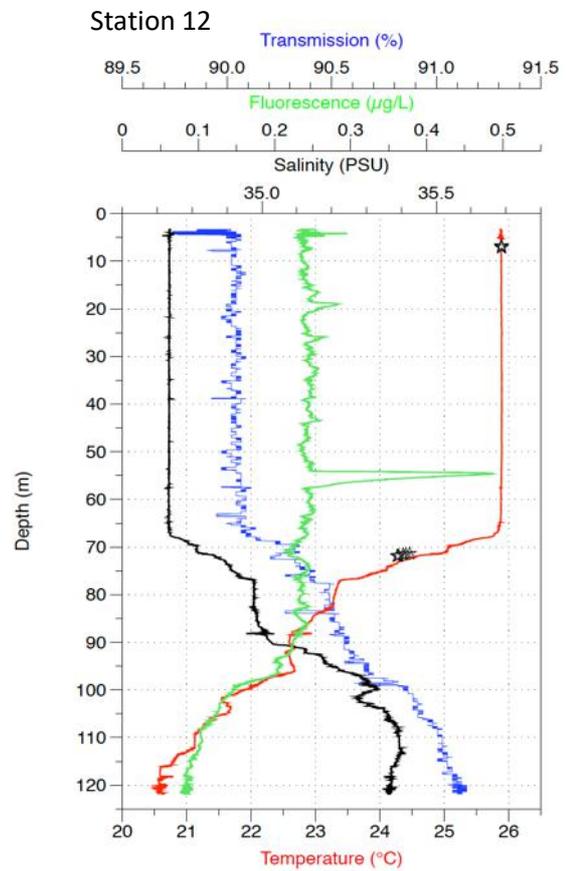
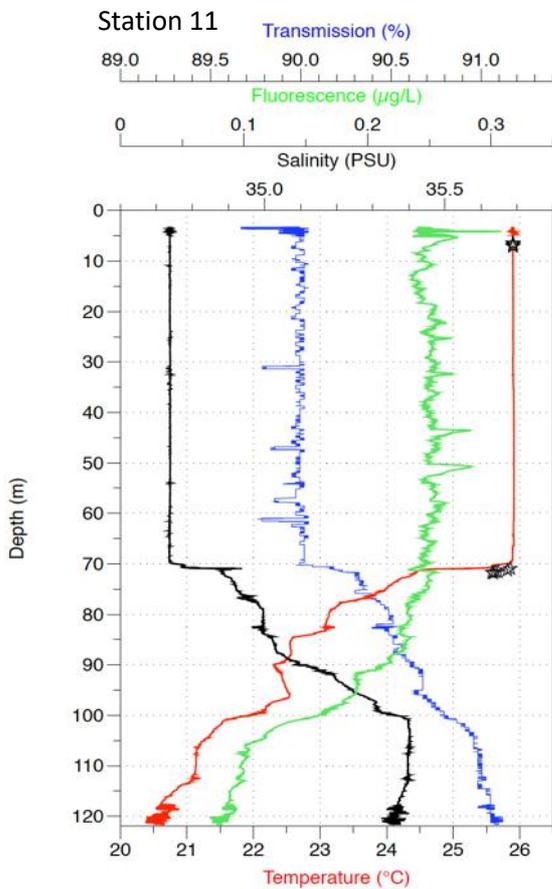
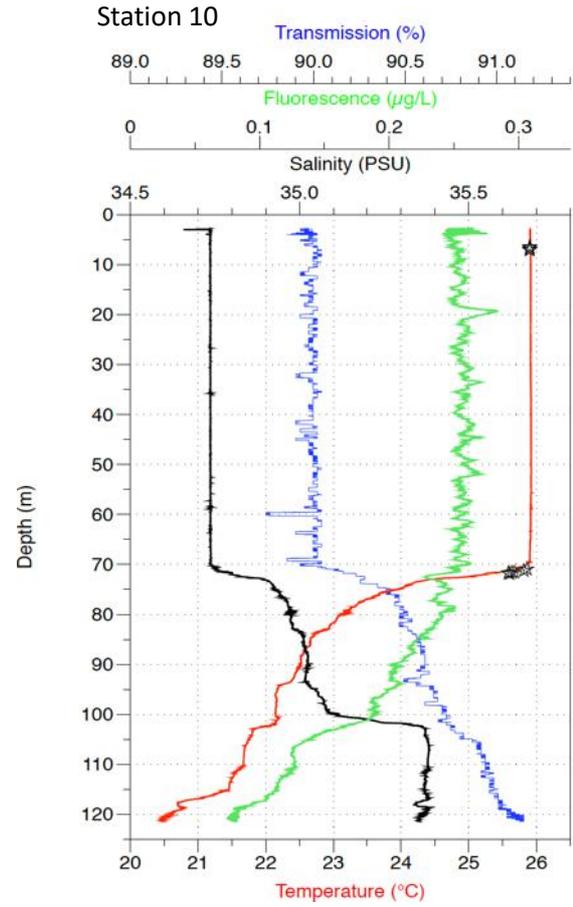
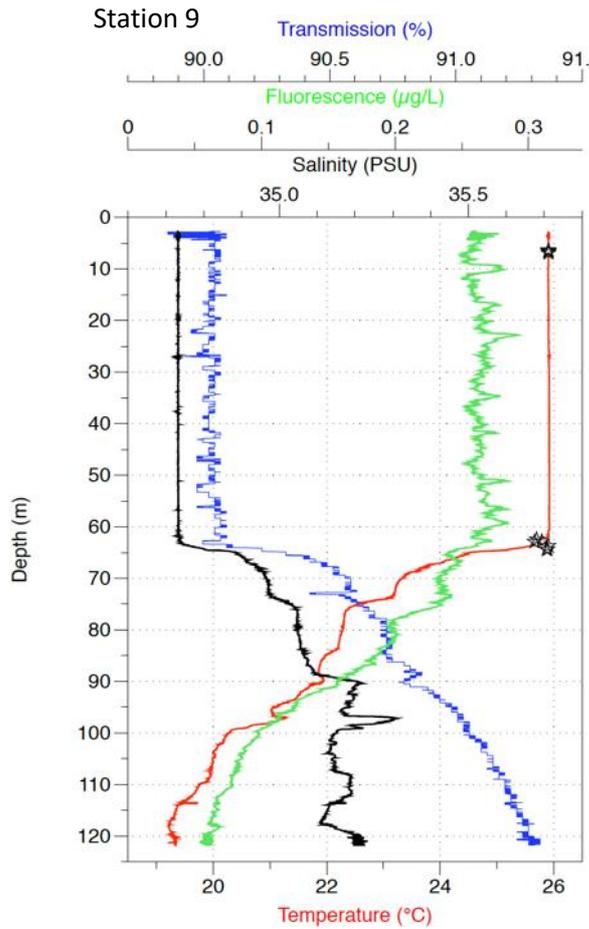
La CTD de la DT INSU, était montée sur une rosette contenant 12 bouteilles Niskin de 12 L, avec 2 capteurs de température, 2 capteurs de conductivité, un altimètre, un fluorimètre, un transmissomètre, et un turbidimètre. Il n’y avait pas de personnel qualifié à bord. Deux d’entre nous ont fait une formation de 2 jours à Brest pour apprendre à monter et à mettre en œuvre cette CTD rosette.

Trente-quatre profils CTD ont été réalisés sans grand problème mis à part le non-déclenchement de quatre bouteilles dans les premiers sites. Lors du trente-cinquième profil, une bouteille (n°11) a implosé et brisé les deux bouteilles contiguës. Les bouteilles étaient toutes bien fermées à la descente, et la n°11 a dû claquer dans les vagues après l’actionnement de la pompe (lors de la remontée en sub-surface). De peur que la CTD n’ait été touchée par l’implosion, nous avons choisi d’interrompre le programme de prélèvement d’eau (nous avons effectué 3/4 de nos prélèvements) pour ne pas prendre le risque d’endommager gravement la CTD en cas d’une perte d’étanchéité.

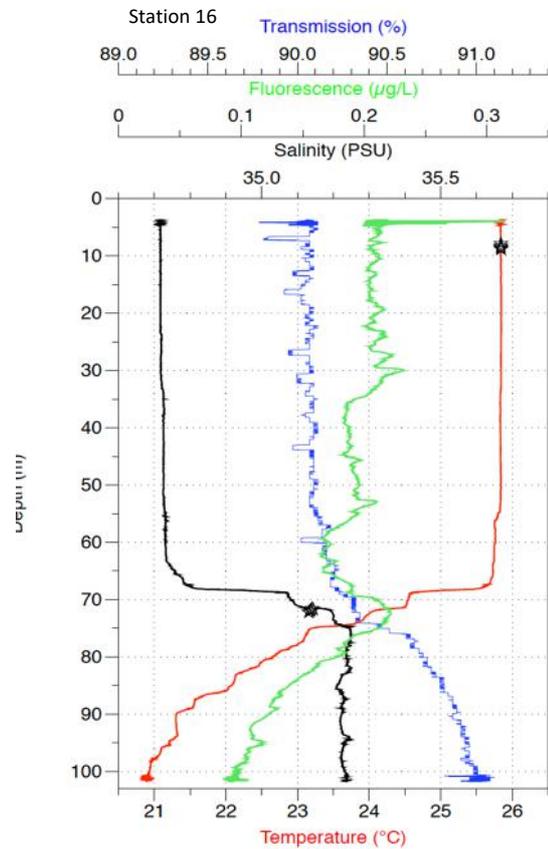
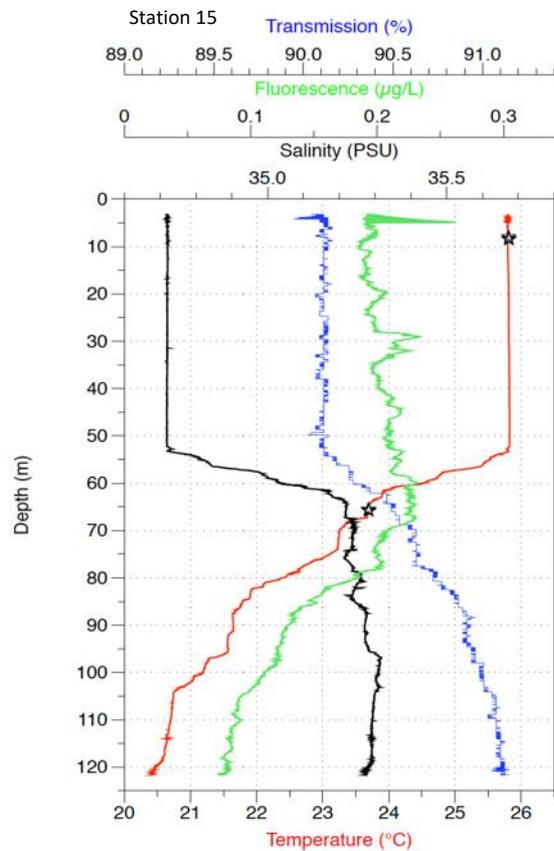
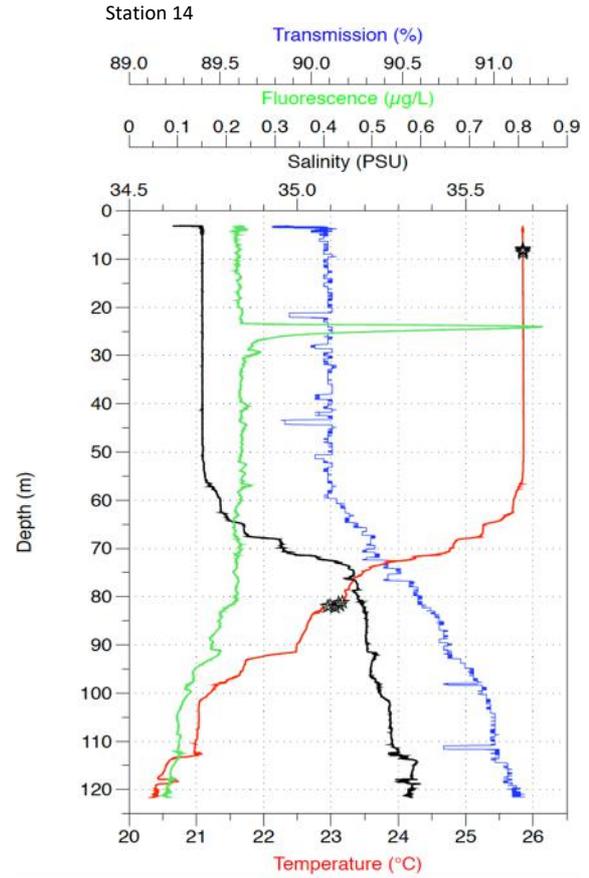
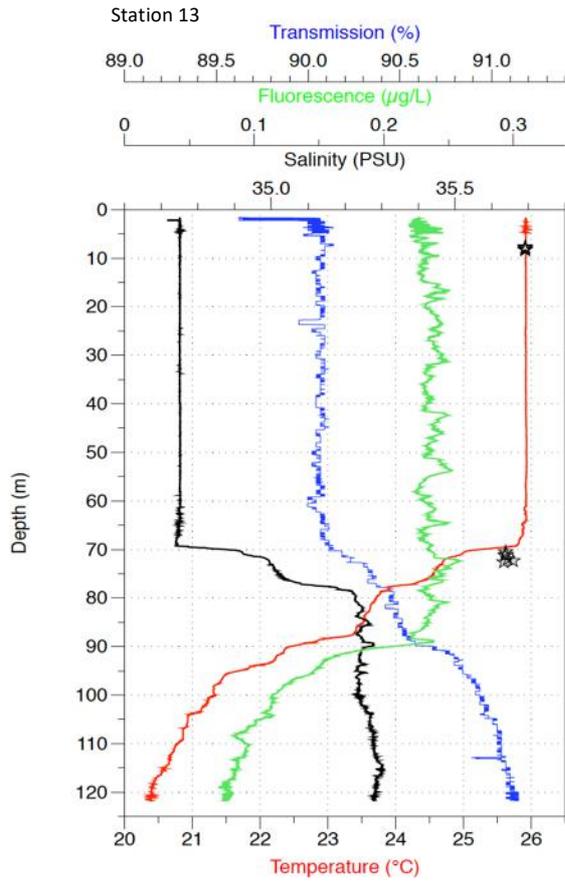
Les profils des trente-cinq CTD rosette sont présentés ci-dessous (Figure 22):



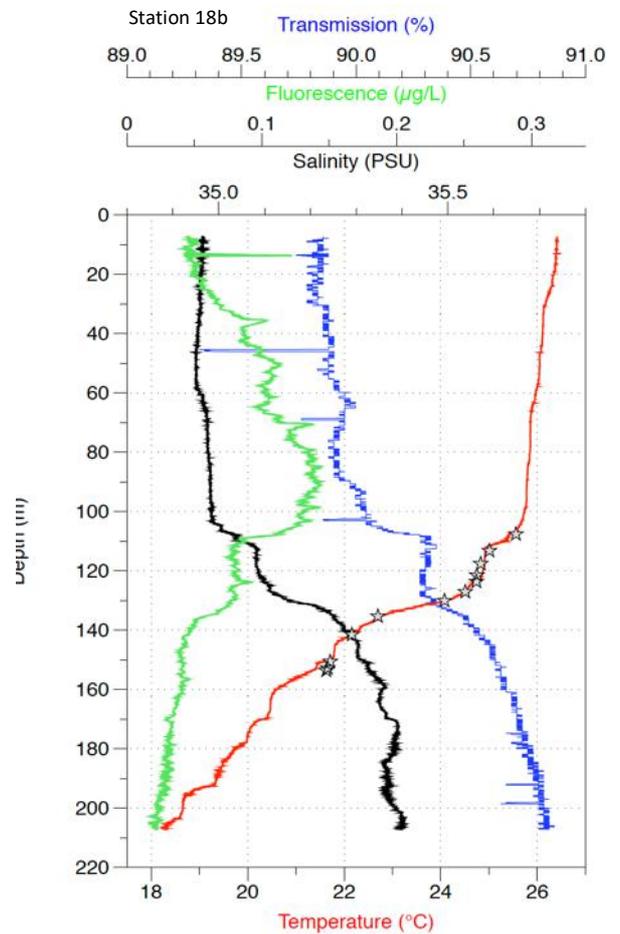
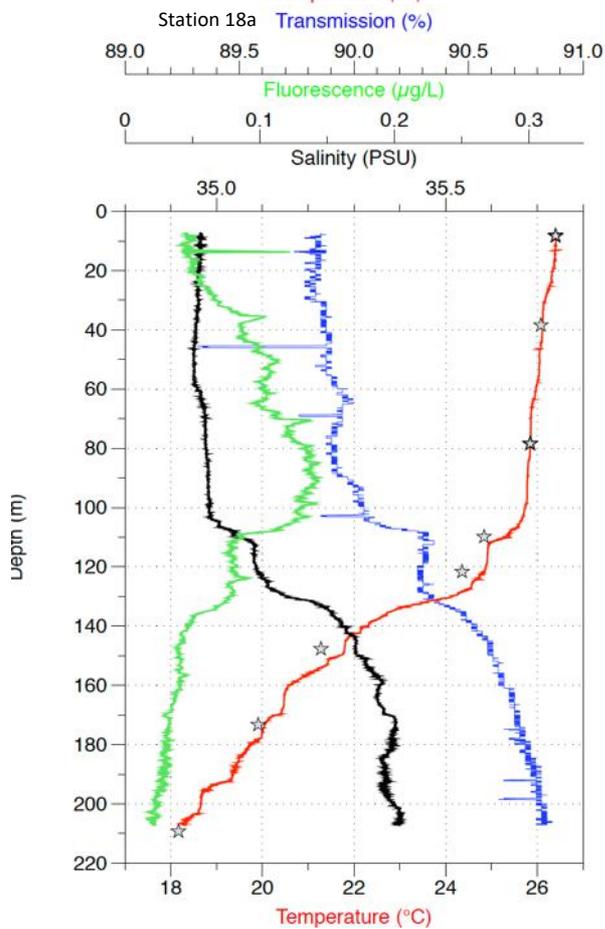
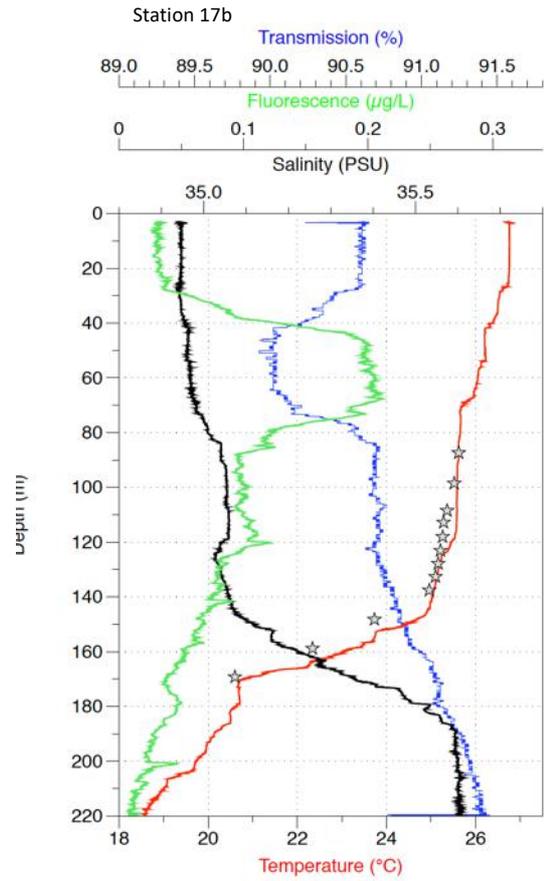
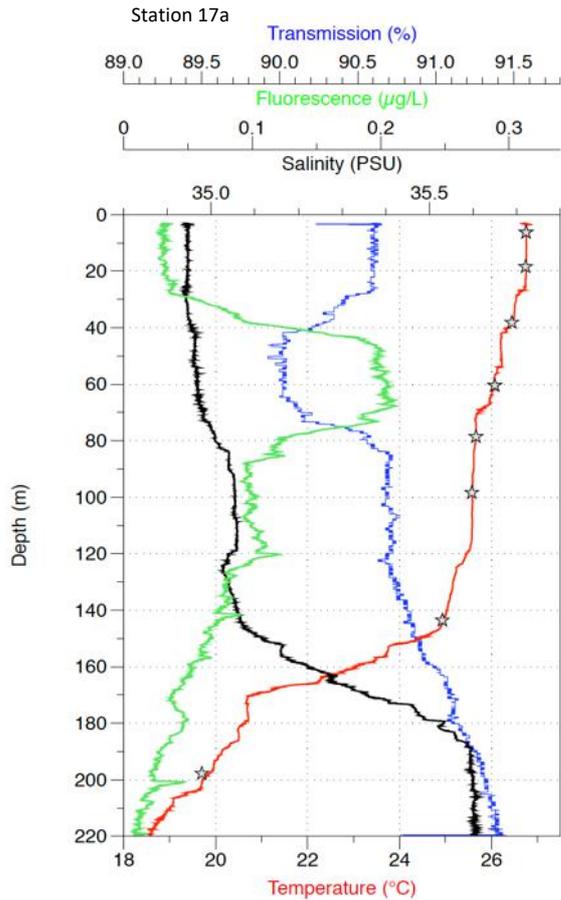




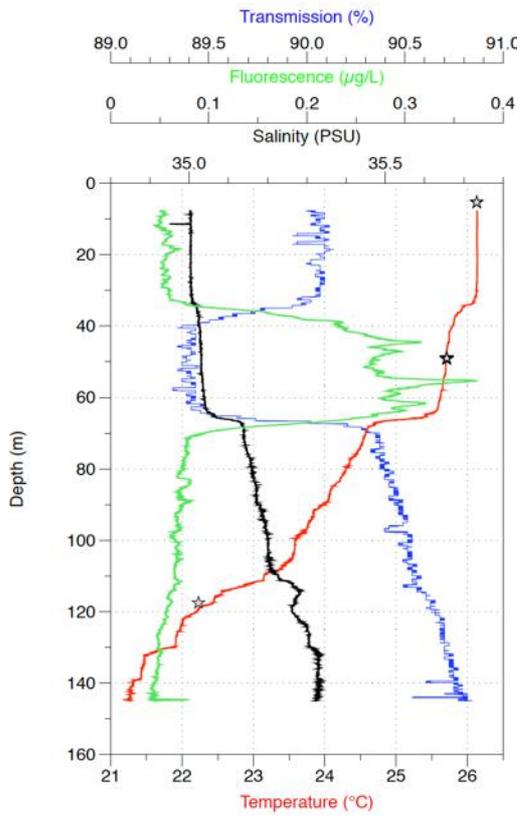
Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021



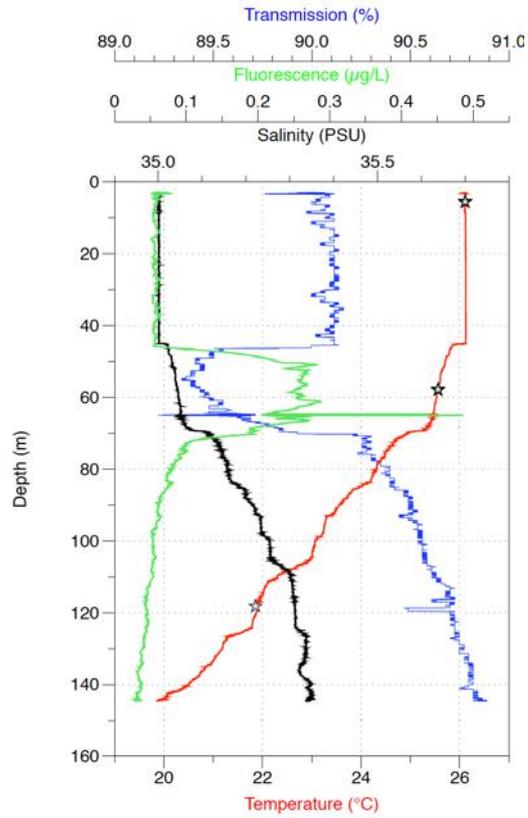
Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021



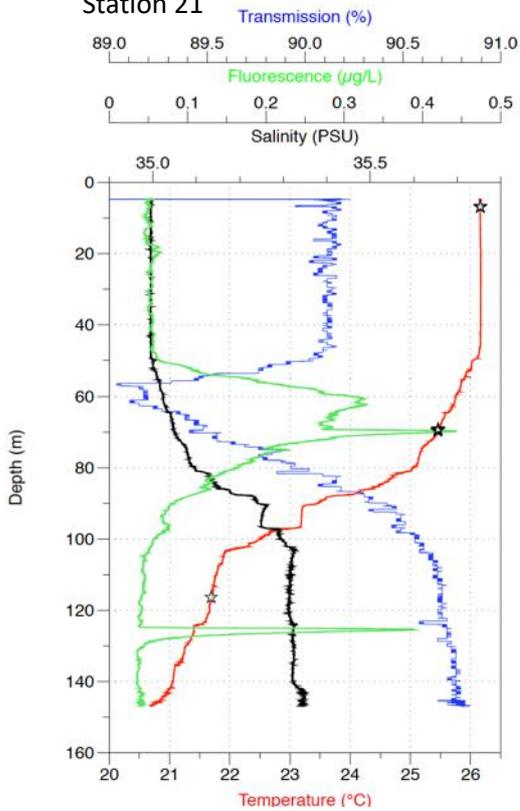
Station 19



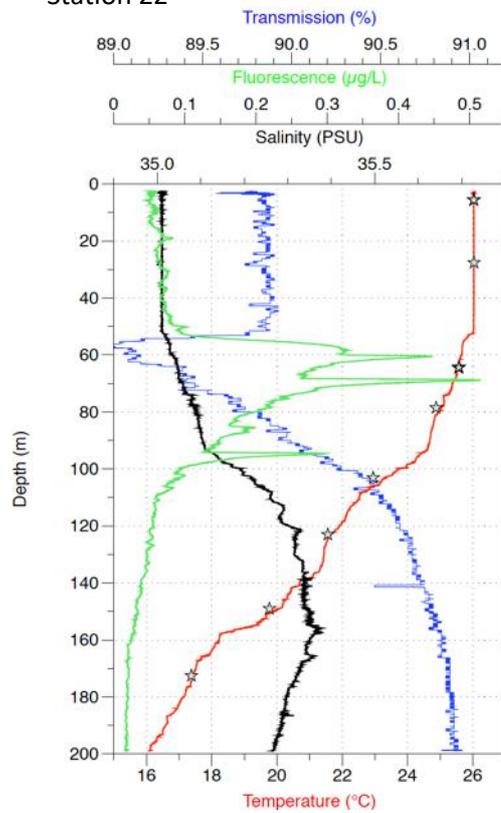
Station 20



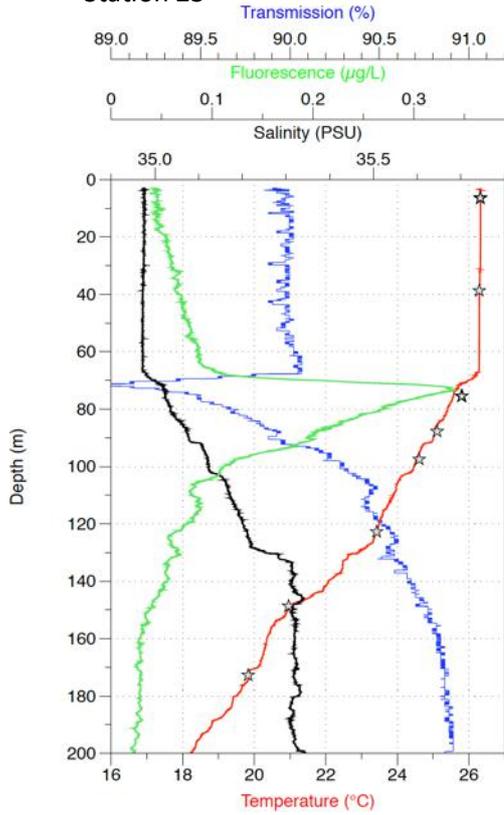
Station 21



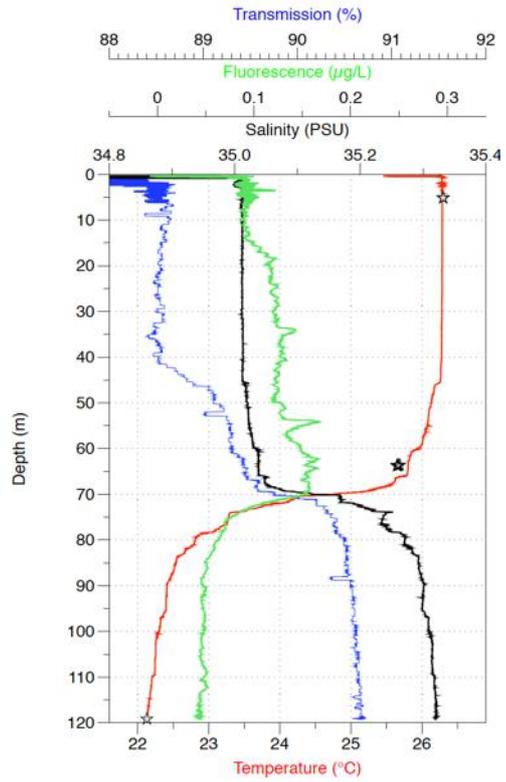
Station 22



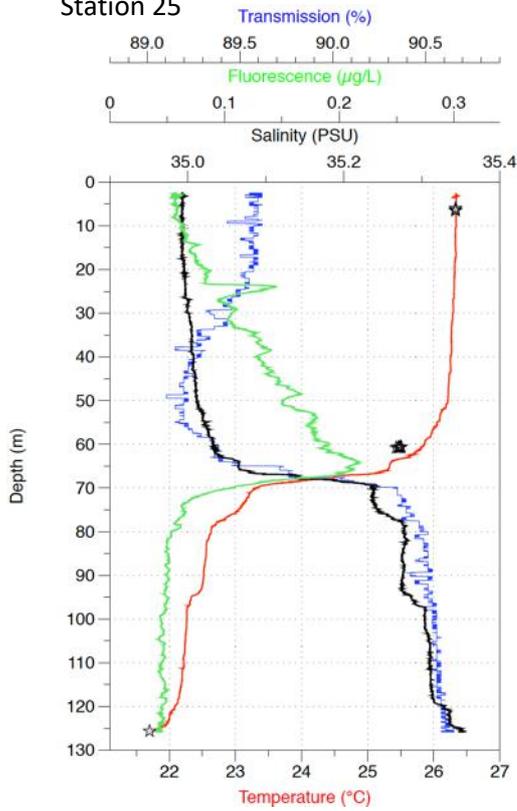
Station 23



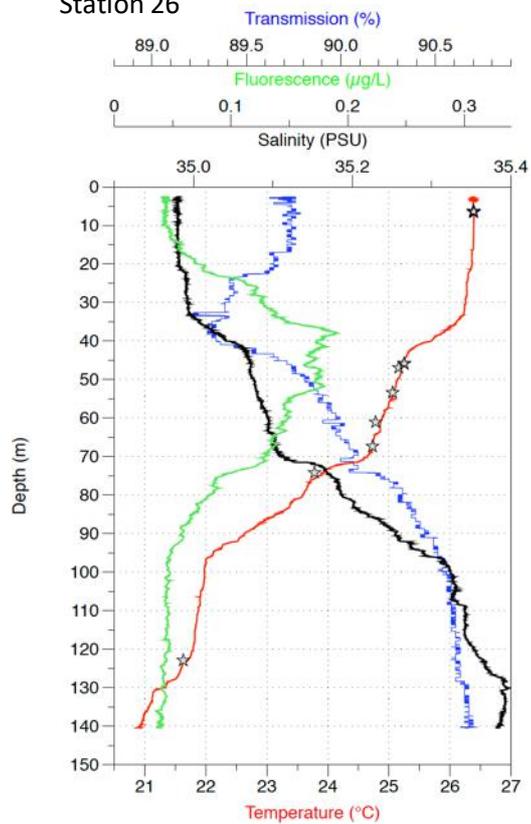
Station 24

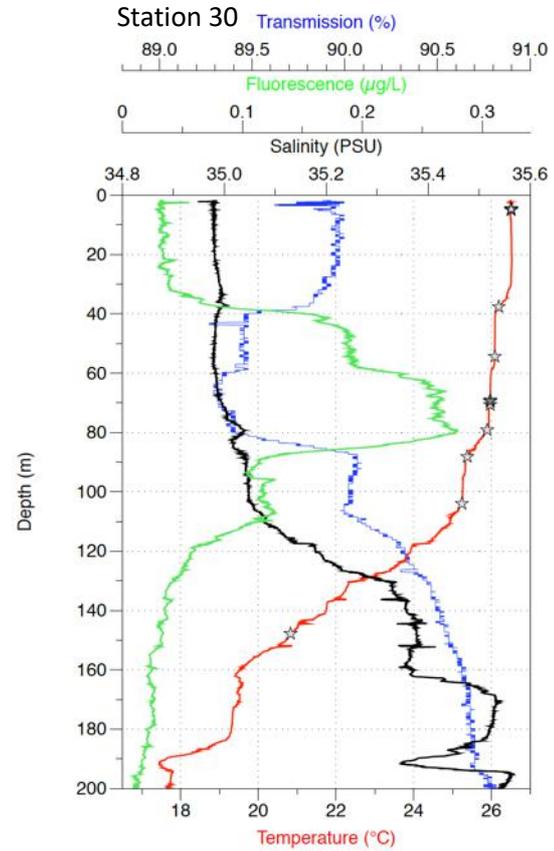
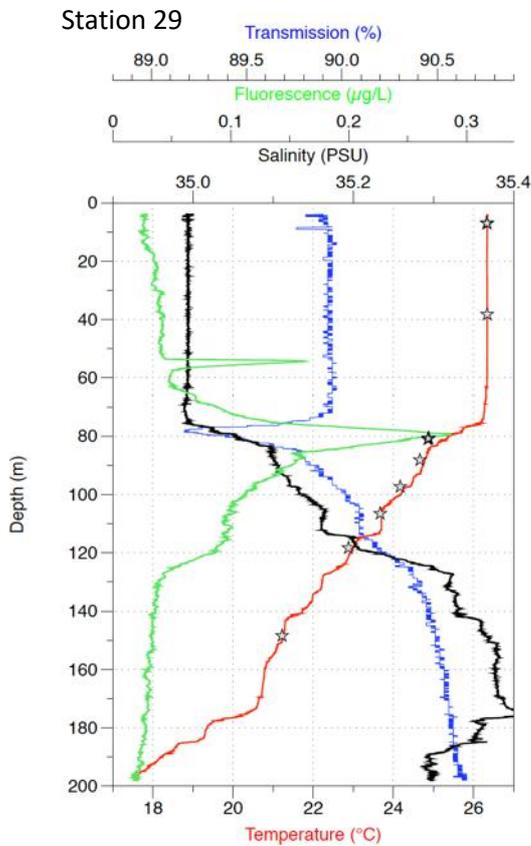
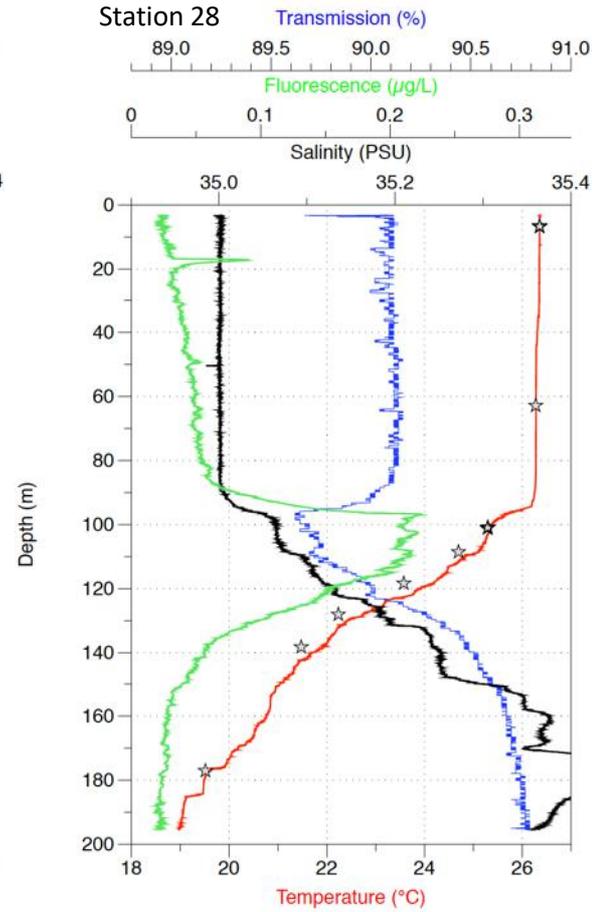
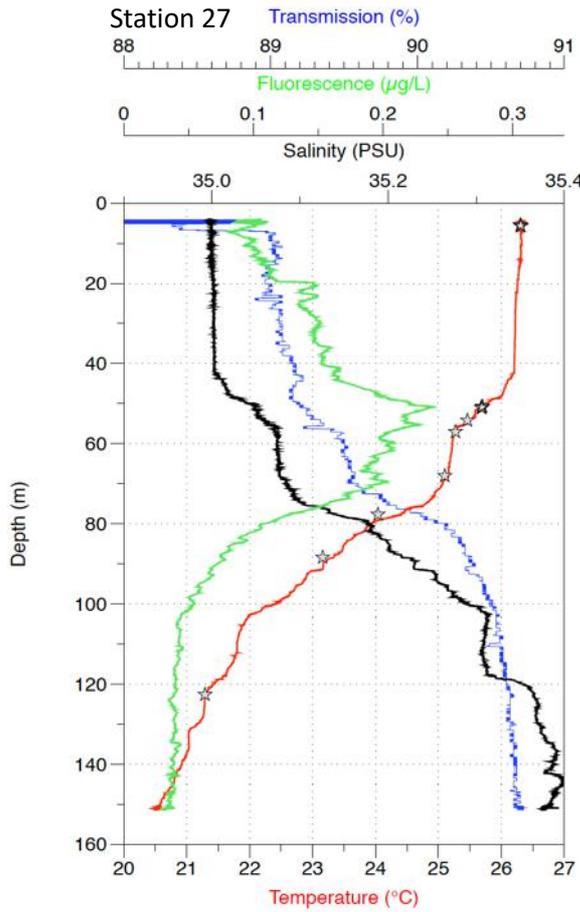


Station 25

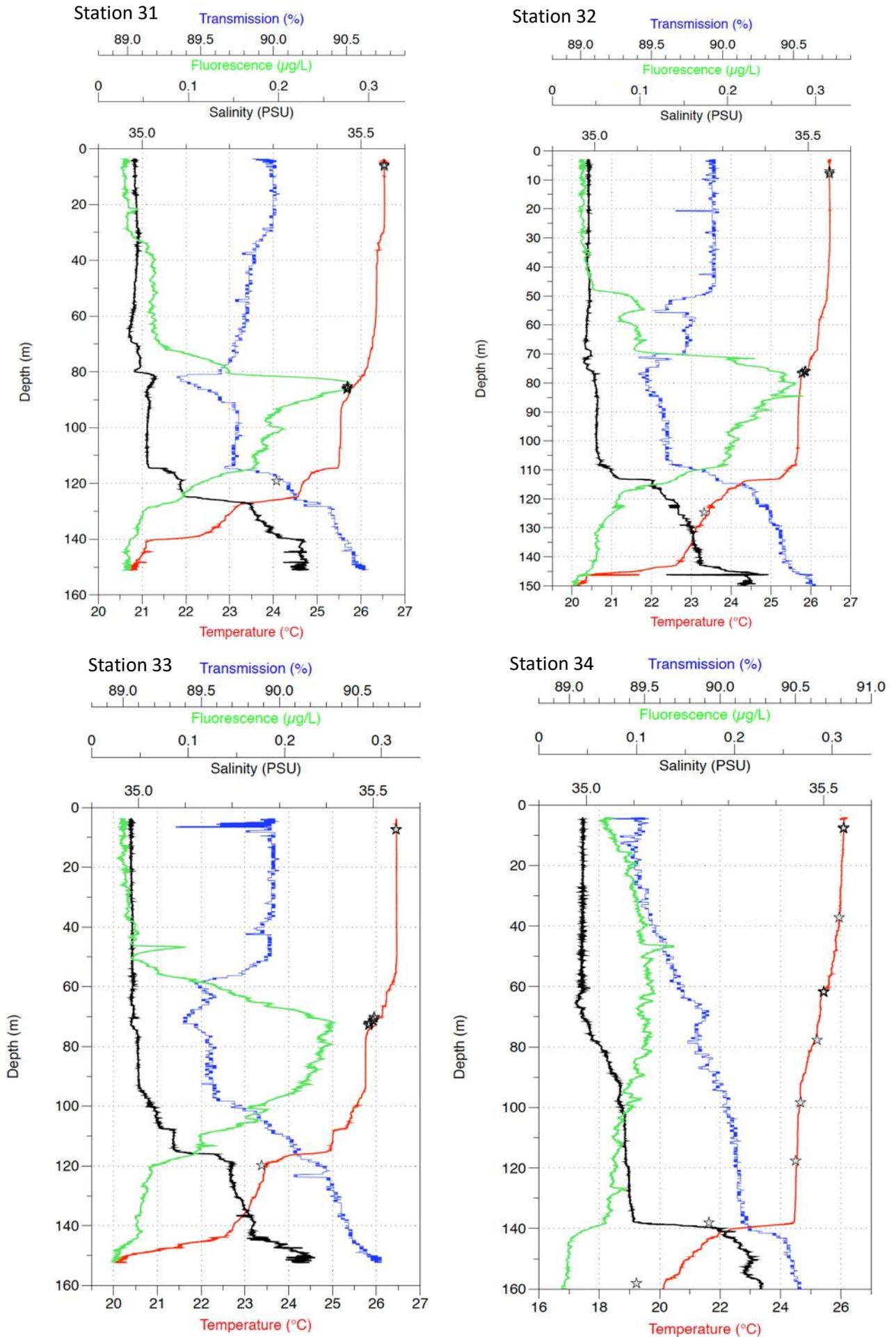


Station 26





Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021



Station 35

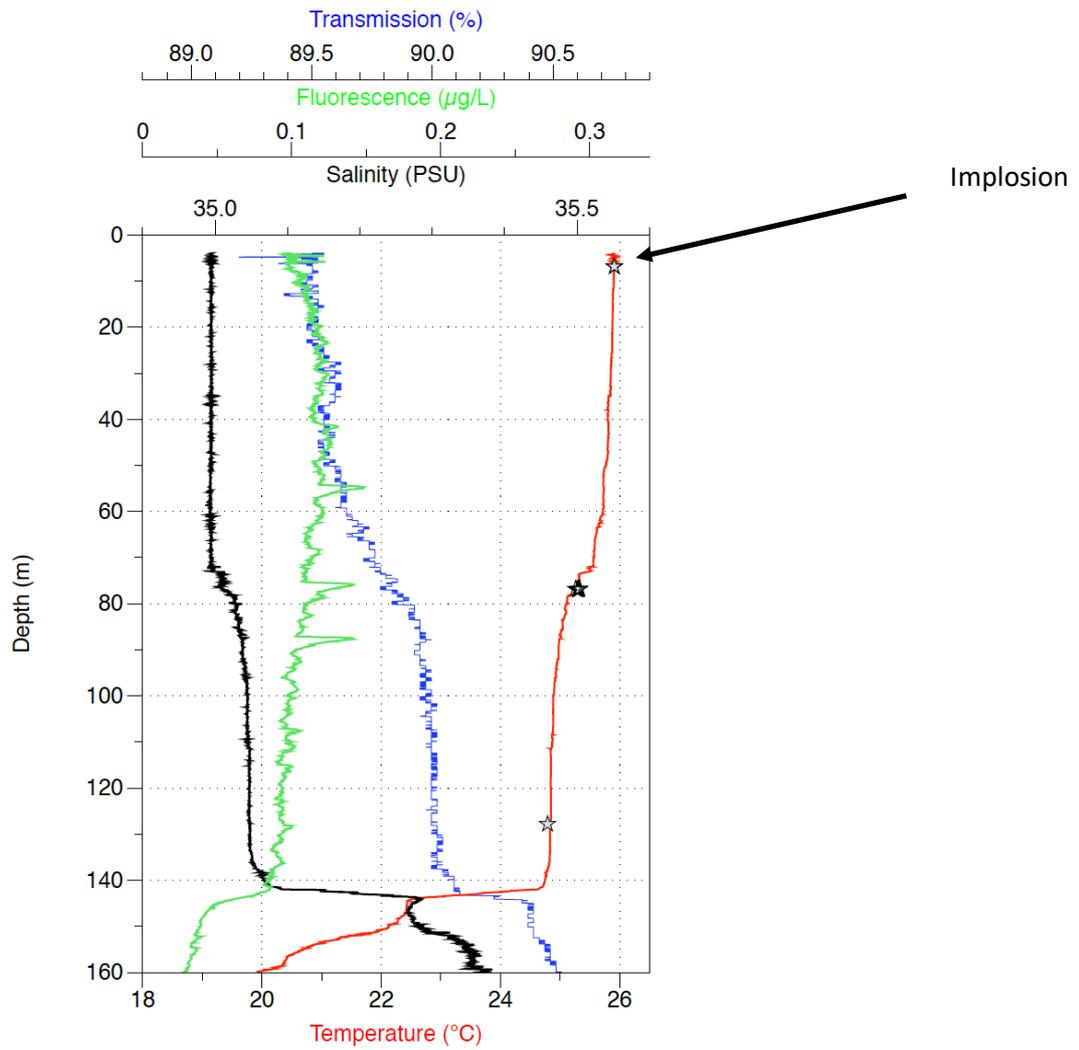


Figure 22 : Profils de température, de salinité, de fluorescence et de transmission des trente-cinq CTD rosette.

8 Opérations de dragage

Rédacteurs : Vincent FAMIN, Sidonie REVILLON, Etienne MEDARD, Laurent MICHON, Loraine GOURBET, Anaïs RUSQUET, Alix TOULIER.

8.1 Généralités

8.1.1 Rappel des objectifs

L'objectif volcanologique de la campagne SCRATCH était de compléter notre connaissance de la partie est des Comores et autour de l'île de Grande Glorieuse, par des relevés bathymétriques et des prélèvements de roches dans les eaux françaises des zones économiques exclusives de Mayotte et des Glorieuses. Dans ce but, douze cibles d'intérêt prioritaire avaient été sélectionnées pour des dragages. Ces douze cibles visaient les extrémités nord et nord-est du banc de Leven et des bancs de Geysier et de la Zélée (pour étudier la connexion Comores-Madagascar), les monts sous-marins du système volcanique des Glorieuses (dans l'éventualité d'une connexion des Comores avec ce système), et des structures volcaniques appartenant au système des Comores (afin d'avoir une vision plus globale de la diversité géographique, géochimique et temporelle des magmas de cette zone). Dans le projet initial, il était aussi proposé de valoriser le trajet retour de la campagne en effectuant une drague au pied du mont La Pérouse, afin de mieux connaître la nature de ce volcan intraplaque mystérieux.

8.1.2 Déroulement des opérations

Les cibles initiales ont été revues au cours de la campagne, au fur et à mesure des observations sur la bathymétrie et le sondeur de sédiments, ainsi que du déroulé des opérations. L'ordre des dragages a été inversé par rapport à la proposition initiale lors de la phase de carottage pour optimiser les trajets de reconnaissance en fonction de l'évolution des cibles de carottage (Figure 23; Tableau 16). Les opérations de dragage ont donc commencé par l'alignement de cônes volcaniques des Glorieuses. L'autorisation pour le dragage au sud de l'île de la Grande Glorieuse nous a été retirée par la Réserve Marine des Glorieuses en cours de campagne. La première drague fut donc celle du mont sous-marin situé au nord-ouest du massif de la Grande Glorieuse (SCR-DR01). Ce début d'opération a révélé le défaut technique du câble de dragage, resté inutilisé depuis six ans et dont la gaine était fortement endommagée en de nombreux endroits. L'équipage a donc entrepris de protéger les parties à nu du câble avec du ruban adhésif, ce qui a considérablement ralenti la descente du train de drague. A ce défaut du câble se sont ajoutés des problèmes de trancanage du treuil lors de la remontée, ce qui explique la durée totale importante de ce premier dragage (11h16). SCR-DR01 a néanmoins permis de remonter environ 100 kg de roche volcanique altérée, recouverte d'encroûtements d'oxydes/hydroxydes de fer et de manganèse (notés Fe/MnOx dans la suite de ce rapport). La seconde drague (SCR-DR02) a ciblé un édifice volcanique sous-marin à la limite nord de la ZEE des Glorieuses. Cette seconde drague a préalablement fait l'objet de relevés bathymétriques pour définir le site de dragage optimal. L'abandon des réparations de la gaine du câble a permis d'accélérer l'opération (4h29). Le contenu de la drague (environ 40 kg) est composé de blocs de roche carbonatée et d'encroûtements Fe/MnOx mais aucune roche volcanique n'a été remontée.

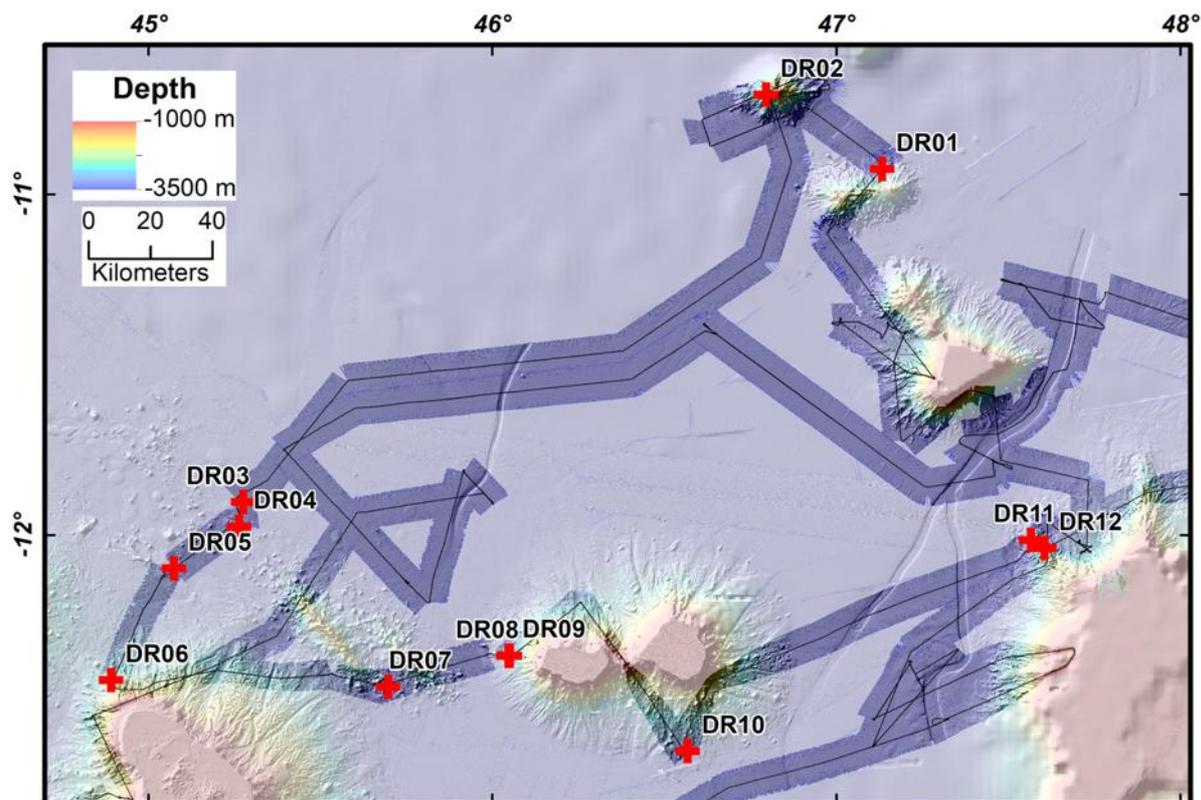


Figure 23 : Cheminement et localisation des sites de dragages réalisés lors de la campagne SCRATCH, sur un fond bathymétrique intégrant les données des campagnes précédentes.

Drague	Site	Latitude début	Longitude début	Profondeur début (m)	Durée totale (h)	Durée drague (h)	Quantité recueillie (kg)
SCR-DR01	NE Glorieuse	-10,92591	47,1335	3720	11:16	04:08	100
SCR-DR02	Limite nord ZEE Glorieuses	-10,70783	46,79668	1633	04:29	01:47	40
SCR-DR03	Nord Mwézi	-11,90367	45,27633	3414	07:00	03:36	0,2
SCR-DR04	Est Mwézi	-11,97592	45,26433	3282	05:21	02:05	150
SCR-DR05	Sud Mwézi	-12,09838	45,07467	3237	06:29	03:04	80
SCR-DR06	NE Mayotte	-12,42619	44,89203	2240	04:48	01:45	100
SCR-DR07	Sud Jumelle ouest	-12,4455	45,69755	3348	05:54	02:35	1000
SCR-DR08	Ouest banc de Zéléé	-12,35503	46,0515	2898	06:00	03:36	0,04
SCR-DR09	Ouest banc de Zéléé	-12,35377	46,04677	2907	06:00	02:11	40
SCR-DR10	Sud banc de Geysier	-12,63483	46,56800	3140	04:59	01:59	60
SCR-DR11	Nord banc de Leven	-12,01471	47,56642	2978	05:15	02:28	1500
SCR-DR12	Nord banc de Leven	-12,03867	47,6065	2650	06:03	02:49	20

Tableau 16 : Récapitulatif des dragues réalisées lors de la campagne SCRATCH.

La suite des opérations de dragage a ciblé trois structures volcaniques du champ de Mwézi au nord de Mayotte découvert lors de la campagne SISMAORE : SCR-DR03 (durée

7h00), sur une coulée de lave très fluide et à peine visible en bathymétrie, mais fortement réfléchive en imagerie, a permis de recueillir un unique échantillon de basalte de la taille d'un poing, ainsi que des fragments de sédiment meuble carbonaté. SCR-DR04 (durée 5h21), située sur un cône volcanique fortement réfléchif en imagerie suggérant une absence de couverture sédimentaire (et donc un âge de mise en place récent), a recueilli environ 500 kg de basalte sain contenant des enclaves de quartzite. Quelques ponces phonolitiques ou trachytiques ont aussi été retrouvées dans cette drague. Enfin, SCR-DR05 (durée 6h29), ciblant un des rares cônes volcaniques faiblement réfléchifs du champ de Mwézi afin d'obtenir un matériel différent des autres dragues (et possiblement plus ancien), a permis de remonter environ 80 kg de pyroclastite altérée, reposant sur un sédiment carbonaté fin, ainsi que quelques ponces phonolitiques ou trachytiques.

Le navire océanographique a ensuite fait route vers le site de dragage suivant, une ride volcanique au nord-ouest de Mayotte pointant vers Anjouan dans la direction N130. SCR-DR06 (durée 4h48) a remonté environ 300 kg de pyroclastites, de roches sédimentaires, ainsi que des coraux.

La suite des opérations prévoyait un dragage sur une ride est-ouest reliant les deux Jumelles. Cette cible a dû être modifiée à l'arrivée sur site en raison des conditions de météorologie et de courantologie. La nouvelle cible (SCR-DR07, durée 5h54), un cône volcanique fortement réfléchif formant la pointe sud de la Jumelle ouest, a permis de recueillir environ 1000 kg de basalte très sain, éclatant légèrement sur le pont à la remontée.

Les trois dragages suivants avaient pour objectif d'échantillonner les structures des bancs de la Zélée et de Geysier, dont la nature volcanique a été confirmée lors de la campagne SISMAORE par la drague SMR1. La première cible (SCR-DR08, durée 06h00) était une ride volcanique est-ouest située dans le prolongement ouest du banc de la Zélée. L'accrochage de la drague en fin de parcours au fond a nécessité d'augmenter la traction sur le train de drague au-delà de sa charge maximale d'utilisation, causant la rupture du câble fusible de drague. La chaîne de sécurité a néanmoins fonctionné, ce qui a permis de récupérer l'outil de dragage, mais vide. Cette drague s'est donc révélée infructueuse, mis à part un fragment de 3x1 cm de basalte très sain. Étant donné la qualité de ce fragment, il a été décidé de refaire un dragage sur un profil proche pour obtenir plus de matériel (SCR-DR09, durée 6h00). Ce nouveau dragage a remonté environ 40 kg de brèches volcaniques et d'un sédiment fin carbonaté stratifié, les deux types de roches étant recouverts d'encroûtements Fe/MnOx. Le basalte frais de SCR-DR08 n'a donc pas été retrouvé dans SCR-DR09, et l'incertitude demeure sur sa provenance (échantillon de SCR-DR07 ?). Le navire s'est ensuite dirigé vers sa cible suivante, un cône volcanique au relief escarpé au pied du flanc sud du banc de Geysier. Le dragage de ce cône (SCR-DR10, durée 4h59) a permis de prélever environ 30 kg de brèches volcaniques et de calcaire emballés dans une boue carbonatée riche en foraminifères.

La dernière cible des opérations de dragage était celle des rides partant du versant nord du banc de Leven. A partir des levés bathymétriques effectués lors des opérations de carottage, c'est la ride nord-ouest qui a été privilégiée comme objectif de dragage car présentant la morphologie la plus susceptible d'être liée à du volcanisme. Le dragage SCR-DR11 (durée 5h15) a ciblé un cône volcanique au nord-est de cette ride, ce qui a permis de remonter environ 1500 kg de brèches volcaniques et de roches sédimentaires. La dernière drague (SCR-DR12, durée 6h03) a prélevé environ 20 kg de blocs basaltiques. Les dragages SCR-DR11 et DR12 confirment donc la nature volcanique de la ride NO du banc de Leven, ce qui en soit constitue un excellent résultat.

Dans la proposition de campagne, il était prévu de terminer les opérations de dragage sur le Mont La Pérouse durant le transit retour vers La Réunion. Mais le temps restant très contraint (6h au total), l'absence de bathymétrie détaillée (les responsables des campagnes précédentes ne nous ayant pas communiqué leurs données) et la forte houle nous ont conduit à remplacer ce dernier dragage par un relevé bathymétrique détaillé, qui, nous l'espérons, permettra à une mission future de choisir une cible de dragage précise.

8.1.3 Bilan et perspectives scientifiques

Au total, c'est près de quatre tonnes de roches qui ont pu être récoltées lors de la campagne SCRATCH. Sur les douze dragages, dix se sont révélés fructueux, en excluant SCR-DR03 et son unique échantillon (insuffisant pour des analyses exhaustives) et SCR-DR08 et son fragment basaltique. Dix dragues ont permis de remplir leur objectif principal, à savoir récolter du matériel volcanique, dont sept pour lesquelles ce matériel volcanique est suffisamment abondant et frais pour réaliser l'ensemble des analyses prévues. Avant même tout traitement post-campagne, un résultat marquant des opérations de dragage concerne la confirmation de la nature volcanique de la ride NO du banc de Leven, déjà suggérée par une opération de bathymétrie et de dragage ancienne (Daniel et al., 1972). Les analyses permettront d'établir si l'édification de cette ride volcanique est associée au magmatisme des Glorieuses (au moins 62 Ma, Leroux et al., 2020) ou à celui des Comores (moins de 27 Ma, Rusquet et al., en préparation).

Des analyses pétrographiques, géochimiques (éléments majeurs, traces et isotopes de Sr-Nd-Pb sur roche totale, majeurs et traces sur verres et minéraux) et des datations (K-Ar sur mésostase, éventuellement U-Pb et (U-Th)/He sur zircon pour les enclaves) sont prévues sur les échantillons récoltés. En plus des analyses prévues initialement, et étant donné le nombre important d'échantillons d'encroûtements, il a été décidé pendant la campagne de profiter des compétences des participants (notamment S. Révillon, SEDISOR/LGO, Brest) pour réaliser, entre autres analyses géochimiques, des datations ^{10}Be des encroûtements de Fe/MnOx sur les roches volcaniques non datables par d'autres méthodes, afin d'obtenir un âge minimum de leur mise en place. Pour certains échantillons, des datations du matériel sédimentaire par la micro-paléontologie, permettront également d'apporter des contraintes sur l'âge des épisodes volcaniques. Toutes ces données géochronologiques et chimiques sur roches volcaniques seront comparées à l'âge et à la chimie des tephra recueillis dans les carottes des missions SISMAORE et SCRATCH.

8.1.4 Bilan opérationnel

Les opérations de dragage ont été réalisées par LDA, Carole BERTHOD et l'équipe de quart au moment de l'opération et ont été assistées par Yvan REAUD. L'équipe de traitement des dragues, répartie en quarts de 4h, était composée de : CHANDELIER, Guillaume ; CLEMENT, Charlotte ; FAMIN, Vincent ; FAUQUEMBERGUE, Kelly ; GENET, Marion ; GOURBET, Loraine ; CHAABANE, Sonia ; HABIB, Majd ; LEDUC, Guillaume ; LE POSTOLLEC, Aurélie ; LUCIANI, Elise ; MEDARD, Etienne ; MICHON, Laurent ; REVILLON, Sidonie ; RUSQUET, Anaïs ; SAINT-GEORGES, Margaux ; TOULIER, Alix et TUREL, Cédric.

Le gréement de la drague a été réalisé conformément aux préconisations de GENAVIR (Figure 24), La longueur totale entre la drague et la BUC est de 283 m. L'ajout d'un cochon de

50 kg a été décidé à partir de SCR-DR04 pour optimiser le bon positionnement de la BUC en début de dragage. En excluant le premier dragage et ses problèmes de trancanage et de délitement de la gaine du câble, les dragues ont pris en moyenne 5h39 (min 4h29, max 7h00, Tableau 5), opérations de descente et de remontée comprises, ce qui correspond à l'ordre de grandeur des précédentes campagnes (SISMAORE et MAYOBS 17) utilisant une BUC. Les durées de dragage totales et au fond s'allongent en fonction de la profondeur (Figure 25).

I. Plan général

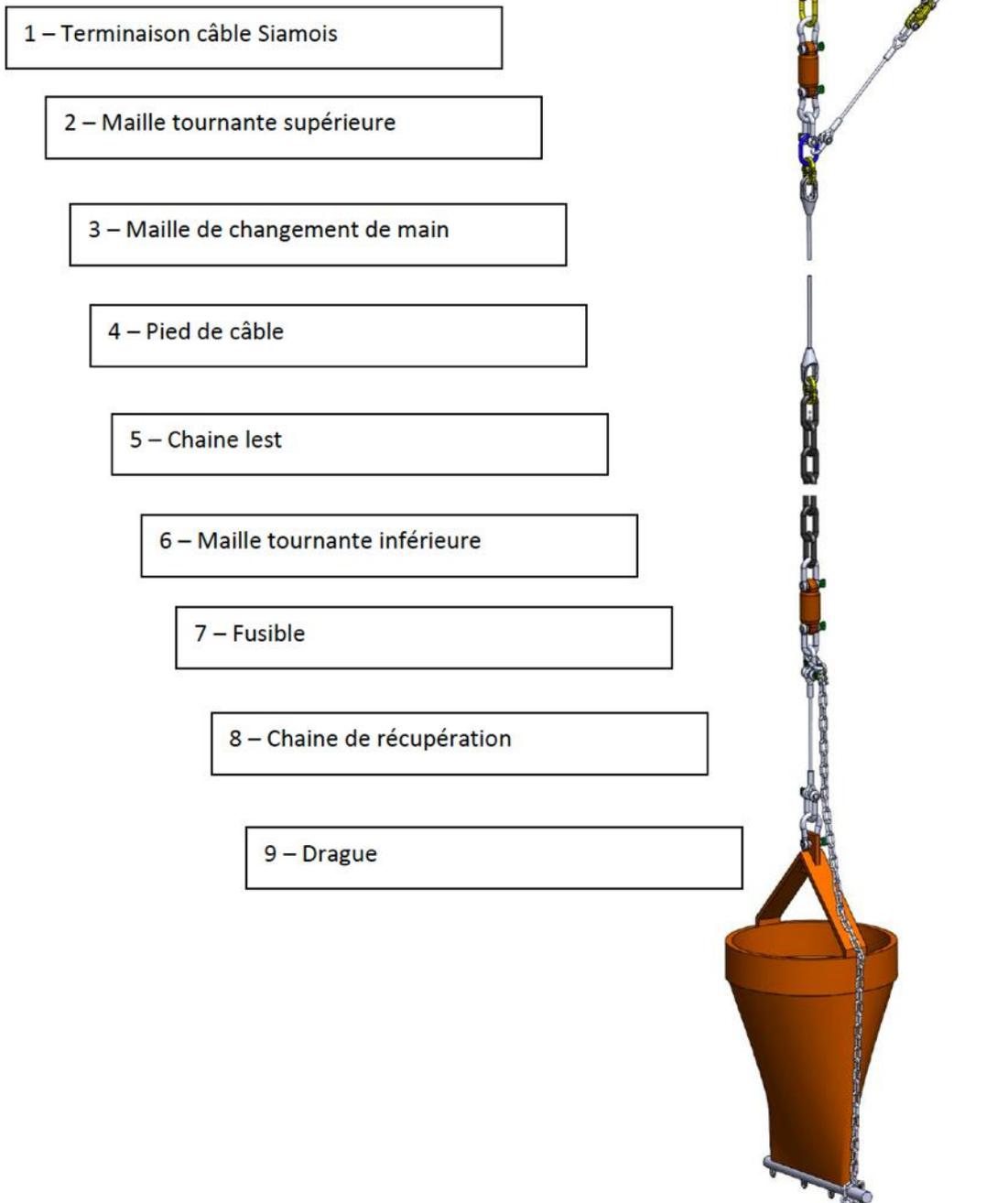


Figure 24 : Plan de montage de la drague fourni par Yvan Réaud

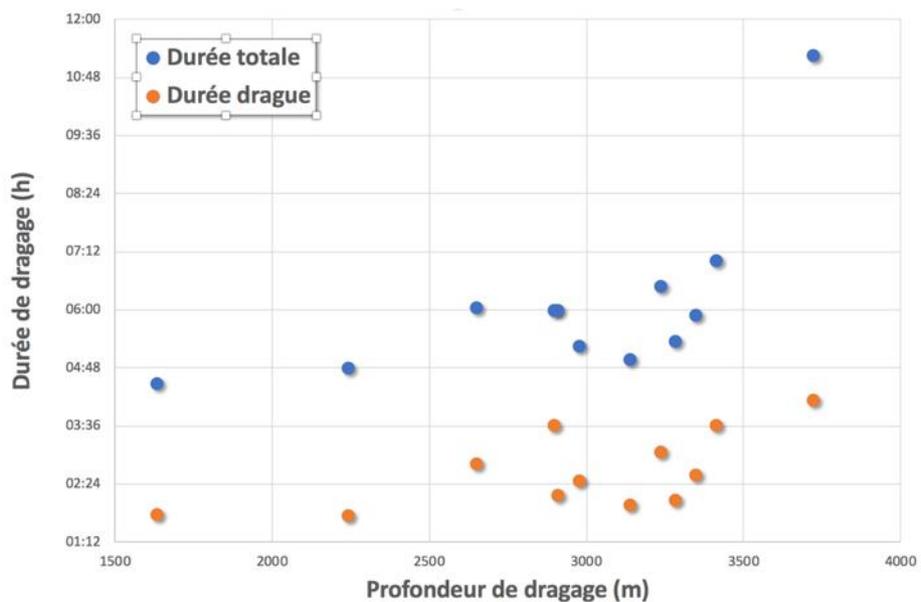


Figure 25 : Durée de dragage totale et au fond en fonction de la profondeur investiguée, lors de la campagne SCRATCH.

8.2 Drague SCR-DR01

Date : 14 juillet 2021

Cible : Crête fortement réfléchive sur le flanc nord de l'édifice volcanique situé au nord-ouest du massif de la Grande Glorieuse. L'objectif de cette drague est d'obtenir du matériel volcanique associé à la fin de construction de cet édifice volcanique (Figure 26). L'opération de dragage a duré 4h08 (Tableau 5).

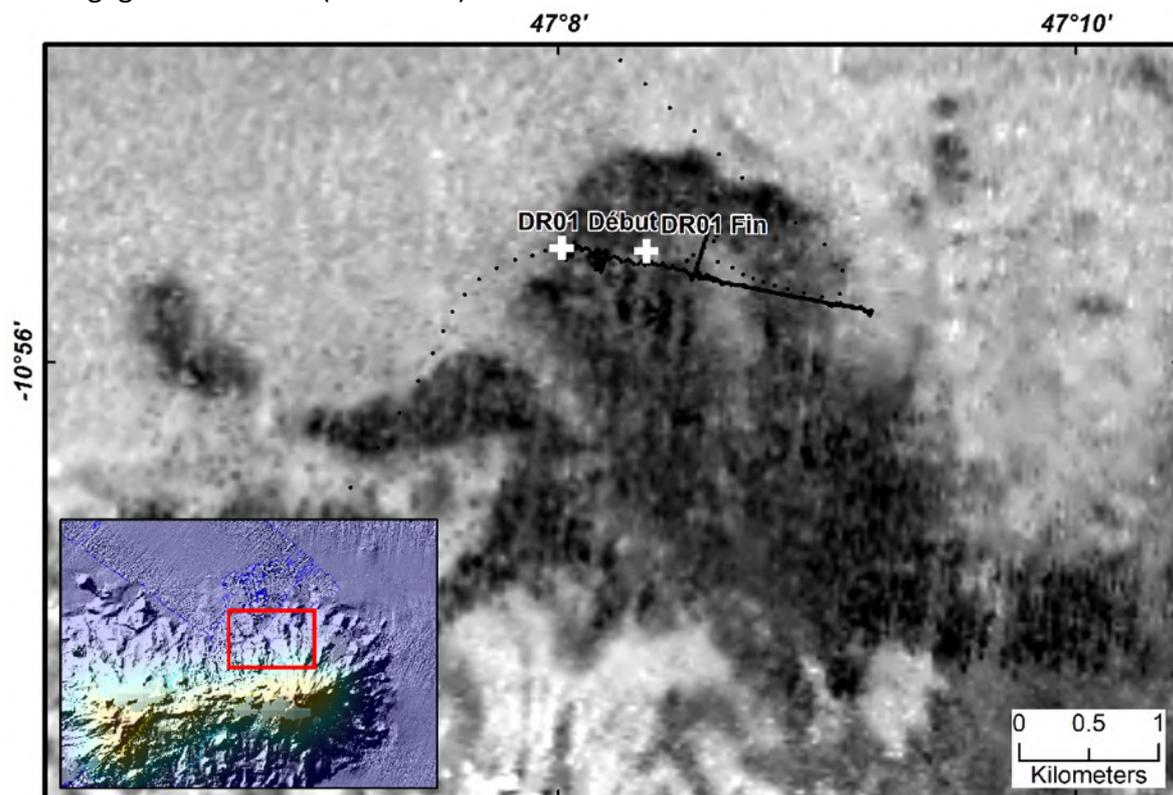




Figure 27 : Produits de la drague SCR-DR01 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II

	Latitude BUC	Longitude BUC	Profondeur drague (m)
Début	-10,92591	47,13358	3720
Fin	-10,92611	47,13902	3440
Durée	4h08	Début : 1h38 UTC	Fin : 5h46 UTC

Tableau 17 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR01

Poids approximatif de roches collectées : 100 kg

8.2.1 Principales lithologies

Roches volcaniques (brèche) recouvertes d'encroûtements Fe/MnOx.

8.2.2 Description

Blocs de brèche volcanique constituée d'éléments anguleux jointifs, de taille moyenne 1-2 cm, variant entre $0,2-0,3 \text{ cm} \leq D \leq 15 \text{ cm}$ (Figure 27). Les éléments les plus gros sont fréquemment concentrés sur une face des blocs suggérant un classement initial.

Les éléments sont cimentés par une minéralisation à zéolite (ou calcédoine ?). Une matrice argileuse blanche et carbonatée (test acide) non indurée s'observe également entre les éléments à l'intérieur des blocs. Les blocs sont recouverts d'un encroûtement Fe/MnOx de quelques millimètres à 3 cm d'épaisseur (Figure 28).

La brèche présente une oxydation prononcée et acquiert une couleur rouge à rouille. Les éléments les plus gros (quelques cm de diamètre) ont un cœur non oxydé (Figure 28).

La brèche est monolithologique à éléments basaltiques (dans un sens descriptif), gris, aphyriques et vésiculés (Figure 29). Deux populations de vésicules peuvent être décrites. La majorité des vésicules sont millimétriques. La seconde population est caractérisée par des

vésicules plus grosses (0,4-1 cm) pouvant renfermer une minéralisation secondaire de zéolites (philipsite ?).

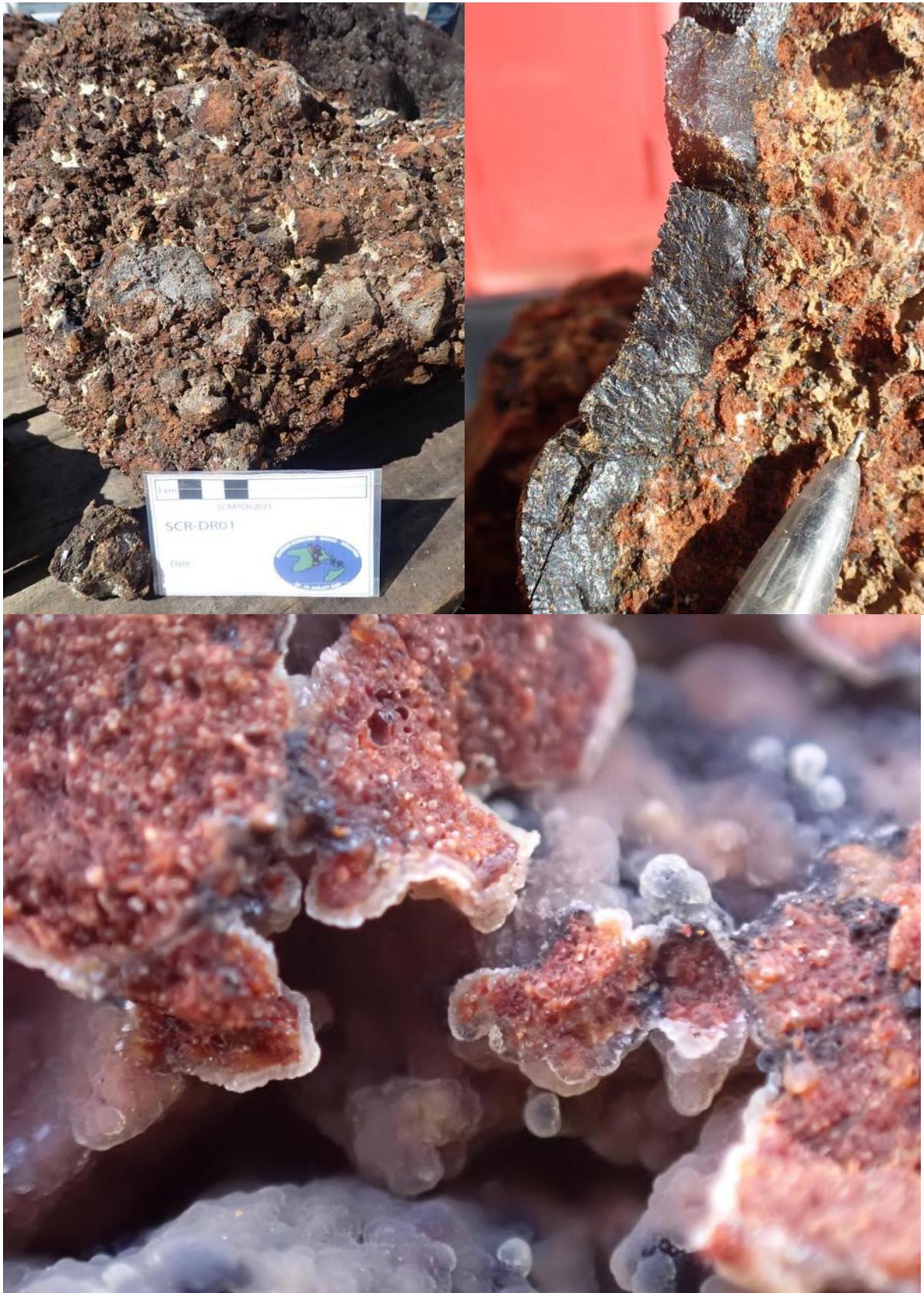


Figure 28 : Haut à gauche : Bloc constitué d'une brèche volcanique à éléments anguleux jointif cimentés par une minéralisation de calcédoine et/ou zéolites. Une matrice argileuse blanche s'est développée dans les interstices

*de la brèche. Haut à droite : Encroûtement Fe/MnOx autour des blocs de brèche volcanique. Bas :
Minéralisation secondaire de zéolites autour des éléments oxydés de la brèche volcanique.*



Figure 29 : Élément basaltique décimétrique dans la brèche volcanique. La lave présente deux populations de vésicules (de très nombreuses vésicules millimétriques et de rares vésicules entre 0,5 et 1 cm).

8.2.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné par la drague correspond probablement à une brèche pyroclastique résultant de l'interaction eau-magma. Ce type de brèche pourrait s'être formé à proximité de l'événement de l'éruption.

Les éléments basaltiques ont été altérés dans des conditions oxydées comme suggéré par les couleurs rouge/rouille des éléments. Les relations entre les minéralisations secondaires indiquent que les éléments ont d'abord été cimentés par le développement de zéolites ou calcédoine. Une minéralisation d'argile blanche, peut-être de la kaolinite, et de boue carbonatée s'est développée ensuite dans des conditions de températures plus faibles. Enfin, les encroûtements Fe/MnOx se sont formés sur les blocs.

8.2.4 Conditionnement des échantillons

- 1 grande caisse pour l'Université de La Réunion - LGSR
- 1 petite caisse pour l'Université Clermont Auvergne - LMV
- 1 échantillon macroscopique pour analyse des encroûtements Fe/MnOx (Sidonie Révillon, SEDISOR/Laboratoire Géosciences Océans, BREST ; collaboration avec Ewan Pelleter, IFREMER)

8.3 Drague SCR-DR02

Date : 14 juillet 2021

Cible : Crête fortement réfléchive sur le flanc ouest d'un édifice volcanique sous-marin au nord-ouest de SCR-DR01 et de Grande Glorieuse, situé en extrême limite nord de la ZEE des Glorieuses (Figure 30). Tout comme SCR-DR01, l'objectif de cette drague est d'obtenir du matériel volcanique associé à la fin de construction de l'alignement volcanique des Glorieuses. L'opération de dragage a duré 4h30 (Tableau 5).

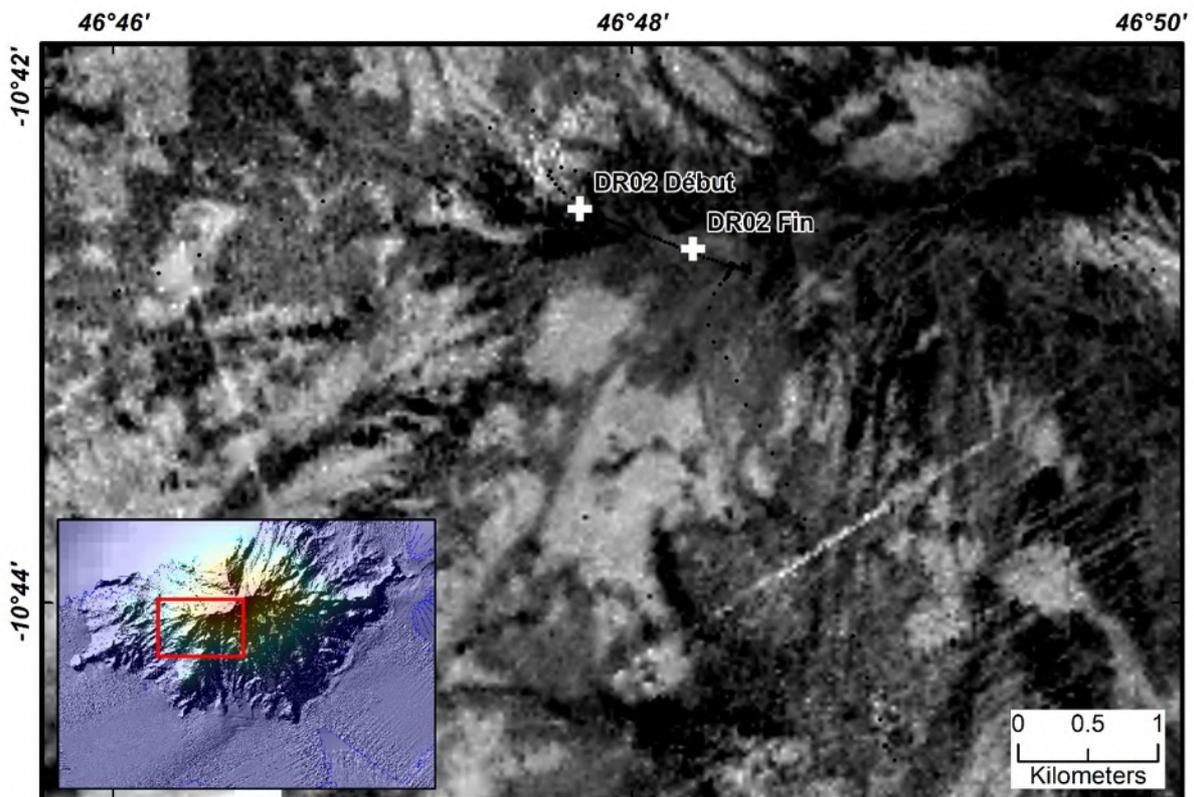


Figure 30 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR02, montrant le mont sous-marin au nord de SCR-DR01. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique acquise par le sondeur multifaisceau du Marion Dufresne et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 31 : Produits de la drague SCR-DR02 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II

	Latitude BUC	Longitude BUC	Profondeur drague (m)
Début	-10,70783	46,79668	1633 m (longueur filée + 280 m)
Fin	-10,71041	46,80394	1300 m (reprise sur profil car désaccord BUC)
Durée (h)	4h30	Début :17h31 UTC	Fin : 22h05 UTC

Tableau 18 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR02

Poids approximatif de roches collectées : 40 kg

8.3.1 Principales lithologies

Plusieurs lithologies ont été recueillies (Figure 31).

SCR-DR02-A : sédiment carbonaté 20 kg

SCR-DR02-B : sédiment carbonaté recouvert par encroûtement Fe/MnOx d'oxydes

SCR-DR02-C : encroûtement Fe/MnOx

8.3.2 Description

SCR-DR02-A

Grès grossier carbonaté composé quasiment exclusivement de foraminifères planctoniques (Ruber, Orbuline et possiblement Truncatulinoïdes ?) (Figure 32). Présence possible d'une

espèce benthique peu abondante caractéristique de faibles profondeurs. Très peu de boue carbonatée entre les grains. Quelques particules noires de taille millimétrique qui pourraient être des Fe/MnOx. Traces de bioturbation possibles aux parois tapissées de précipités Fe/MnOx très fin.



Figure 32 : Gauche : grès carbonaté SCR-DR02-A. Droite : détail des foraminifères.

SCR-DR02-B

Encroûtements FeMn/Ox en mamelons noir de 1 à 1,5 cm d'épaisseur reposant sur un sédiment carbonaté plus fin que SCR-DR02-A, moins riche en foraminifères (Figure 33). Présence de Orbuline. Peu de boue carbonatée. Traces d'altération couleur rouille en auréole autour des Fe/MnOx.

Quelques échantillons présentent des précipitations de Fe/MnOx sur plusieurs faces.



Figure 33 : Gauche : Totalité des éléments recueillis dans la drague SRC-DR02-B. Droite : encroûtement Fe/MnOx altéré reposant sur du grès fin carbonaté.

SCR-DR02-C

Encroûtements noirs FeMn/Ox d'épaisseur totale variant entre 1 cm et 16 cm (Figure 34, Figure 35). Trois types d'encroûtements : i) en mamelons de largeur 0,5 cm à 3 cm et d'épaisseur millimétrique à 2 cm ; ii) en lamines d'épaisseur ≤ 1 mm (noires) à ≤ 0.5 mm (rouges) ; iii) massif avec des traces rouges (jaspe ?). Un échantillon contient une très grosse épaisseur massive rouge, probablement de jaspes sous une croûte de Fe/MnOx.



Figure 34 : Gauche : Totalité de SRC-DR02-C. Droite haut : vue de dessus d'un encroûtement Fe/MnOx en mamelons ; bas : encroûtement en lamines.



Figure 35 : Top en bas de la photo. Double succession d'encroûtements Fe/MnOx mamelonnés, laminés, et massifs.

8.3.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné par la drague correspond à un dépôt sédimentaire carbonaté recouvert d'encroûtements de Fe/MnOx. La présence de ces encroûtements sur plusieurs faces de certains blocs sédimentaires ne permet pas d'utiliser l'âge des encroûtements pour dater les sédiments.

8.3.4 Conditionnement des échantillons

- une grande caisse pour l'Université de la Réunion – LGSR
- une petite caisse pour l'Université Clermont Auvergne – LMV
- un gros bloc de Mn pour Sidonie Révillon (Sedisor, Brest)
- plusieurs blocs de SCR-DR02-A pour Stephan Jorry (Brest)

8.4 Drague SCR-DR03

Date : 15 juillet 2021

Cible : Coulée fortement réfléchive en imagerie située au nord du champ de Mwézi. Cette coulée ne présente quasiment pas de dénivelé, ce qui suggère une grande fluidité de la lave lors de sa mise en place (Figure 36). Sa forte réflectivité suggère qu'elle est peu recouverte par des sédiments, et donc potentiellement récente. L'objectif de cette drague est d'échantillonner la diversité des compositions des magmas émis dans le champ de Mwézi. L'opération de dragage a duré 3h36 (Tableau 5).

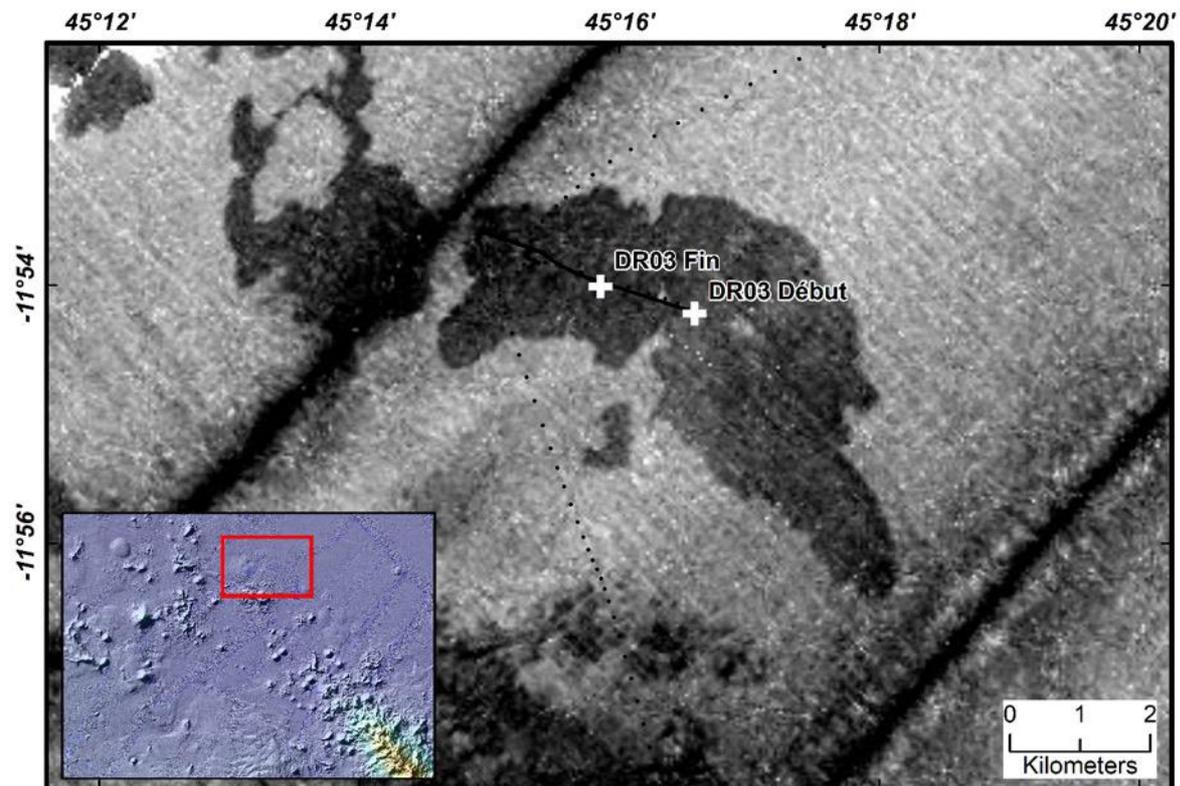


Figure 36 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR03, montrant le champ volcanique de Mwézi. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.

	Latitude BUC	Longitude BUC	Profondeur drague (m)
Début	-11,90367	45,27633	3414
Fin	-11,90018	45,26427	3407
Durée (h)	3h36	Début 12h24 UTC	Fin 16h00 UTC

Tableau 19 : Déroulement des opérations du dragage DR03

Poids approximatif de roches collectées : 200 g + fragments carbonatés

8.4.1 Principales lithologies

Roche volcanique (basalte vésiculé) SCR-DR03A

Fragments carbonatés SCR-DR03B

8.4.2 Description

SCR-DR03A - Bloc anguleux 8 x 7 x 3 cm de nature basaltique, vésiculé et de couleur grise (Figure 37). Vésicules sub-arrondies millimétriques réparties de façon homogène et représentant environ 40 % de l'échantillon. Texture microlitique aphyrique, sauf sur une portion de 10 mm d'épaisseur à texture vitreuse, visible localement en surface de l'échantillon et bien développée uniquement sur une surface de 1 x 2 cm. Légère oxydation rouille en surface de la portion vitreuse. Présence également de traces d'hydroxydes de fer rouille sur des surfaces de fracture.



Figure 37 : Fragment de basalte vésiculé, présentant une petite zone de croûte vitreuse (en haut de l'image sur la gauche)

SCR-DR03B – Fragments carbonatés. Les éléments sont arrondis, sans doute par attrition dans le godet de drague. Le sédiment carbonaté est fin et peu cimenté. La surface des éléments ne présente pas d'encroûtements. Le sédiment est composé essentiellement de foraminifères planctoniques.



Figure 38 : Fragments carbonatés de la drague SCR-DR03

8.4.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné par la drague correspond probablement à une coulée basaltique dont seul un fragment a été prélevé lors de l'opération de dragage. La présence de fragments carbonatés dans la drague suggère que la coulée de lave est recouverte d'une couche de sédiment malgré sa forte réflectivité. La pétrographie à l'œil du bloc basaltique recueilli suggère que la coulée de lave est de nature identique aux autres produits volcaniques recueillis dans le champ de Mwézi par les campagnes SISMAORE et SCRATCH.

8.4.4 Conditionnement des échantillons

- Echantillons dans deux sacs à destination du LGSR (SCR-DR03A et SCR-DR03B)
- Prélèvement de la partie vitreuse ($\sim 1 \text{ cm}^3$) à destination du LMV (par avion)

8.5 Drague SCR-DR04

Date : 15 juillet 2021

Cible : Cône volcanique fortement réfléchissant en imagerie et présentant un relief très net en bathymétrie, dans le champ de Mwézi et dans le prolongement nord-ouest de la Jumelle ouest. L'objectif de cette drague est d'échantillonner la diversité des compositions des magmas émis dans le champ de Mwézi.

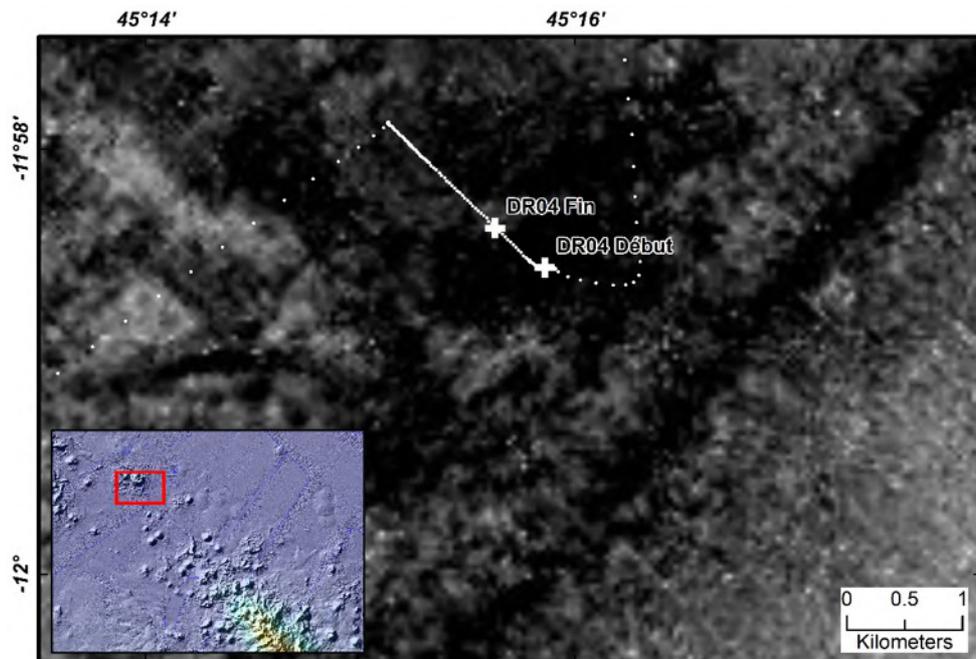


Figure 39 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR04, montrant le champ volcanique de Mwézi. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 40 : Produits de la drague SCR-DR04 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II

	Latitude BUC	Longitude BUC	Profondeur drague (m)
Début	-11,97592	45,26433	3282
Fin	-11,97284	45,26046	3040 (d'après sommet sur profil)
Durée (h)	2h05	Début 20h33 UTC	Fin 22h38 UTC

Tableau 20 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR04

Poids approximatif de roches collectées : 150 kg

8.5.1 Principales lithologies

Roche volcanique grise de nature basaltique, vésiculée, se présentant sous plusieurs faciès : pillow-lava (SCR-DR04A), toits de tunnels de lave (SCR-DR04B), laves cordée (SCR-DR04C).

Deux petits fragments de ponces gris clair rubanées (SCR-DR04D).

Présence d'enclaves de quartzite dans les laves basaltiques (SCR-DR04E).

8.5.2 Description

SCR-DR04A – Pillow-lavas et fragments de pillow-lavas de grande taille (maximum 85 x 75 x 40 cm). Surfaces cordées, vitreuses, noires et localement recouvertes d'enduit rouille, présentes en certains points de la surface, en particulier dans les replis protégés des chocs. Localement présence de « fils » de lave recouverts d'enduits bruns. Certains points de la surface de l'échantillon sont recouverts d'une boue calcaire. La masse principale des pillows est formée de lave basaltique grise à texture microlitique subaphyrique vésiculée. Les vésicules arrondies à sub-arrondies, millimétriques, représentent environ 40 % de l'échantillon, mais les proportions varient sur des zones concentriques de la surface vers l'intérieur. Les vésicules sont généralement plus petites et arrondies en surface (0,5-1,0 mm) et deviennent légèrement plus grandes (jusqu'à 3,0 mm) et subarrondies en profondeur. On n'observe qu'une seule génération de vésicules. Un début de prismation est parfois visible dans la couche située juste sous la surface vitreuse. Présence de microphénocristaux d'olivine assez fraîche répartis de façon homogène, de taille variant de 0,5 mm à 2,0 mm.

Trois échantillons ont été individualisés :

SCR-DR04A1 : gros pillow-lava de 85 x 75 x 40 cm

SCR- DR04A2 : pillow lava de taille moyenne, environ 30 x 30 x 30 cm

SCR- DR04A3 : pillow lava plat, à surface nettement cordée, plus dense que SCR-DR04A1



Figure 41 : Photos des échantillons individualisés : pillow-lava de grande taille SCR-DR04-A1 (en haut,), et SCR-DR04-A3 (milieu) et avec détail de bordure figée vitreuse dans une zone protégée des chocs du SCR-DR04-A3 (bas).

SCR-DR04B – Toits de tunnels de lave, se présentant sous deux tailles différentes : deux gros blocs de 13 cm d'épaisseur, et une série de blocs moins épais de plus petite taille. Surface supérieure vitreuse mais ayant perdu sa pellicule superficielle. Surface inférieure vitreuse assez brillante. Présence de passées d'hydroxydes de fer de couleur rouille sur les plus gros échantillons + traces orange / jaune dans les fractures. Roche basaltique de couleur grise, à texture microlitique contenant quelques microphénocristaux d'olivine. Début de prismation dans la couche superficielle, avec des diamètres de prismes de l'ordre de 4-5 cm. Vésicules irrégulières de 1 à 2 mm de diamètre représentant environ 40 % de la roche. Les fragments plus petits sont moins épais (généralement environ 5 cm), avec des vésicules un peu plus grosses (jusqu'à 6 mm) et abondantes (jusqu'à 60 %), arrondies au sommet et devenant irrégulières à la base. Surface un peu plus vitreuse que pour les gros fragments.

SCR-DR04B1 : toit de tunnel de lave épaisseur 13 cm, dimensions 55 x 40 cm



Figure 42 : Échantillons de toit de tunnel de lave

SCR-DR04C – Laves cordées : surfaces de coulées ou laves en coussins, très vitreuses, présentant un faciès en cordes, toujours très vésiculées (plus de 40 % de vésicules).



Figure 43 : Échantillon de lave cordée présentant des surfaces vitreuses et un intérieur très vésiculé

SCR-DR04D – Deux fragments de ponces gris clair rubanées aphyriques (55 x 50 x 40 mm et 35 x 25 x 20 mm) avec alternance de lits gris très clair et gris plus foncé à l'échelle de 1 à 4 mm. Présence de quelques enclaves arrondies gris sombre millimétriques



Figure 44 : Échantillon de ponce rubanée

SCR-DR04E – Plusieurs petites enclaves gréseuses de taille infracentimétriques, de couleur blanche à légèrement verdâtre composés de grains de quartz et plus rarement de feldspath, entourés de verre incolore à verdâtre.

8.5.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné par la drague correspond à une coulée basaltique (ou plusieurs coulées de composition très similaire) présentant une variété de faciès typique des coulées sous-marines. Les laves cordées sont soit des surfaces de laves en coussin, soit des faciès de spatter-cone. Les laves sont très vésiculées malgré leur mise en place sous-marine, indiquant une grande richesse en éléments volatils. L'origine des ponces rubanées est difficile à déterminer, il s'agit probablement de ponces flottées, déposées suite à une éruption explosive dans l'Océan Indien postérieure à la mise en place de la coulée.

8.5.4 Conditionnement des échantillons

- Une grande caisse d'échantillons à destination du LGSR
- Une petite caisse d'échantillons à destination du LMV

8.6 Drague SCR-DR05

Date : 16 juillet 2021

Cible : Cette drague cible un cône volcanique peu réfléchif en imagerie au sud du champ de Mwézi, afin de connaître la nature et l'âge d'initiation du volcanisme dans cette zone ainsi que la nature pétrographique et géochimique des produits émis.

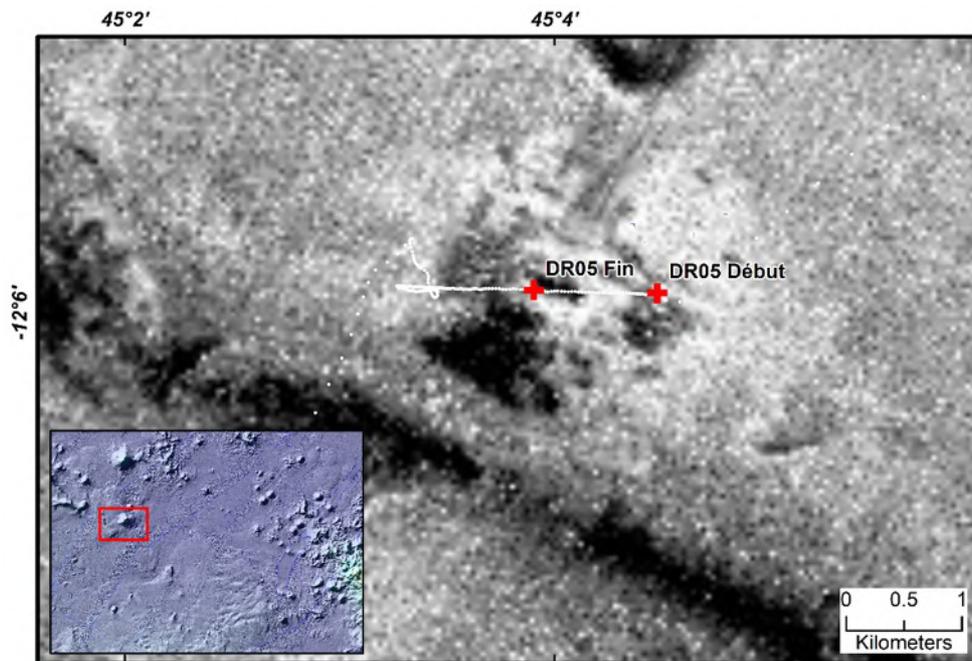


Figure 45 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR05, montrant le champ volcanique de Mwézi. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 46 : Produits de la drague SCR-DR05 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,09838	45,07467	3237 m
Fin	-12,09816	45,06509	2933 m
Durée	3h05s	Début : 16/07/2021 3h57 UTC	Fin : 7h02 UTC

Tableau 21 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR05

Poids approximatif de roches collectées : 80 kg

8.6.1 Principales lithologies

Roches sédimentaires (calcaire)

Roches volcaniques (pyroclastites, ponces)

8.6.2 Description

Trois principales lithologies sont observées :

- SCR-DR05A : Blocs de sédiment calcaire fin à foraminifères planctoniques, bioturbé, avec de rares éléments de basalte aphyrique altéré ($D \leq 0,5$ cm) dans la matrice argilo-calcaire (**Error! Reference source not found.**). Le sédiment est relativement induré et se débite au marteau. Une surface recouverte d'encroûtements FeMn/Ox (épaisseur $\leq 0,5$ cm) indique la polarité des blocs sédimentaires. Le sédiment est par endroits fissuré, et les fissures en contact avec la surface du sédiment sont elles-mêmes tapissées d'une croûte Fe/MnOx.
- SCR-DR05B : Blocs de pyroclastite à éléments jointifs. Les pyroclastes ($2 \leq D \leq 10$ mm) sont constitués de basalte aphyrique noir altéré. La couleur des pyroclastes dessine une stratification fruste dans certains des blocs. Comme pour les blocs sédimentaires, les blocs de pyroclastite présentent une surface encroûtée Fe/MnOx (épaisseur $\leq 0,8$ cm). Un échantillon mixte présente un niveau pyroclastique reposant sur le sédiment calcaire, avec une déformation de l'interface suggérant des figures de charge. L'aspect de cette déformation (les pyroclastes pénètrent dans le sédiment), ainsi que des encroûtements Fe/MnOx, confirment la chronologie relative de dépôt de la pyroclastite sur le sédiment.
- SCR-DR05C : Trois morceaux de basalte noir (diamètre ~ 5 cm) avec rares microphénocristaux d'olivine ($\ll 1$ % en volume). Ces morceaux ont une pétrographie identique à celle des pyroclastes, et sont probablement des éléments plus grossiers issus de la pyroclastite.
- SCR-DR05D : Une dizaine de ponces claires phonolitiques ou trachytiques ($0,5 \leq D \leq 5$ cm), sans chronologie relative avec les autres classes.

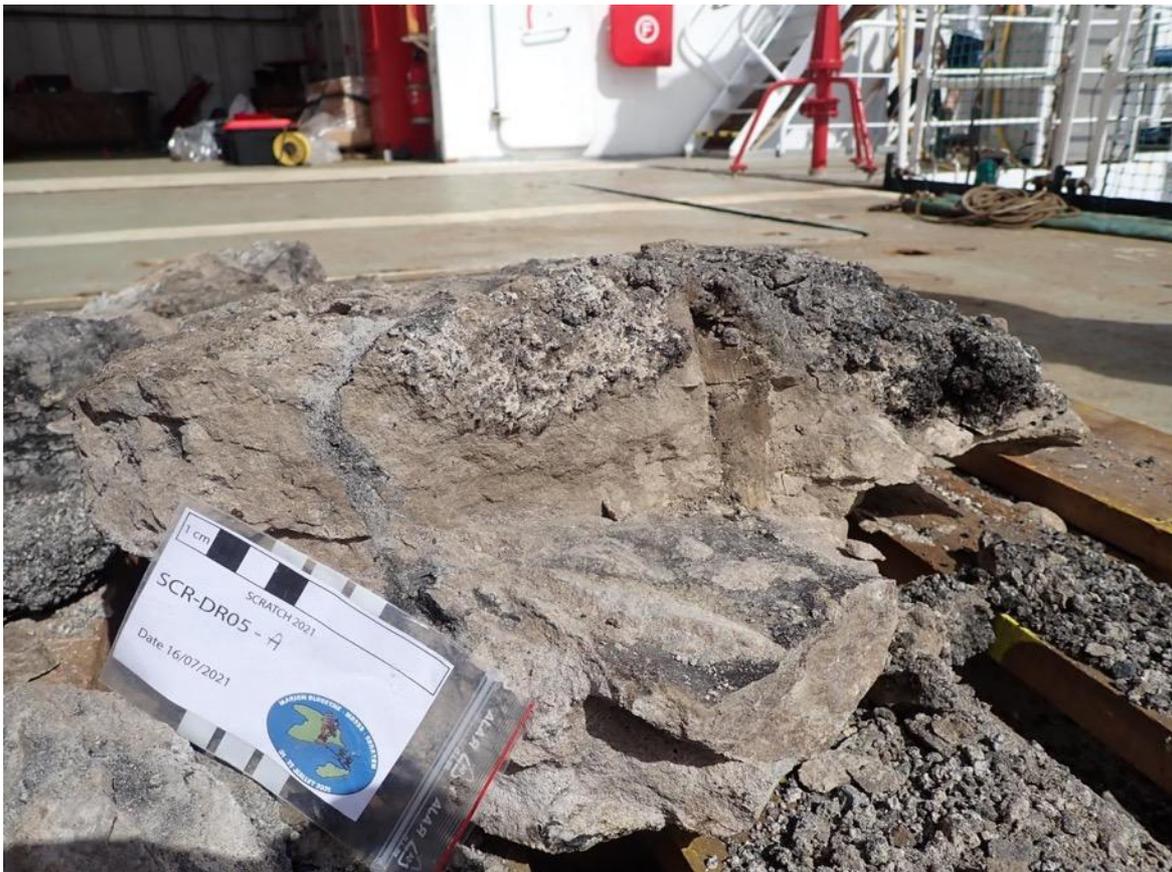


Figure 47 : Contact entre le sédiment calcaire fin (au-dessous) et la pyroclastite (au-dessus)



Figure 48 : Blocs de pyroclastite. Une stratification fruste se dessine sur certains d'entre eux (en bas à droite). La plupart des blocs présentent une face encroûtée Fe/MnOx lui donnant un aspect mamelonné (en bas, au centre)



Figure 49 : Contact entre le sédiment carbonaté et la pyroclastite, dont les éléments poinçonnent la surface du sédiment.



Figure 50 : Surface d'un bloc de pyroclastite, avec encroûtements mamelonnés de Fe/MnOx



Figure 51 : Surface d'un bloc de pyroclastite, avec encroûtements mamelonnés de Fe/MnOx



Figure 52 : Ponces trachytiques ou phonolitiques claires

8.6.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné correspond probablement à la base du cône volcanique ciblé, reposant sur un sédiment carbonaté. Le point de départ du profil de drague est en accord avec cette interprétation. Les figures de charge suggèrent que la pyroclastite s'est déposée sur le sédiment meuble avant son induration. La datation du sédiment ainsi que celle des encroûtements Fe/MnOx permettraient donc en théorie d'obtenir une fourchette d'âge de mise en place de la pyroclastite. Le dépôt pyroclastique, et non lavique, pourrait expliquer la faible réflectivité de l'édifice en imagerie en comparaison des autres structures volcaniques du champ de Mwézi.

8.6.4 Conditionnement des échantillons

- 1 grande caisse pour l'Université de La Réunion - LGSR
- 1 petite caisse pour l'Université Clermont Auvergne - LMV
- 1 échantillon macroscopique pour analyse des encroûtements Fe/MnOx (Sidonie Révillon, SEDISOR/Laboratoire Géosciences Océans, BREST ; collaboration avec Ewan Pelleter, IFREMER)

8.7 Drague SCR-DR06

Date : 16 juillet 2021

Cible : Ride volcanique N130 située au nord-ouest de Mayotte, dans le prolongement des principales structures volcano-tectoniques de l'archipel, et pointant vers les rift zones d'Anjouan. Cette ride est légèrement plus réfective que le reste de l'édifice Mayotte, ce qui suggère qu'elle est plus jeune et/ou moins recouverte de sédiments. L'objectif de cette drague est de prélever les produits éruptifs d'une structure faisant le lien entre le volcanisme de Mayotte et celui d'Anjouan.

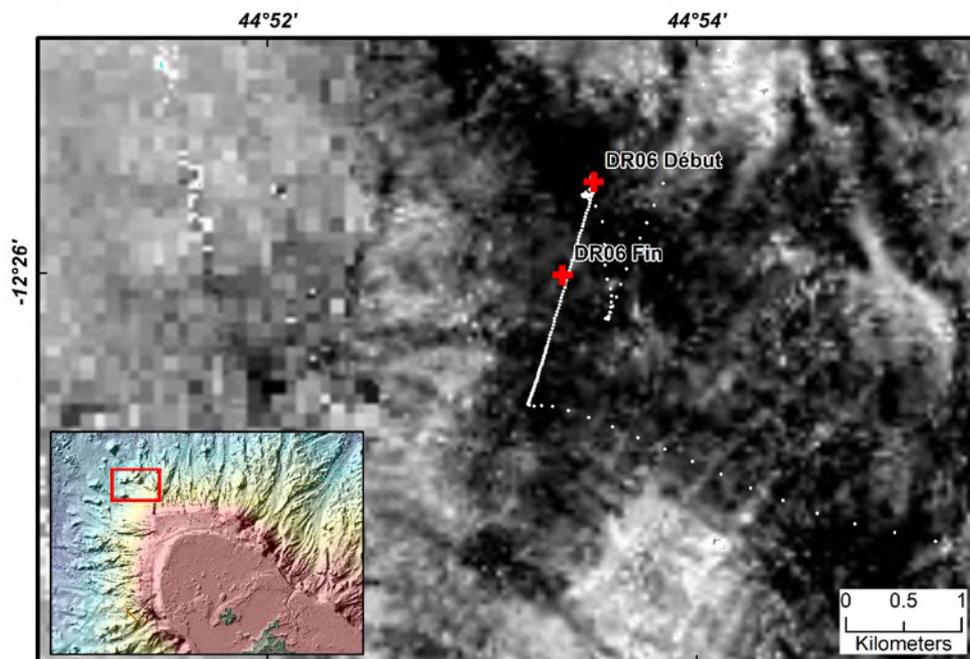


Figure 53 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR06 au Nord-Ouest de Mayotte. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 54 : Produits de la drague SCR-DR05 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,42619	44,89203	2240 (estimée d'après profil)
Fin	-12,43347	44,88960	1990 (estimée d'après profil)s
Durée	1h45	Début : 13h52 UTC	Fin : 15h37 UTC

Tableau 22 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR06

Poids approximatif de roches collectées : 100 kg

8.7.1 Principales lithologies

Roches sédimentaires
 Roches volcaniques (pyroclastites)
 Coraux

8.7.2 Description

Cinq principales lithologies ont été observées :

SCR-DR06A : Argile beige relativement meuble, riche en foraminifères planctoniques (dont orbulines). Localement présence de niveaux un peu plus sableux fins biogéniques riches en foraminifères avec quelques grains d'origine volcanique (rouges et noirs). Niveaux légèrement laminés correspondant probablement à des rides de courant. Présence de bioturbations (terriers millimétriques). Quelques pieds de coraux sont posés directement sur les blocs.



Figure 55 : Blocs d'argile beige, avec pieds de coraux développés sur certains blocs (photo de droite).

SCR-DR06B : Blocs identiques à SCR-DR06A, mais bioturbation plus abondante, avec terriers millimétriques à centimétriques. Dans certains blocs, les terriers les plus grands sont remplis d'un sable fin blanc très riche en foraminifères. Blocs recouverts d'un encroûtement Fe/MnOx de 1 à 5 mm d'épaisseur. Certains blocs sont recouverts de Fe/MnOx sur plusieurs côtés. Des pieds de coraux blancs sont posés sur les croûtes Fe/MnOx, la taille du pied varie de 0,5 à 8 cm. Dans certains blocs, on observe un front d'oxydation de couleur rouille jusqu'à 2 cm d'épaisseur.



Figure 56 : Blocs d'argile beige avec de nombreuses bioturbations

SCR-DR06C : Blocs argileux identiques à SCR-DR06A, couverts d'un encroûtement Fe/MnOx (3-5 mm d'épaisseur) comme SCR-DR06B, lui-même recouvert d'une couche de brèche à matrice carbonatée. La brèche est de couleur blanche, hétérogène, avec des galets d'argile parfois bioturbés, des bivalves (« moules »), des coraux, quelques fragments de scories et peut-être des bryozoaires. La matrice renferme des foraminifères benthiques, de petits gastéropodes, des fragments de coraux, et des coquilles de bivalves cassées. Il s'agit d'un sable de plage formé dans un lagon au niveau d'une plateforme carbonatée.



Figure 57 : Blocs d'argile beige avec de nombreuses bioturbations

SCR-DR06D : Brèche volcanique indurée hétérométrique de couleur gris-rouille recouverte d'une croûte Fe/MnOx épaisse de 1 à 10 mm présente sur plusieurs faces. Éléments scoriacés basaltiques de taille variant de 2 à 70 mm de couleur grise, s'altérant en couleur rouille. Phénocristaux de clinopyroxène (augite) automorphes, abondants et de grande taille (1 à 12 mm). Éléments scoriacés finement vésiculés, avec des vésicules de 0,5 à 2 mm, parfois remplies de zéolites en boules. Matrice grise, formées de taches noires (d'oxydes/hydroxydes de Fe/Mn èse) dans un ciment blanc carbonaté (réaction à l'acide). Certains morceaux de brèche volcanique sont recouverts d'une brèche carbonatée similaire à SCR-DR06C, se déposant au-dessus de l'encroûtement Fe/MnOx.



Figure 58 : Brèche volcanique indurée hétérométrique de couleur gris-rouille recouverte d'une croûte Fe/MnOx

SCR-DR06E : Grès à grain fin, peu biogénique (quelques foraminifères – orbulines), avec des fragments d'origine volcanique (verre, olivine, pyroxène) dans une matrice carbonatée. Relation chronologique avec les autres lithologies difficile à définir.

SCR-DR06F : Coraux. Les plus abondants sont des fragments de coraux branchus noirs, avec des bases dont une formée sur un encroûtement Fe/MnOx. Coraux gorgonien (calcite), possiblement du genre *Corallium*. La couleur noire est une fine couche de Fe/MnOx qui se dépose post mortem chez la plupart des squelettes des fossiles de Sclératinea et Gorgonien des eaux profondes. Une des branches a une section rosée. Le fragment le mieux conservé a une base de 30 mm de diamètre, une hauteur de 150 mm, 6 branches bien développées et 3 petites. Les branches ont des diamètres de 12 mm, 14 mm et au maximum 22 mm. En plus de ces coraux noirs, 5 fragments de coraux rouges ont été remontés par la drague. Il s'agit également de coraux gorgoniens, du genre *Melithaea*.



Figure 59 : SCR-DR06F. Coraux noirs



Figure 60 : SCR-DR06F. Coraux rouges du genre *Melithaea*

8.7.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné par la drague correspond à un dépôt de sédiments argileux et un dépôt de brèches pyroclastiques dont les relations spatiales et chronologiques sont inconnues, tous les deux recouverts d'un encroûtement Fe/MnOx, lui-même recouvert d'une brèche carbonatée.

8.7.4 Conditionnement des échantillons

- 1 petite caisse pour l'Université de La Réunion - LGSR
- 1 petite caisse pour l'Université Clermont Auvergne - LMV
- 2 échantillons macroscopiques (SCR-DR06B et SCR-DR06D) pour analyse des encroûtements Fe/MnOx (Sidonie Révillon, SEDISOR/Laboratoire Géosciences Océans, BREST ; collaboration avec Ewan Pelleter, IFREMER)

8.8 Drague SCR-DR07

Date : 17 juillet 2021.

Cible : Cône volcanique bien formé en bathymétrie mais peu réfléchif en imagerie, situé à l'extrême sud dans l'alignement de la Jumelle ouest. L'objectif de cette drague est d'échantillonner une structure ancienne associée au volcanisme de la Jumelle ouest, à comparer aux précédentes dragues réalisées sur les Jumelles.

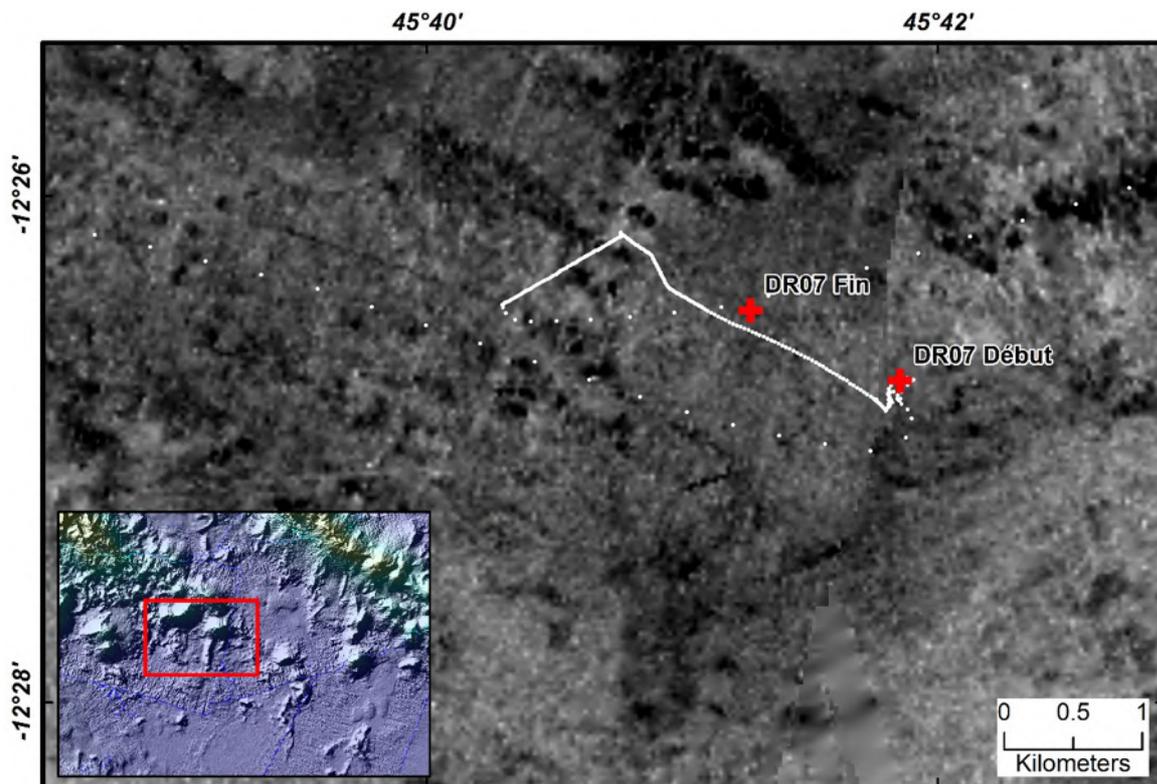




Figure 62 : Produits de la drague SCR-DR07 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II.

Positions de la drague sur le fond			
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,44550	45,69755	3348
Fin	-12,44087	45,68780	2765
Durée	2h35	Début : 0h07 UTC	Fin : 2h42 UTC

Tableau 23 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR07

Poids approximatif de roches collectées : 1000 kg

8.8.1 Principales lithologies

Roches volcaniques : basalte (sens descriptif), léger « popping » pendant plus de 24 heures.

8.8.2 Description

SCR-DR07 : Roches volcaniques en pillows aphyriques noires vésiculées et fraîches avec une croûte vitreuse prismée en surface (Figure 63). Les prismes ont une largeur de 1-2 cm. Il existe une autre génération de prismes (?) de largeur pluricentimétrique en profondeur. La croûte vitreuse est chargée en gaz, et éclate lors de la casse (« popping rocks »).

La zone vitreuse a une épaisseur < 1 cm. Le taux de vésiculation est variable et va jusqu'à 50 %. Les vésicules sont sphériques et de taille millimétrique. Elles présentent parfois des vésicules sur leur propres parois (coalescence). Les variations de vésiculation de la surface vers l'intérieur donnent une apparence pseudo-rubannée.



Figure 63 : Basalte en pillow avec surface prismée (haut de la photo) et une enclave juste au-dessus de la partie droite de l'étiquette

L'altération est limitée à quelques blocs présentant des traces d'altération blanc/rouille ou une surface rouille de < 1 mm d'épaisseur. Quelques blocs ont des surfaces cordées (Figure 64). Certains blocs présentent des toits de tunnel de diamètre <4 cm. (Figure 65). Présence d'enclaves : SCR-DR07E.



Figure 64 : Lave cordée.



Figure 65 : Toit de tunnel.

SCR-DR07B : Deux blocs scoriacés de grande taille, le plus gros de 40 cm de côté, assez friable donc les deux blocs peuvent être deux fragments d'un même bloc. Roche très fraîche, gris sombre, avec des fragments plus ou moins cordés de toute taille entre 1 mm et 3 cm, collés sur une zone plus massive. Présence de zones vésiculées (jusqu'à 50 % de vésicularité) et de zones très denses (10 % de vésicules). Dans les zones denses, une seule génération de vésicules sub-arrondies millimétriques à infra-millimétriques, dans les zones vésiculées, deux générations de vésicules sphériques, une dominante millimétrique, une moins abondante de 4-5 mm de diamètre.



Figure 66 : Bloc scoriacé.

SCR-DR07-E

Les enclaves sont siliceuses, claires et légèrement anguleuses avec une faible déformation (étirement). Les enclaves sont pas ou peu vésiculées, quand les vésicules sont présentes, elles sont sphériques de diamètre millimétrique. Certaines enclaves ont une limite franche. Une enclave riche en vésicules contient des grains de quartz dans un verre incolore.

Les enclaves contiennent majoritairement du quartz ainsi que des cristaux sombres inframillimétrique, parfois des feldspaths.

SCR-DR07-E-a : enclaves avec vésicules et couronne réactionnelle < 3 mm (Figure 67).



Figure 67 : SCR-DR07-E-a.

SCR-DR07-E-b : enclaves montrant un début de mélange physique avec le basalte (Figure 68).

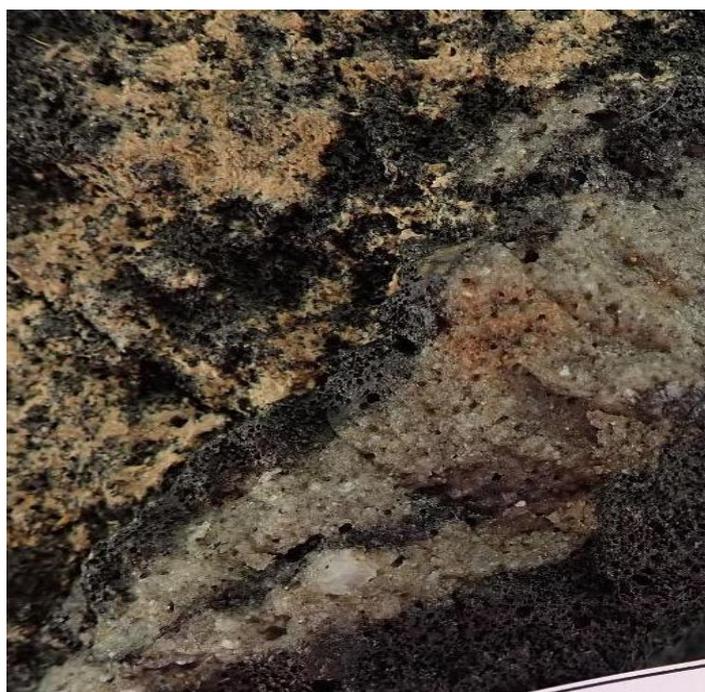


Figure 68 : SCR-DR07-E-b.

SCR-DR07-E-c : enclaves avec vésicules sans couronne réactionnelle marquée, avec une limite franche (Figure 69).



Figure 69 : SCR-DR07-E-c. Les trois en bas à droite sont la même enclave.

SCR-DR07-E-d : une enclave en forme d'amande de taille 2 cm x 1 cm, granulométrie très fine, de couleur brune, sans cristaux visibles, avec une trace millimétrique d'altération rouille près du contact avec le basalte. Une vésicule millimétrique étirée (Figure 70). Une autre enclave similaire de plus grande taille (5 x 3 cm) présente deux trous circulaires en forme de tubes (Figure 71).



Figure 70 : SCR-DR07-E-d (deux fragments de la même enclave).



Figure 71 : SCR-DR07-E-e : deux fragments de la même enclave.

8.8.3 Interprétation préliminaire

Le site échantillonné correspond à une ou plusieurs coulées de lave en coussin riches en volatiles. Les faciès scoriacés correspondent soit à une coulée 'a'a, soit à des faciès de spatter-cone à proximité de l'événement éruptif. Les enclaves indiquent que le magma a traversé un niveau de sédiments détritiques siliceux lors de sa remontée vers la surface. Les enclaves SCR-DR07-E pourraient indiquer qu'il s'agit de grès avec localement des zones plus argileuses (?).

8.8.4 Conditionnement des échantillons

- Une grande caisse pour la Réunion / LGSR
- Une grande caisse pour Clermont / LMV + une caisse de pillows à donner
- Une grande caisse pour Bordeaux / EPOC avec deux pillows

8.9 Drague SCR-DR08

Date : 17 juillet 2021

Cible : Ride volcanique est-ouest située dans le prolongement à l'ouest du banc de Zélée. Cette structure est peu réfléchive mais sa forte pente suggère qu'il s'agit d'un relief plus récent que l'édifice principal. L'objectif de cette drague est de prélever des produits éruptifs associés à la fin du volcanisme de La Zélée.

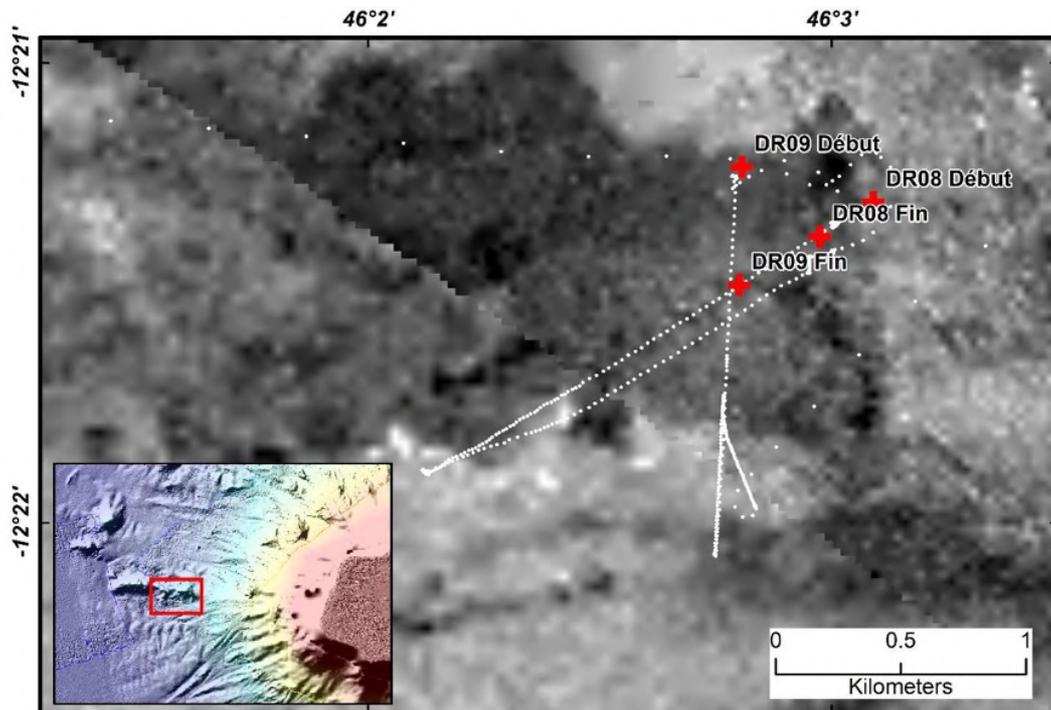


Figure 72 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors des dragues SCR-DR08 et SCR-DR09 à l'ouest du banc de Zélée. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours des dragues.



Figure 73 : Échantillons remontés lors de la drague SCR-DR08.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,35503	46,05150	2898
Fin	-12,35630	46,04958	2756
Durée	3h34	Début : 8h49 UTC	Fin : 12h23 UTC

Tableau 24 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR08

Poids approximatif de roches collectées : 40 g

8.9.1 Principales lithologies

Roches volcaniques (fragment de coulée vésiculée)

8.9.2 Description

Quatre fragments centimétriques de lave basaltique noire aphyrique finement vésiculée. Vésicules sphériques de 0,5 à 1 mm de diamètre représentant 30 à 40 % de la roche, formées en une seule génération. Deux fragments présentent une bordure vitreuse avec une surface légèrement oxydée.

8.9.3 Interprétation préliminaire

Les quatre fragments ont été récupérés dans la drague. Ils peuvent représenter des fragments d'une coulée basaltique, mais vu leur similitude avec les échantillons remontés par SCR-DR07, une contamination n'est pas impossible.

8.9.4 Conditionnement des échantillons

- Echantillons par avion pour Clermont / LMV

8.10 Drague SCR-DR09

Date : 17 juillet 2021

Cible : Cette cible est identique à SCR-DR08. Ride volcanique est-ouest située dans le prolongement à l'ouest du banc de Zélée (Figure 72). Cette structure est peu réfléchive mais sa forte pente suggère qu'il s'agit d'un relief plus récent que l'édifice principal. L'objectif de cette drague est de prélever des produits éruptifs associés à la fin du volcanisme de La Zélée.



Figure 74 : Produits de la drague SCR-DR09 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude BUC	Longitude BUC	Profondeur drague (m)
Début	-12,35377	46,04677	2907
Fin	-12,35805	46,04667	2665 (d'après profil)s
Durée	2h11	Début : 17h37	Fin : 19h48

Tableau 25 : Déroulement des opérations du dragage SCR-DR09

Poids approximatif de roches collectées : 40 kg

8.10.1 Principales lithologies

Roches volcaniques : brèches

Roches sédimentaires

8.10.2 Description

Blocs pluri-décimétriques à centimétriques (Figure 74) :

SCR-DR09A : blocs de brèche volcanique avec des éléments anguleux de taille moyenne 1-2 cm, le plus important mesurant 30 x 17 x 6 cm (Figure 75). Les éléments sont basaltiques, aphyriques et vésiculés avec un ciment de zéolite. La matrice est composée de jaspe et d'autres minéraux d'altération (palagonite ?).

Les éléments peuvent présenter des enclaves (SCR-DR09E) et des minéraux fantômes (ol et cpx). Ils sont oxydés et acquièrent une couleur rouille, excepté le cœur des plus gros éléments. Un encroûtement Fe/MnOx de quelques millimètres à 3 cm d'épaisseur recouvre ces blocs sur toutes leurs faces.



Figure 75 : SCR-DR09A bloc de brèche volcanique encroûtée

SCR-DR09B : blocs sédimentaires de grès avec des tailles de grains variant des sables fins jusqu'aux argiles avec des alternances de lamines blanches carbonatées et plus sombres hémipélagiques (Figure 76). Les dépôts très riches en carbonate sont fins avec des foraminifères et des bioturbations. Les dépôts hémipélagiques contiennent des micas et des argiles et présentent parfois des lamines.



Figure 76 : SCR-DR09B blocs de grès détritiques et carbonatés encroûtés

Les termes C (lamines obliques) et D (lamines planes) d'une séquence de Bouma sont observables sur un des blocs (Figure 77).



Figure 77 : SCR-DR09B bloc avec termes C et D de la séquence de Bouma

L'ensemble de ces roches sont encroûtées avec des épaisseurs variant de quelques millimètres à 3 cm en fonction des faces.

SCR-DR09E : blocs issus de SCR-DR09A et contenant des enclaves de quartzite et ponces (Figure 78).



Figure 78 : SCR-DR09E blocs avec enclaves de quartzite et ponces

8.10.3 Interprétation préliminaire

L'ensemble des blocs remontés par cette drague sont recouverts sur toutes leurs faces de Fe/MnOx d'épaisseur variable. Ceci implique que les blocs n'ont pas été arrachés par la drague et ne sont donc pas en place.

8.10.4 Conditionnement des échantillons

- 1 grande caisse pour La Réunion / LGSR
- 1 grande caisse pour Clermont / LMV
- 2 blocs sédimentaires pour EPOC

8.11 Drague SCR-DR10

Date : 18 juillet 2021

Cible : Cône peu réfléchif en imagerie mais présentant un relief volcanique bien marqué, situé au sud du banc de Geysier. L'objectif de cette drague est de prélever des produits éruptifs associés à la construction du banc de Geysier, en s'affranchissant des apports sédimentaires carbonatés de celui-ci.

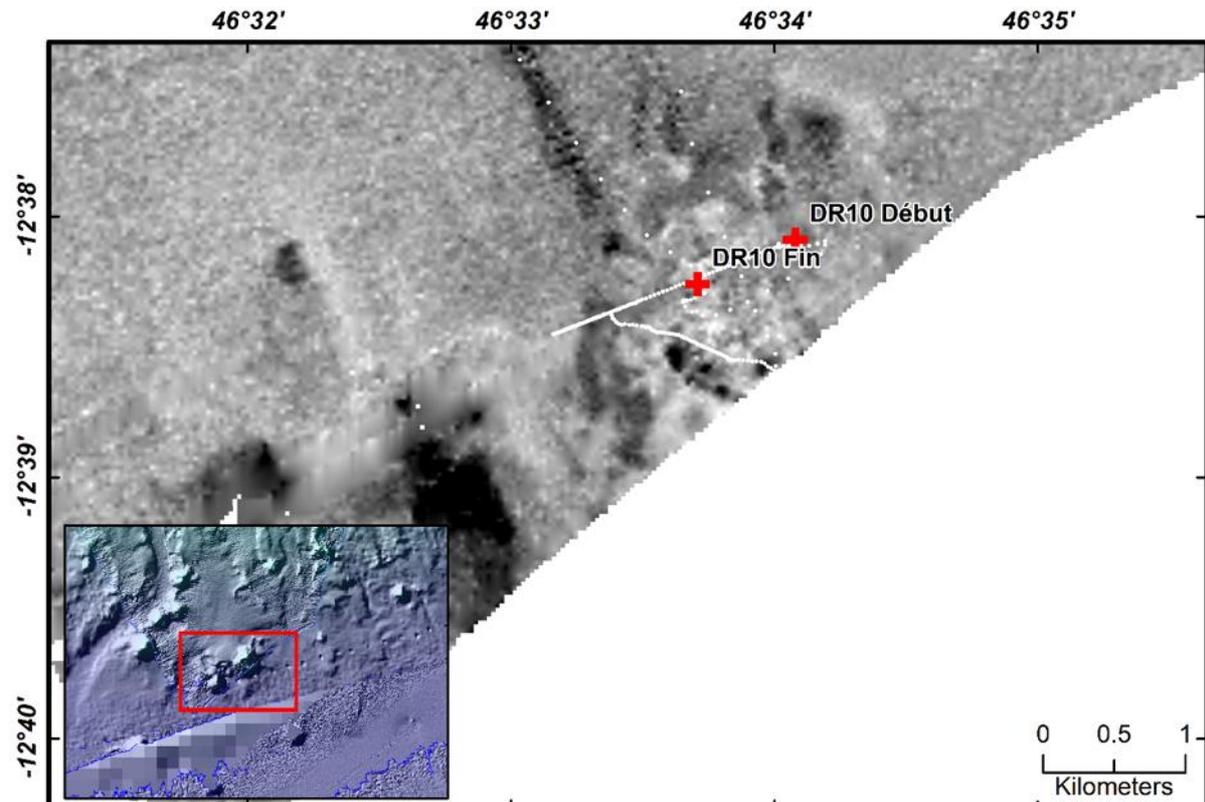


Figure 79 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR10 sud du banc de Geysier. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 80 : Produits de la drague SCR-DR10 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne II.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,634833	46.568	3140
Fin	-12.637667	46.5618167	2765
Durée	1h59	Début : 5h24 UTC	Fin : 7h23 UTC

Tableau 26 : Déroulement des opérations du dragage DR10

Poids approximatif de roches collectées : 30 kg

Poids approximatif de boue collectée : 30 kg

8.11.1 Principales lithologies

Boue carbonatée

Roches sédimentaires (calcaire)

Roches volcaniques (pyroclastites)

8.11.2 Description

Trois principales lithologies sont observées :

- SCR-DR10-A : Boue carbonatée (Figure 81) de couleur ocre et plus ou moins riche en argiles. C'est a priori un faciès pélagique (à hémipélagique) carbonaté. Le refus de tamis à 125 µm est constitué à 98% de foraminifères planctoniques et de quelques très rares spécimens de foraminifères benthiques. Quelques particules d'oxydes de Fe et Mn sont observées. Il n'y a pas de fraction détritique visible.
- SCR-DR10-B : Roches sédimentaires calcaire fines à foraminifères planctoniques, très bioturbées, plus ou moins riches en argiles (Figure 81). C'est a priori un faciès pélagique à

hémipélagique carbonaté. Le sédiment est relativement induré et se débite au marteau. Les surfaces sont recouvertes d'encroûtements Fe/MnOx (épaisseur millimétrique).

- SCR-DR10-C : Brèche pyroclastique très altérée. Il semble que les éléments soient porphyriques et contiennent des pyroxènes et/ou olivine totalement altérés (Figure 81). Les éléments sont recouverts par une pellicule millimétrique de Fe/MnOx.



Figure 81 : Échantillons de la drague SCR-DR10

8.11.3 Interprétation préliminaire

Le site de drague correspond probablement au pied de pente du flanc sud du banc de Geysier, collectant des produits pyroclastiques et une boue carbonatée qui s'est ensuite solidifiée. Cette drague confirme la nature volcanique du cône situé au sud du banc de Geysier.

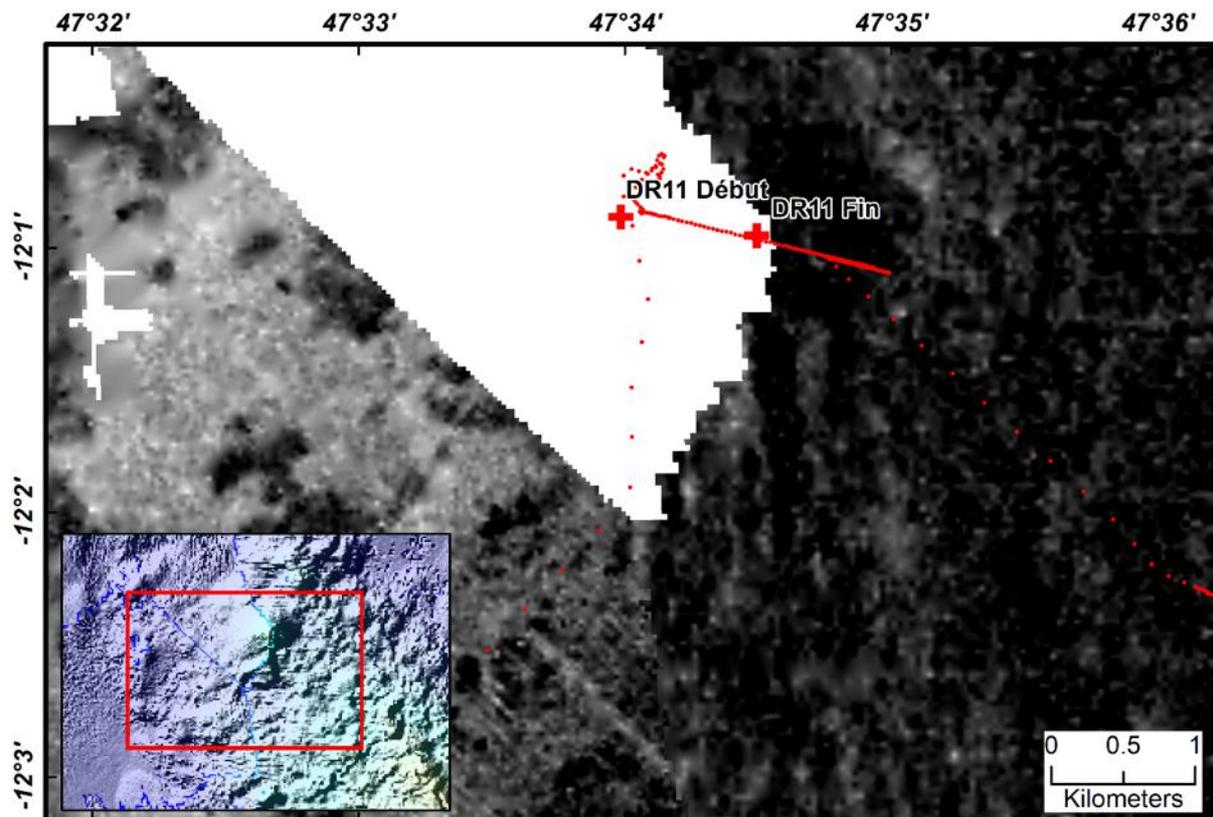
8.11.4 Conditionnement des échantillons

- 1 échantillon des faciès SCR-DR10-B et SCR-DR10-C pour l'Université de La Réunion - LGSR
- 1 échantillon des faciès SCR-DR10-A, SCR-DR10-B et SCR-DR10-C pour l'Université Clermont Auvergne - LMV
- 1 échantillon des faciès SCR-DR10-A et SCR-DR10-B pour le laboratoire de Bordeaux EPOC

8.12 Drague SCR-DR11

Date : 18 juillet 2021

Cible : Cette drague cible un cône possiblement volcanique identifié dans les relevés bathymétriques de MAYOBS et de SISMAORE au pied de la ride située au nord-ouest du banc de Leven. Cette ride est située dans l'alignement des Comores, mais aussi dans celui des Glorieuses. La drague a donc pour objectif de prélever des roches pour confirmer leur nature volcanique de ce cône, et le cas échéant pour étudier l'affinité de ce magmatisme avec celui des deux alignements.



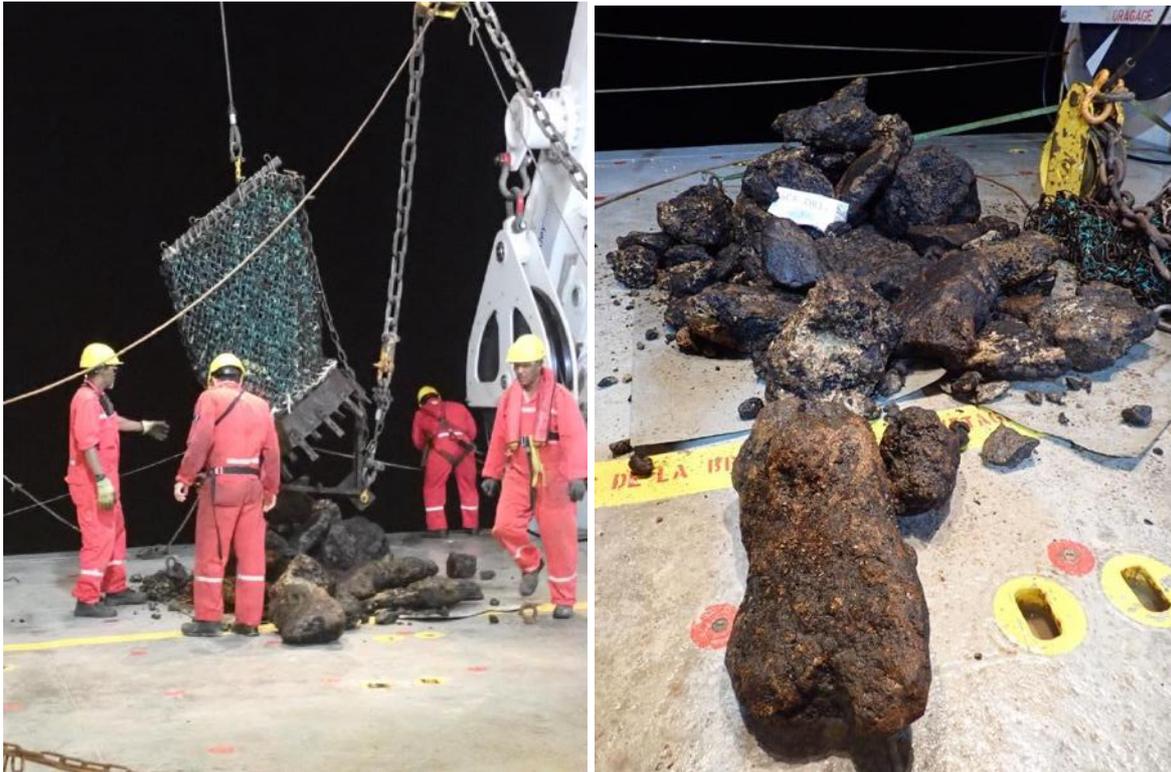


Figure 83 : Produits de la drague SCR-DR11 à leur dépôt sur le pont du Marion Dufresne.

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,01471	47,56642	2978
Fin	-12,01589	47,57493	2550
Durée	2h28	Début : 18h35 UTC	Fin : 21h03 UTC

Tableau 27 : Déroulement des opérations du dragage DR11

Poids approximatif de roches collectées : 1500 kg

8.12.1 Principales lithologies

Bèches volcaniques (pyroclastites)
 Bèches sédimentaires
 Sédiments carbonatés

8.12.2 Description

Trois principales lithologies sont observées :

DR11A : Trois blocs de brèche pyroclastique anguleux, d'une quinzaine de centimètres à 70 cm de diamètre. La surface de ces blocs est quasiment exempte d'encroûtements Fe/MnOx. Cette brèche contient des éléments anguleux de basalte aphyrique noir vacuolaire de 0,1 à 5 cm de diamètre, avec des échardes d'obsidienne fraîches. La matrice est fortement altérée avec des teintes ocre et jaunes d'altération sous-marine.



Figure 84 : Bloc de pyroclastite contenant des éléments anguleux de basalte noir aphyrique et d'obsidienne (DR11A).

DR11B : Blocs de basalte aphyrique noir vésiculé de 3 à 7 cm de diamètre. Certains de ces blocs sont anguleux et le basalte est sain. D'autres sont plus altérés et leurs angles sont émoussés. D'autres enfin sont très altérés et recouverts d'une couche d'encroûtement Fe/MnOx allant jusqu'à 1 cm d'épaisseur.



Figure 85 : Blocs de basalte noir aphyrique vacuolaire (DR11B). Certains de ces blocs sont anguleux et le basalte est sain (en haut à gauche). D'autres blocs sont émoussés et le basalte est légèrement zéolitisé. D'autres blocs enfin sont recouverts d'encroûtements Fe/MnOx et le basalte y est très altéré.

DR11C : Unique bloc de roche sédimentaire (30x20x5 cm). Le sédiment est un sable fin gris/jaune, stratifié, contenant des globigérines, des fragments volcaniques, ainsi peut-être que des grains de quartz. Une des faces du bloc est encroûtée de Fe/MnOx (épaisseur 1,5 cm) tandis que l'autre en est quasiment exempte.



Figure 86 : Bloc de sédiment sableux d'origine biogénique, détritique continentale et volcanique (DR11C).

DR11D : Blocs de brèche sédimentaire arrondis, avec encroûtements Fe/MnOx allant jusqu'à 25 mm d'épaisseur. La brèche est constituée d'éléments anguleux de basalte aphyrique noir vacuolaire (diamètre entre 0,1 et 10 cm) emballés dans une matrice carbonatée avec débris bioclastiques. Au sein d'un même bloc, les éléments sont tous de même nature et présentent le même état d'altération. D'un bloc à l'autre, l'état d'altération du basalte varie, les blocs les plus altérés étant aussi les plus encroûtés.



Figure 87 : Brèche sédimentaire contenant des éléments anguleux de basalte aphyrique emballés dans une matrice carbonatée à bioclastes (DR11D).

8.12.3 Interprétation préliminaire

Le site de drague correspond probablement au pied de pente d'un cône pyroclastique. Les produits pyroclastiques émis se sont solidifiés sous forme de brèche pyroclastique, ou sont tombés dans une boue carbonatée qui s'est ensuite solidifiée. La drague a échantillonné une succession d'éruptions sur une période relativement longue. Les éruptions les plus anciennes sont les plus altérées et encroûtées, tandis que les plus récentes correspondent aux éléments anguleux frais. Cette drague confirme la nature volcanique de la ride nord-ouest du banc de Leven.

8.12.4 Conditionnement des échantillons :

- 3 caisses pour l'Université de La Réunion - LGSR
- 2 caisses pour l'Université Clermont Auvergne - LMV
- 1 échantillon macroscopique pour analyse des encroûtements Fe/MnOx (Sidonie Révillon, SEDISOR/Laboratoire Géosciences Océans, BREST ; collaboration avec Ewan Pelleter, IFREMER)
- 4 échantillons de roches sédimentaires (DR11C et D) pour l'Université de Bordeaux EPOC

8.13 Drague SCR-DR12

Date : 19 juillet 2021

Cible : Cette drague cible les fortes pentes de la ride située au nord-ouest du banc de Leven. Cette ride est située dans l'alignement des Comores, mais aussi dans celui des Glorieuses. La drague a donc pour objectif de prélever des roches pour confirmer leur nature volcanique de ce cône, et le cas échéant pour étudier l'affinité de ce magmatisme avec celui des deux alignements.

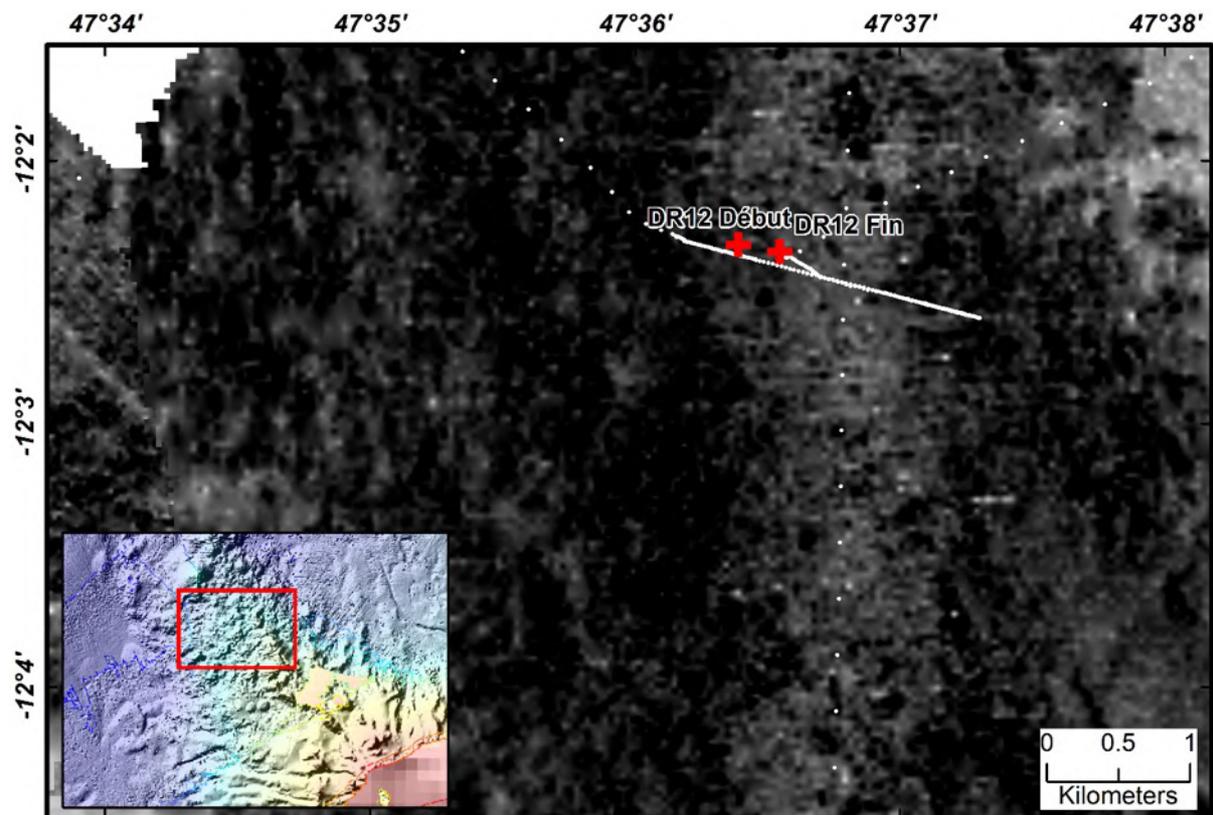


Figure 88 : Encart en bas à gauche : carte bathymétrique de la zone investiguée lors de la drague SCR-DR12 au nord du banc de Leven. La zone couverte par le sondeur multifaisceau est indiquée par le rectangle rouge. A droite, en noir et blanc, sont figurés la réflectivité acoustique et le trajet suivi par le navire au cours de la drague.



Figure 89 : Échantillons remontés lors de la drague SCR-DR12

	Positions de la drague sur le fond		
	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
Début	-12,03867	47,60650	2650
Fin	-12,03911	47,60910	2593
Durée	2h49	Début : 1h01 UTC	Fin : 3h50 UTC

Tableau 28 : Déroulement des opérations du dragage DR12

Poids approximatif de roches collectées : 20 kg

8.13.1 Principales lithologies

Roches volcaniques

8.13.2 Description

Trois blocs de nature basaltique recouverts d'une croûte Fe/MnOx. Dimensions : 37 x 25 x 14 cm, 15 x 10 x 5 cm et 12 x 9 x 4 cm. Le dernier chiffre donne l'épaisseur, en partant du sommet de la croûte d'oxyde de manganèse comme point de référence.



Figure 90 : Photographie d'un des petits blocs, et d'une coupe du gros bloc échantillonnés par SCR-DR12.

Le plus gros bloc est formé d'une lave basaltique porphyrique vésiculée de couleur grise. La partie externe du bloc est altérée en conditions oxydantes et prend une teinte rouille sur environ 1 cm d'épaisseur. Dans les deux petits blocs, la partie basaltique est peu épaisse et entièrement altérée. Le plus gros bloc est recouvert d'une boue argileuse beige consolidée avec de nombreux signes de bioturbation. Cette boue s'infiltré dans des fractures du basalte – le bloc a été cassé en deux sur une de ses fractures, sur laquelle on observe également des traces de bioturbation. La lave basaltique renferme des vésicules millimétriques peu abondantes (maximum 20% de la roche) parfois remplies de zéolites. Quelques rares vésicules atteignent 7 mm. Il s'agit d'un basalte porphyrique (ankaramite) à phénocristaux de clinopyroxène vert (noir à l'œil nu) automorphes de 1 à 9 mm dans leur plus grande dimension et phénocristaux d'olivine automorphes de taille inférieure à 2 mm moins abondants. Les phénocristaux de clinopyroxène sont toujours très frais, même dans les parties altérées, alors que les phénocristaux d'olivine sont systématiquement altérés en un dépôt meuble de couleur rouille. Les échantillons sont recouverts d'une épaisse croûte Fe/MnOx (~45 mm d'épaisseur) recouvrant le basalte et la boue argileuse consolidée.

8.13.3 Interprétation préliminaire

L'échantillonnage correspond à un ou plusieurs blocs basaltiques, initialement mis en place sous forme de coulée ou de dépôt pyroclastique puis repris dans un dépôt sédimentaire argileux (dépôt de pente ?). L'ensemble est recouvert d'une épaisse croûte Fe/MnOx, le dépôt est donc assez ancien (au minimum 9 Ma en considérant une vitesse maximum de croissance des oxydes de manganèse de 5 mm/Ma)

8.13.4 Conditionnement des échantillons

- Pour l'Université de La Réunion – LGSR : deux sacs
- Pour l'Université Clermont Auvergne – LMV : deux sacs dans une petite caisse avec les échantillons de SCR-DR10.

9 Les carottages

9.1 Généralités

9.1.1 Objectifs

L'archipel volcanique des Comores est situé dans la partie nord du canal du Mozambique, entre la marge est de l'Afrique et la pointe nord de Madagascar. Des barrières récifales se sont développées autour de plusieurs des édifices volcaniques majeurs au moins depuis le Pliocène. Ainsi, Glorieuses, Mohéli, Mayotte, et les bancs de Zélée et Geyser sont des zones de production carbonatée fortes. Ces observations impliquent que dans la zone des Comores, la sédimentation récente est mixte, avec des composantes silicoclastiques (Afrique, Madagascar), volcanoclastiques et carbonatées. Les pentes insulaires, la présence de nombreux système de canyons et la détection récente de nombreux corps sédimentaires chaotiques aux pieds des îles, indiquent que les processus gravitaires doivent représenter une part substantielle de la sédimentation régionale. Pour guider notre approche, nous nous sommes basés sur les résultats de carottages obtenus dans le secteur (campagnes MD136-VIGO, MAYOBS 15, SISMAORE) et sur les demandes de campagne récentes DIPOMOUS et REEFCORES.

Le prélèvement des séries sédimentaires récentes (Pléistocène) a donc été programmé lors de la campagne SCRATCH afin de répondre à plusieurs objectifs :

- Description de la nature des dépôts, des environnements et des processus sédimentaires.
- Détermination des origines et sources sédimentaires (volcanisme, carbonate, terrigène).
- Datation des séries sédimentaires pour évaluer les taux de sédimentation, les variations de la sédimentation au cours des variations climatiques pléistocènes, et le calendrier de certains événements enregistrés dans les archives sédimentaires aux pieds des îles : éruptions et phases volcaniques, événements gravitaires, déformation.

Seize cibles de carottages sur treize sites différents avaient été identifiées en amont de la campagne (13 carottes Calypso et 3 CASQ). Ces cibles initiales ont été revues au cours de la campagne, au fur et à mesure des observations sur le sondeur de sédiments et du déroulement des carottages (Figure 92, Tableau 6).

L'équipe de traitement des carottes, reparti en quarts de 4h, était composé de : ADEBAYO Michel ; BONNIN Jérôme ; BUJAN Stéphane ; CHAABANE Sonia ; CLEMENT Charlotte ; DOBRIJEVIC Michel ; GENET Marion ; HABIB Majd ; LEDUC Guillaume ; LE POSTOLLEC Aurélie ; LUCIANI Elise ; MOAL-DARRIGADE Paul ; REVILLON Sidonie ; ROVERE Mickaël ; SAINT-GEORGES Margaux ; TOULIER Alix ; TUREL Cédric ; VAZQUEZ RIVEIROS Natalia et ZARAGOSI, Sébastien. Elle a été aidée par l'équipe de dragage. Cette équipe a également bénéficié de l'aide de REAU Yvan et FOUCHARD Sacha de la cellule de carottage de GENAVIR.

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH, 30 juin - 22 juillet 2021

Core Name	Latitude (°)	Longitude (°)	Water Depth (m)	Site	Tube length (m)	Core length (m)	Recovery rate (%)	Coring device
MD21-3598	-11.2687	47.5470	3913	NE Glorieuses	25.87	24.96	96	Calypso
MD21-3599	-11.3098	47.7086	3960	Chenal Nord-Est Glorieuses	36.29	35.2	97	Calypso
MD21-3600	-11.7800	47.4538	3782	Chenal Sud Glorieuses	46.38	44.4	96	Calypso
MD21-3601	-11.4110	46.6506	3735	Bassin Est Glorieuses	52.48	51.7	99	Calypso
MD21-3602	-11.7492	45.3933	3413	Champ volcanique de Mwezi	36.29	32.5	90	Calypso
MD21-3603	-12.1334	45.7467	3498	Nord ride des Jumelles	25.7	23.6	92	Calypso
MD21-3604	-11.8781	45.9764	3544	Chenal des Jumelles	36.29	34.95	96	Calypso
MD21-3605	-13.3966	44.1205	3544	Instabilités Sud-Ouest Mayotte	46.38	44.78	97	Calypso
MD21-3606G	-13.3403	45.7111	3507	Instabilités Sud-Est Mayotte	13.36	1.69	13	Gravity
MD21-3607	-12.6223	47.1059	3533	Ouest banc du Leven	52.51	51.67	98	Calypso
MD21-3608	-12.0452	47.7284	2857	Nord banc du Leven	25.62	23.8	93	Calypso
MD21-3609	-11.3757	47.0119	3761	Nord-Ouest Glorieuses	30.69	28.12	92	Calypso

Figure 91 : Tableau récapitulatif des carottes réalisées lors de la campagne SCRATCH

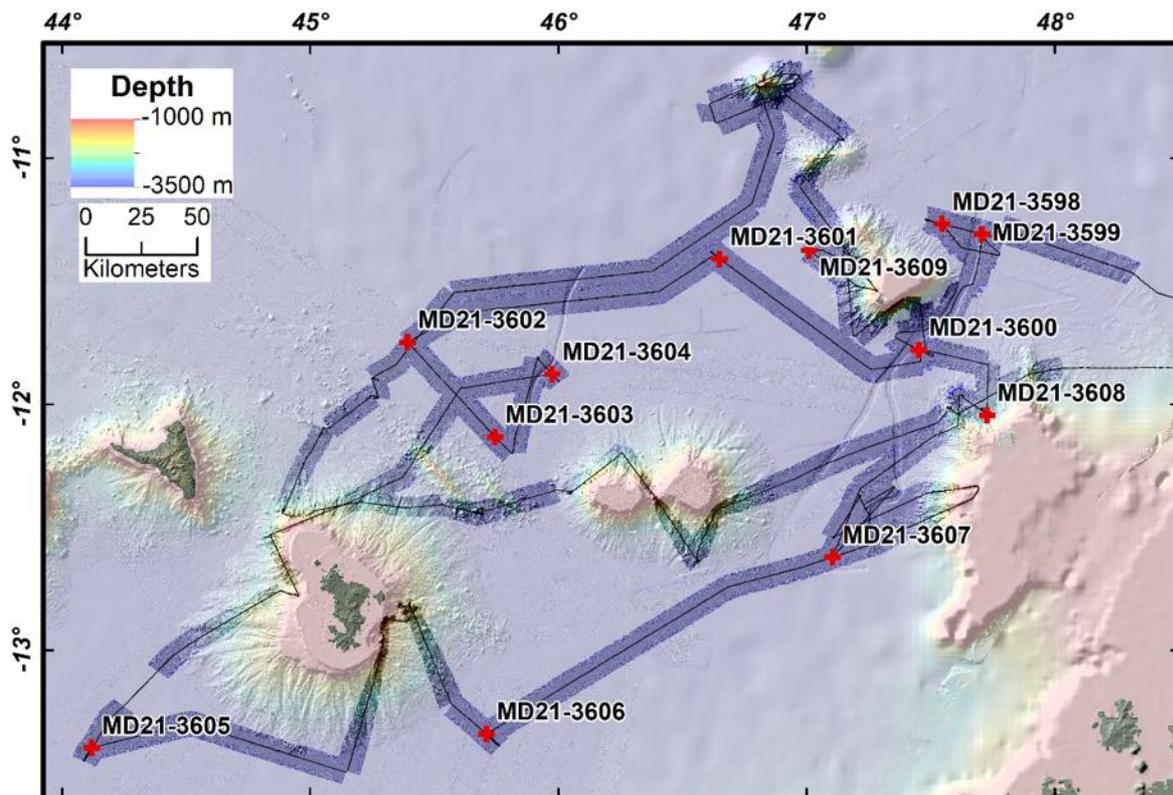


Figure 92 : Sites de carottages de la campagne SCRATCH.

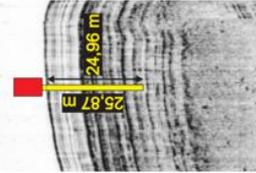
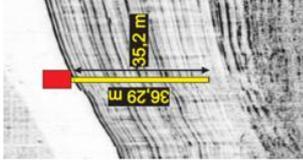
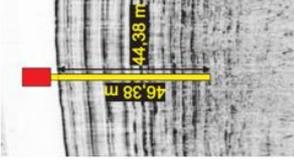
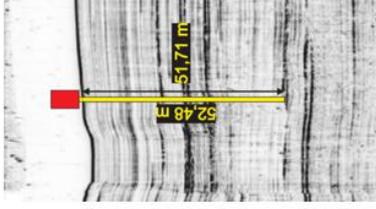
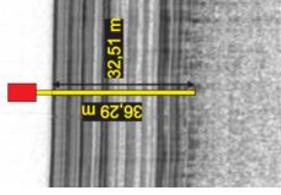
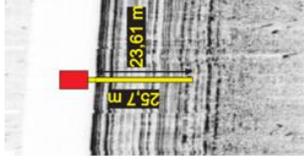
NumPrel	Origine	MD21-3598	MD21-3599	MD21-3600	MD21-3601	MD21-3602	MD21-3603	
Date		05/07/2021	05/07/2021	06/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	08/07/2021	
Caractéristiques		Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%	Local Type Calypso profondeur sondeur (m) 3 913 EM122 Calypso Ligne filee déclenchement (m) théorique 3 980 Tensio Calypso Ligne filee déclenchement (m) vraie 3 881 Tensio Calypso tube (m) 3 881 Pont 3 881 câble contre-poids (m) 35.87 Cherna 32.13 Cherna 32.13 Hchute (m) 3.05 Tensio 8.96 boucle réelle (m) 9.44 Tensio 8.82 Rappel élastique théorique (m) 8.96 Cherna 8.82 compensation 80%
Position		Latitude -11.26865 Longitude 47.54701667 GPS	Latitude -11.30983333 Longitude 47.70863333 GPS	Latitude -11.78003333 Longitude 47.45383333 GPS	Latitude -11.4101667 Longitude 46.65056667 GPS	Latitude -11.74921667 Longitude 45.39331667 GPS	Latitude -12.13383333 Longitude 45.74668333 GPS	
Masses (kg)		Nombre de lingets 8 Carrotier MD-DYNALIGHT 8T						
Capteurs		Tensio 6 300 Porte-Lest SPTH 36002 Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	Tensio 7 200 Porte-Lest SPTH 36002 Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	Tensio 7 000 Porte-Lest SPTH 36002! Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	Tensio 7 000 Porte-Lest SPTH 36002 Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	Tensio 6 900 Porte-Lest SPTH 36002 Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	Tensio 6 900 Porte-Lest SPTH 36002 Déclencheur SPTH 32001 WinMemo SPTH 32001	
Carotte		longueur remplissage (m) 24.96 pénétration visuelle (m) 25.87 Point 96.5%	longueur remplissage (m) 35.2 pénétration visuelle (m) 36.29 Point 97.0%	longueur remplissage (m) 44.38 pénétration visuelle (m) 46.38 Point 95.7%	longueur remplissage (m) 51.71 pénétration visuelle (m) 52.48 Point 96.5%	longueur remplissage (m) 32.51 pénétration visuelle (m) 36.29 Point 89.6%	longueur remplissage (m) 23.61 pénétration visuelle (m) 25.7 Point 91.9%	
Remarques				Pas d'accéléromètre				
Illustration Carottage / SDS		Probleme sondeur 70m de décalage. Le carottier a touché avant la sonde théorique 						

Figure 93 : Tableau des opérations de carottage 1/2

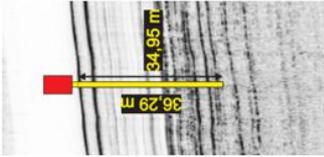
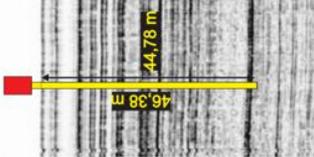
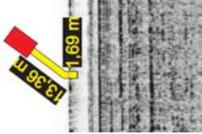
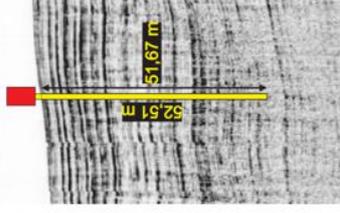
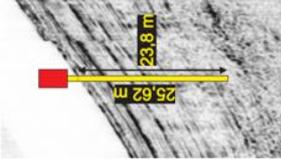
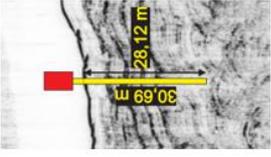
NumPreI	MD21-3604	MD21-3605	MD21-3606G	MD21-3607	MD21-3608	MD21-3609
Date	08/07/2021	09/07/2021	10/07/2021	11/07/2021	12/07/2021	13/07/2021
Heure	14:56:00	18:35:00	18:50:00	20:53:00	11:41:00	08:00:00
Localité	Calypso	Calypso	Gravitaire	Calypso	Calypso	Calypso
Type	Calypso	Calypso	Gravitaire	Calypso	Calypso	Calypso
profondeur sondeur (m)	3 544	3 544	3 544	3 533	2 857	3 761
Ligne filée déclenchement (m) théorique	3 497	3 495	3 501	3 471	2 826	3 721
Ligne filée déclenchement (m) réelle	3 503	3 495	3 501	3 478	2 837	3 728
tube (m)	36,29	46,38	13,36	52,51	25,62	30,69
câble contrepois (m)	42,15	52,34	2,75	57,72	30,88	36,65
Hchute (m)	2,65	2,75	2,05	2,00	2,05	2,75
boucle réelle (m)	8,35	8,73	7,85	7,51	6,71	8,53
Rappel élastique théorique (m)	8,82	9,26	7,85	9,44	6,81	9,11
compensation	80%	80%	80%	72%	80%	80%
Latitude	-11.87811667	-13.39655	-13.34033333	-12.62231667	-12.04523333	-11.37573333
Longitude	45.97636667	44.12053333	45.71105	47.10588333	47.7284	47.01188333
Position	8	8	8	8	8	8
Masses (kg)	MD-DYNALIGHT 8T	MD-DYNALIGHT 8T	MD-DYNALIGHT 8T	MD-DYNALIGHT 8T	MD-DYNALIGHT 8T	MD-DYNALIGHT 8T
Carrotier	11 300	7 000	5 500	7 000	6 700	6 700
masse totale carrotier (eau) (kg)	SPTH 36002	SPTH 36002	SPTH 36002	SPTH 36002	SPTH 36002	SPTH 36002
Porte-Lest	SPTH 32001	SPTH 32001	SPTH 32001	SPTH 32001	SPTH 32001	SPTH 32001
Déclencheur	34,95	44,78	1,69	51,67	23,8	28,12
longueur remplissage (m)	24					
Carotte	24					
penetration visuelle (m)	96,5%	96,6%	12,6%	98,4%	92,9%	91,6%
Taux de récupération						
Remarques						
Illustration Carottage / SDS						

Figure 94 : Tableau des opérations de carottage 2/2

9.1.2 Analyses et mesures à bord

9.1.2.1 Photographies

Pour chaque section, nous avons obtenu des photographies digitales avec un Nikon D800, capteur plein format 24x36 à 36.3Mpixels avec un objectif Nikkor 35 mm.

Chaque section est photographiée en un cliché pour obtenir une photographie à 7360*4912 pixels. Pour chaque carotte, des planches regroupant 10 sections sont produites (e.g., Figure 100).

9.1.2.2 Description du sédiment

La description visuelle du sédiment des carottes a été effectuée à bord sur les moitiés « Travail » de chaque section. La description sédimentaire résume les caractéristiques plus importantes du sédiment, en particulier des structures tels que des discontinuités, turbidites ou bioturbation. Des logs regroupant les descriptions de 15 m de sections ont été produits pour chaque carotte (e.g., Figure 105).

9.1.2.3 Banc Geotek

Nous utilisons le banc Geotek (Figure 95) disponible à bord du Marion-Dufresne, installé dans un container climatisé à l'arrière du navire (Figure 96). Cet outil multi-analyse nous permet de mesurer des demi-sections d'un mètre de longueur et déterminer les propriétés géophysiques du sédiment. Les capteurs installés sur le banc d'analyse sont :

- Un transducteur ultrason, qui mesure la vitesse de propagation des ondes P (P wave velocity) en m/s dans le sédiment.
- Une source radioactive Gamma et son détecteur, pour les mesures de l'atténuation des rayons Gamma à travers la carotte (indication des valeurs de densité et porosité), en g/cm³.
- Un capteur de Susceptibilité Magnétique pour exprimer la quantité de matériel magnétique dans les sédiments (unité : SI)
- Spectrocolorimètre : cet appareil mesure la réflectance du sédiment pour estimer sa composition tel le % en carbonate ou en carbone organique.

A typical MSCL Split/Whole-Core configuration for soft sediments

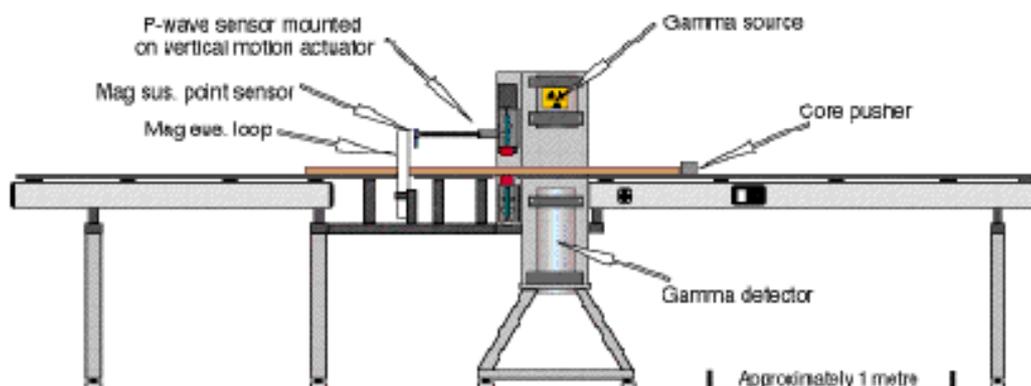


Figure 95 : Schéma du banc GEOTEK Multi-Sensor Core Logger (MSCL)

La version du logiciel qui pilote le banc d'analyse est Geotek MSCL 7.9. Toutes les carottes ont été analysées avec les paramètres suivants : 1 cm de pas d'échantillonnage, une seconde pour la mesure du P wave, une seconde pour la mesure de la susceptibilité

magnétique. Concernant la mesure de densité et de porosité par atténuation des gammas, la durée de mesure a été fixée à 10 secondes pour la majorité des carottes, excepté pour les carottes MD21-3599, MD21-3600, MD21-3603 et MD21-3604 où ce paramètre a été réduit à 5 secondes.



Figure 96 : Gauche : Installation du container MSCL du N/O Marion Dufresne avec les racks de rangement. Milieu : de gauche à droite, capteurs de susceptibilité magnétique, P-wave et Gamma radiation. Droite : spectrophotomètre.

Une partie des mesures de spectrocoulométrie ont également été réalisées sur ce même banc Geotek. Pour les carottes MD21-3598 et MD21-3599, le pas d'échantillonnage était de 1 cm. Chaque section de 1 m était donc analysée en 36 minutes environ, ce qui n'était pas compatible avec le temps imparti pour la mission. Ainsi, pour la carotte MD21-3600, les mesures ont été effectuées tous les 2 cm à partir de la section 9. La durée d'analyse étant toujours trop longue, la spectrocoulométrie a, par la suite, été effectuée manuellement tous les centimètres.

9.1.3 Lieu de stockage des carottes à Terre

L'ensemble des carottes de la campagne SCRATCH seront stockées dans le *Centre de Ressources en Échantillons et Archives Marins* (CREAM) de l'Ifremer à Plouzané.

Elles intégreront le système de référencement IGSN.

9.2 Carotte MD21-3598 : au pied de l'édifice des Glorieuses, côté nord-est

9.2.1 Objectif spécifique

Prélever toute la série sédimentaire (réflecteurs de forte amplitude sur le profil SDS, Figure 97) pour arriver dans les dépôts sourds situés vers 35 m. Dater et caractériser la nature des dépôts provenant de l'export de sédiments depuis le toit de la plate-forme de Glorieuses. Connaître la nature et l'âge des dépôts sourds (glissement ?) situés à la base du profil SDS.

9.2.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 05/07/2021. Suite à une défaillance du sondeur bathymétrique (mauvais profil de célérité) le carottier a dans un premier temps touché le fond avant d'être armé. Il a été décidé de remonter le carottier pour l'armer et finalement déclencher à 22:07. Suite à des soucis d'enroulement de câble, le carottier est revenu à bord à 08:30. Le tube de 25,87 m a permis une récupération de 24,96 m en 25 sections. Le tube est remonté légèrement plié, sûrement en raison du premier impact sans déclenchement.

9.2.3 Résultats

Attention, en raison du premier impact sans déclenchement la carotte commence par 13 cm de sédiments qui ne correspondent pas à la surface. Le top de la carotte a donc été estimé à 13 cm.

La carotte MD21-3598 présente une alternance d'argiles verdâtres hémipélagiques bioturbées et de dépôts turbiditiques carbonatés. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vert foncé ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les dépôts turbiditiques sont dominés par des coquilles, des foraminifères et des fragments d'haliméda. Dans cette carotte, 12 niveaux turbiditiques centimétriques ont été décrits dont 2 dépôts turbiditiques plus massifs visibles sur les sections 11-12-13 et 19-20 (120 et 125 cm, respectivement) présentant des granoclasses allant des sables grossiers aux argiles/silts.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3598 Date: 05/07/2021
Lat.: -11,26865 Long.: 47,54701

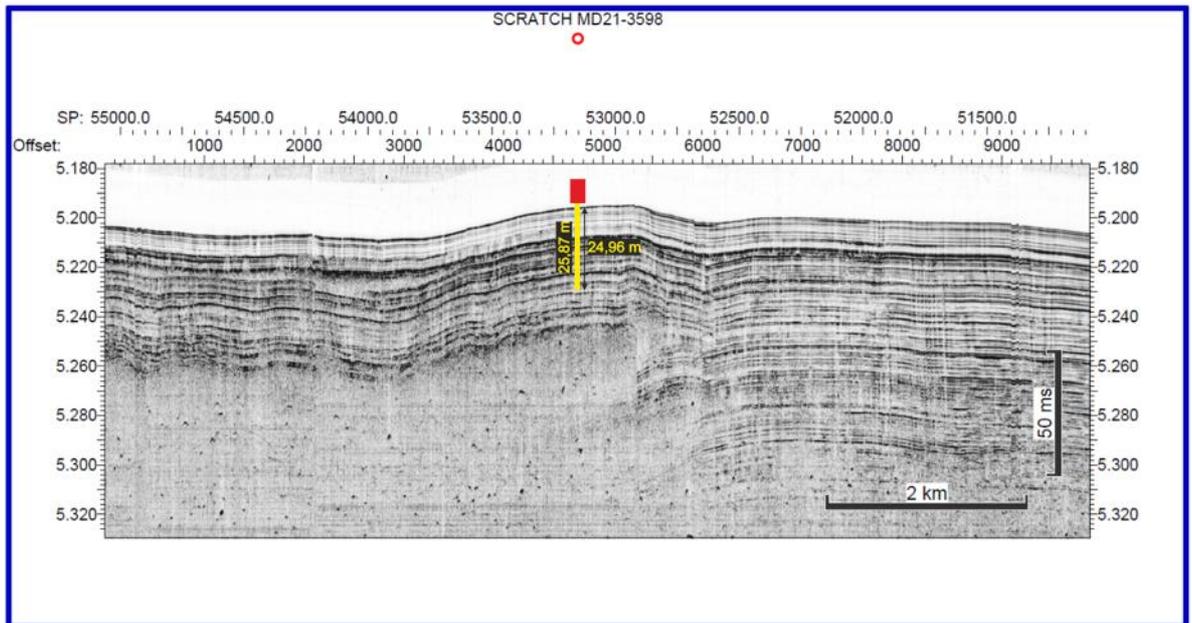
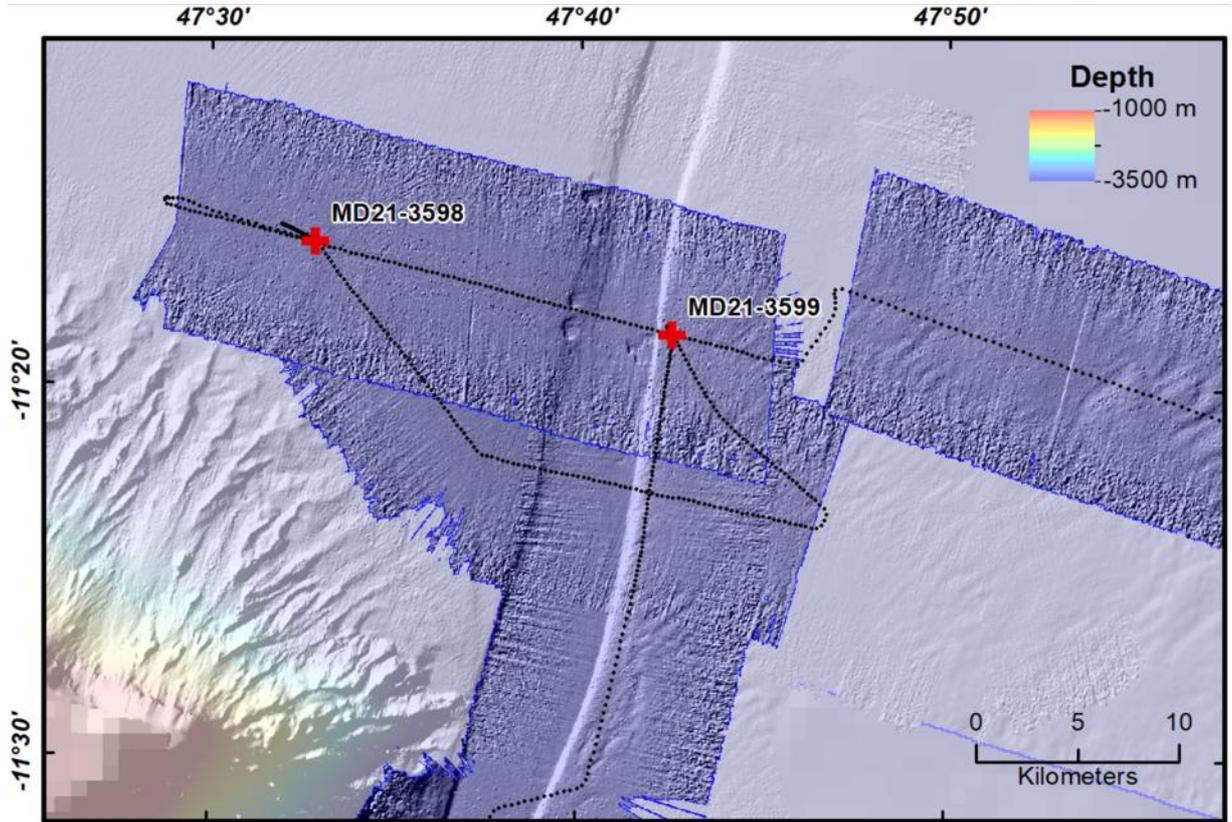


Figure 97 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3598



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	05/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	NE Glorieuses	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>	<input type="text" value="Core name"/> MD21-3598																
Tube length (m)	<input type="text" value="25.87"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>																	
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text"/>	Free fall (m)	<input type="text" value="3.050 t"/>																	
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="6.300 t"/>	Loop (m)	<input type="text" value="8.960 t"/>																	
		Piston cable length (m)	<input type="text" value="37.090 t"/>																	
		Pilot cable length (m)	<input type="text" value="32.130 t"/>																	
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="20.50"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3913.0 m"/>	Position <table border="1"> <tr><td>Ex</td><td>N</td><td>47</td><td>25.362</td></tr> <tr><td>Lat :</td><td>S</td><td>11</td><td>16.119</td></tr> <tr><td>Long :</td><td>E</td><td>47</td><td>32.821</td></tr> <tr><td>Ex</td><td>W</td><td>003</td><td>22.356</td></tr> </table>	Ex	N	47	25.362	Lat :	S	11	16.119	Long :	E	47	32.821	Ex	W	003	22.356
Ex	N	47	25.362																	
Lat :	S	11	16.119																	
Long :	E	47	32.821																	
Ex	W	003	22.356																	
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="22:07.00"/>	Tension max (t)	<input type="text" value="10.500 t"/>																	
Line spun (m)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>																	
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="08:30.00"/>	Core length (m)	<input type="text" value="24.96"/>	Length pilot corer (m) <input type="text" value="#"/>																
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="25.87 m"/>	Sections count	<input type="text" value="25"/>																	
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>																			
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="100%"/>	Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="96%"/>	Net recovery rate (L_core/L_penetration) <input type="text"/>																

Description
Pénétration visuelle du sédiment jusqu'en haut, 24 sections d'un mètre, dernière section de 96 cm.
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents
Carotte enfoncée dans sédiment à 3896 m.

Figure 98 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3598

Core SCRATCH 2021 - MD21-3598
Kinematics

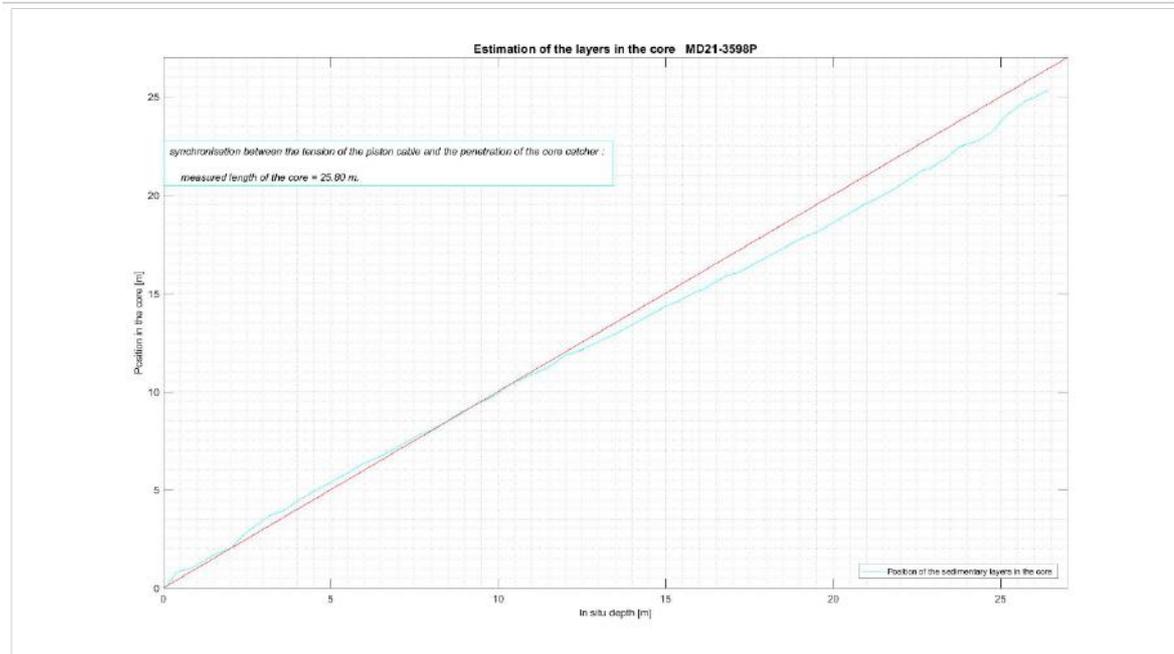
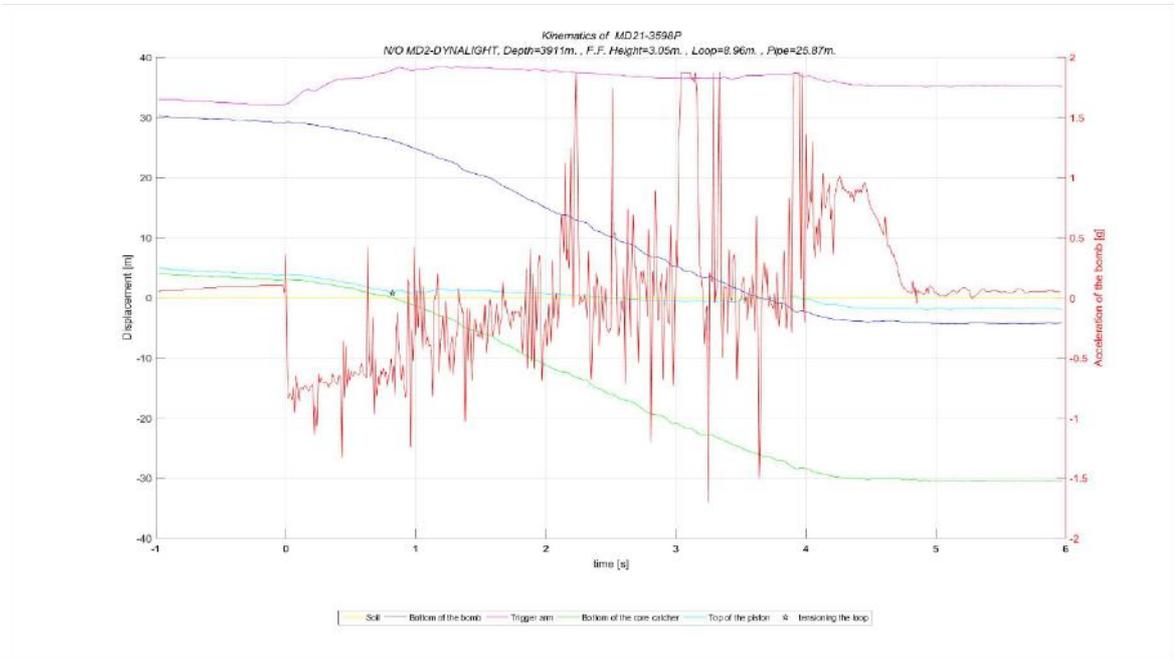


Figure 99 : Cinématique de carottage MD21-3598

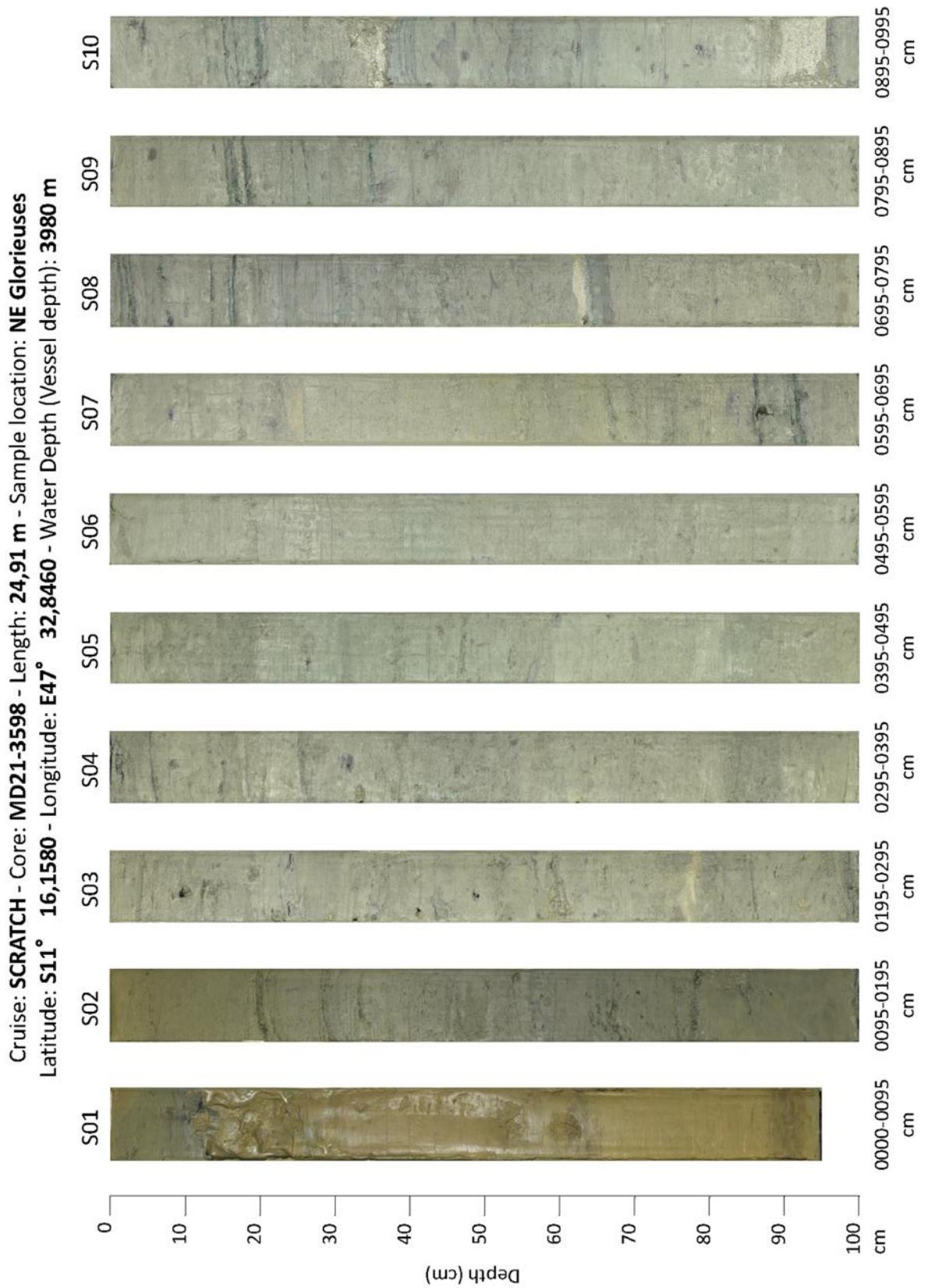


Figure 100 : Photographie des sections de la carotte MD21-3598, 1/3.

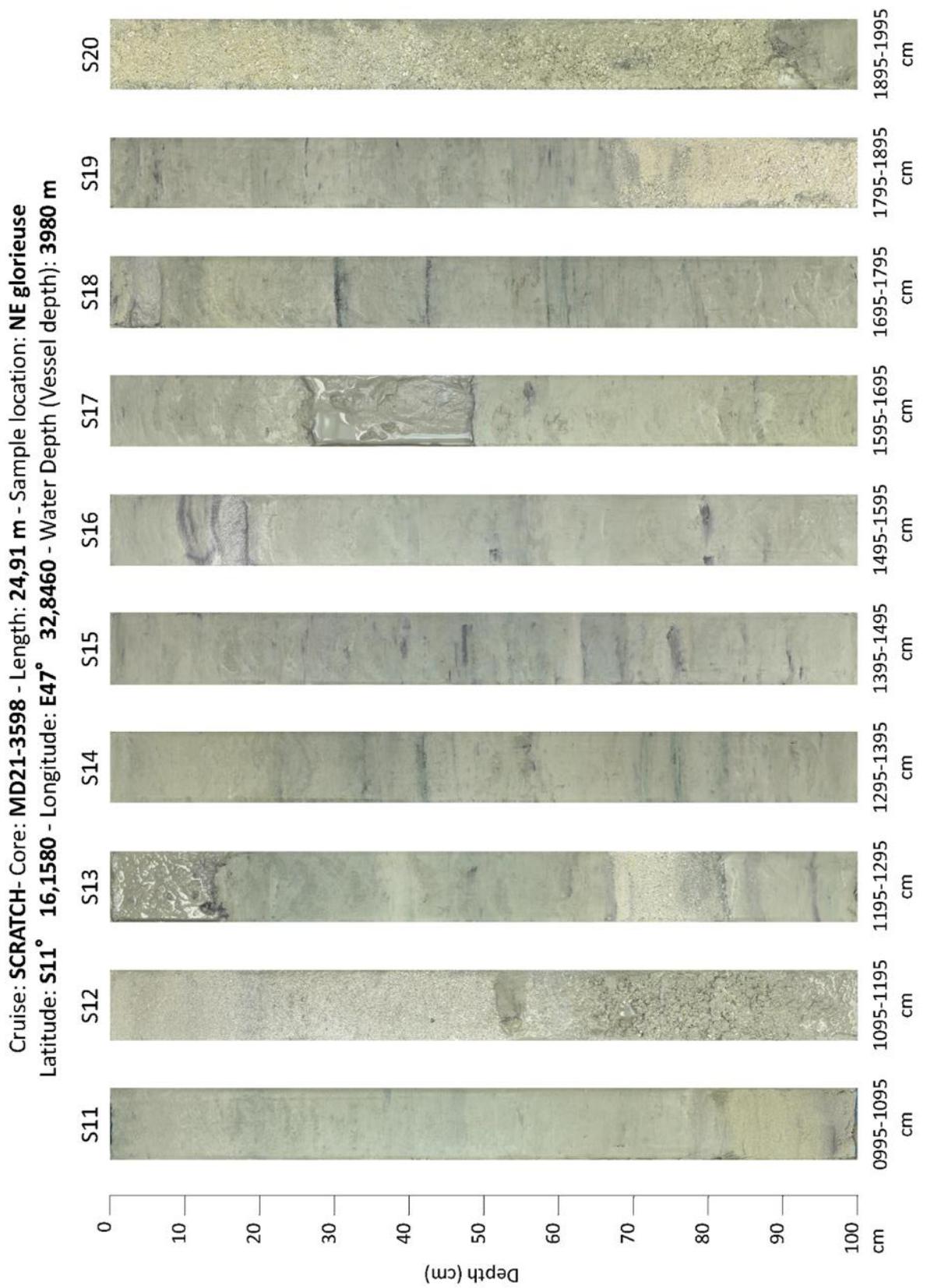


Figure 101 : Photographie des sections de la carotte MD21-3598, 2/3.

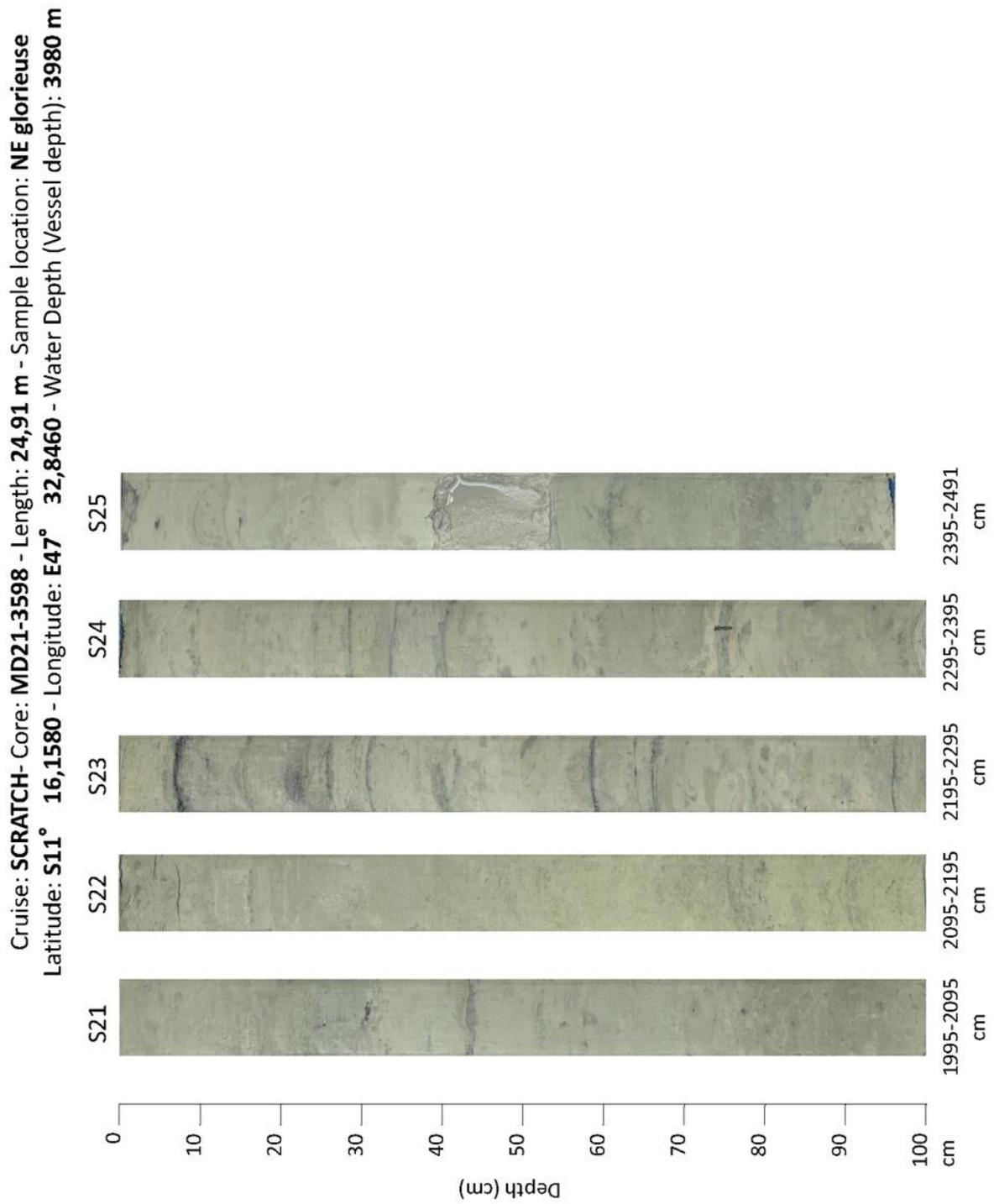


Figure 102 : Photographie des sections de la carotte MD21-3598, 3/3.

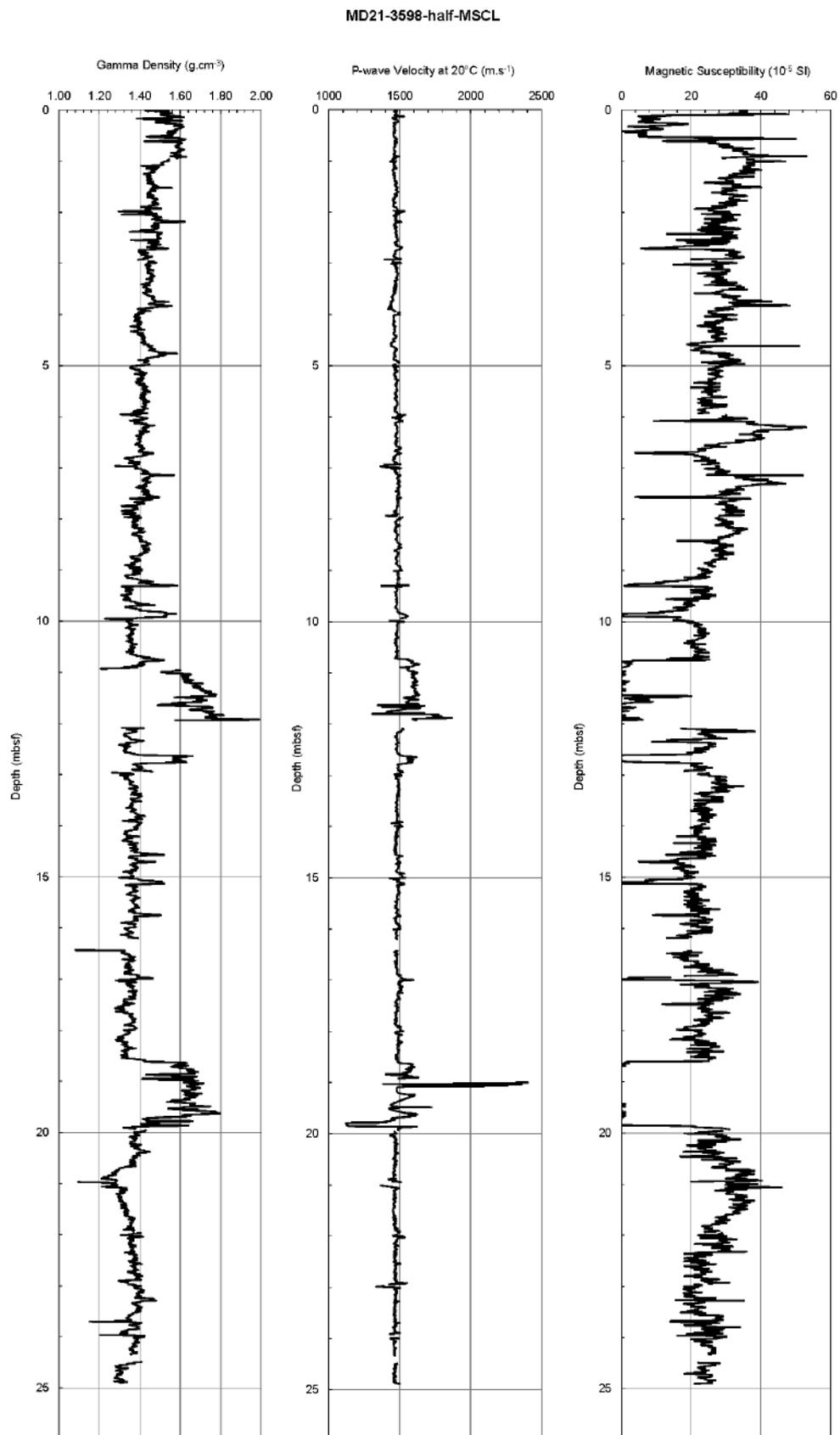


Figure 103 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3598.

MD21-3598-half-SPECTRO

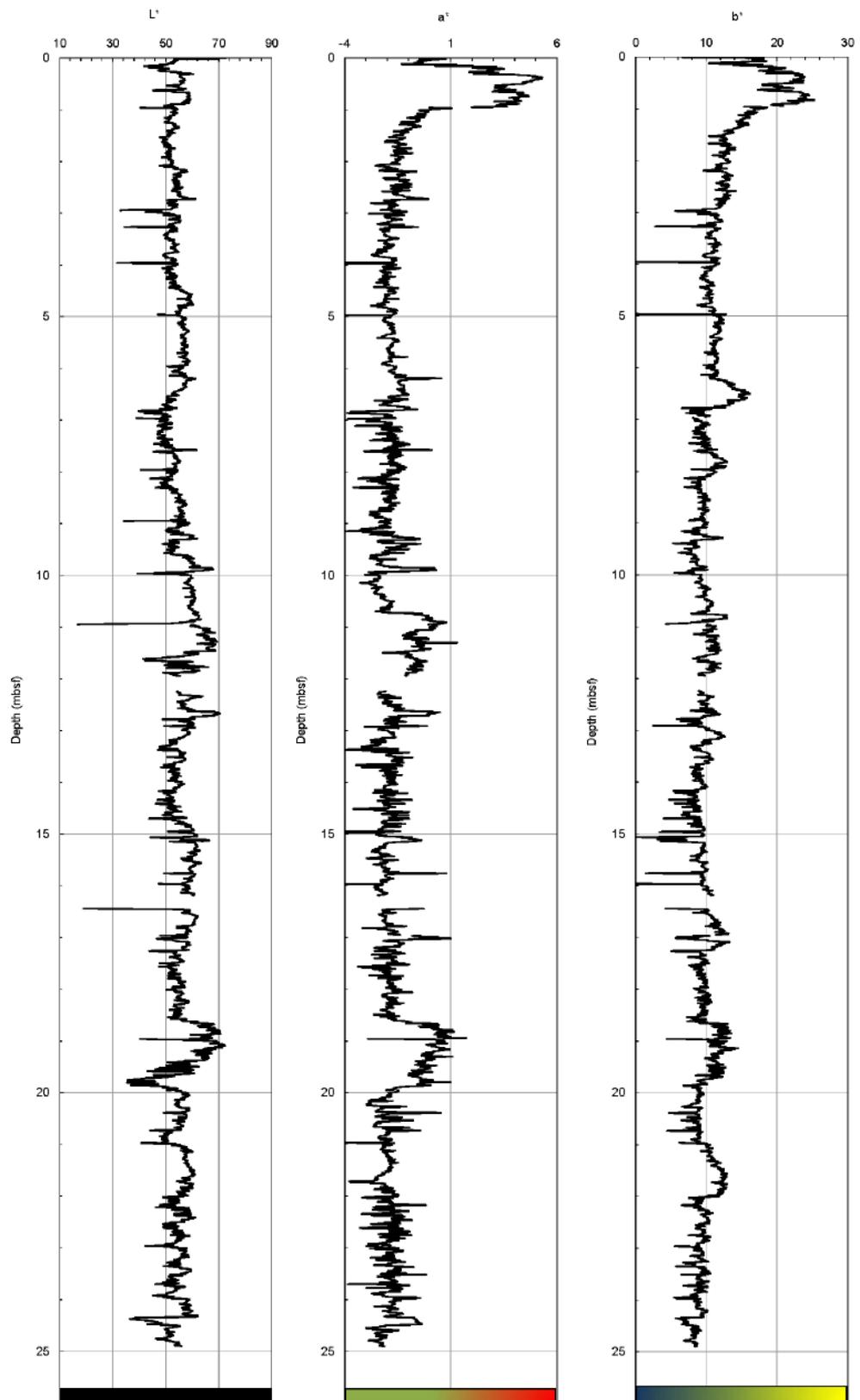


Figure 104 : Colorimétrie de la carotte MD98-3598.

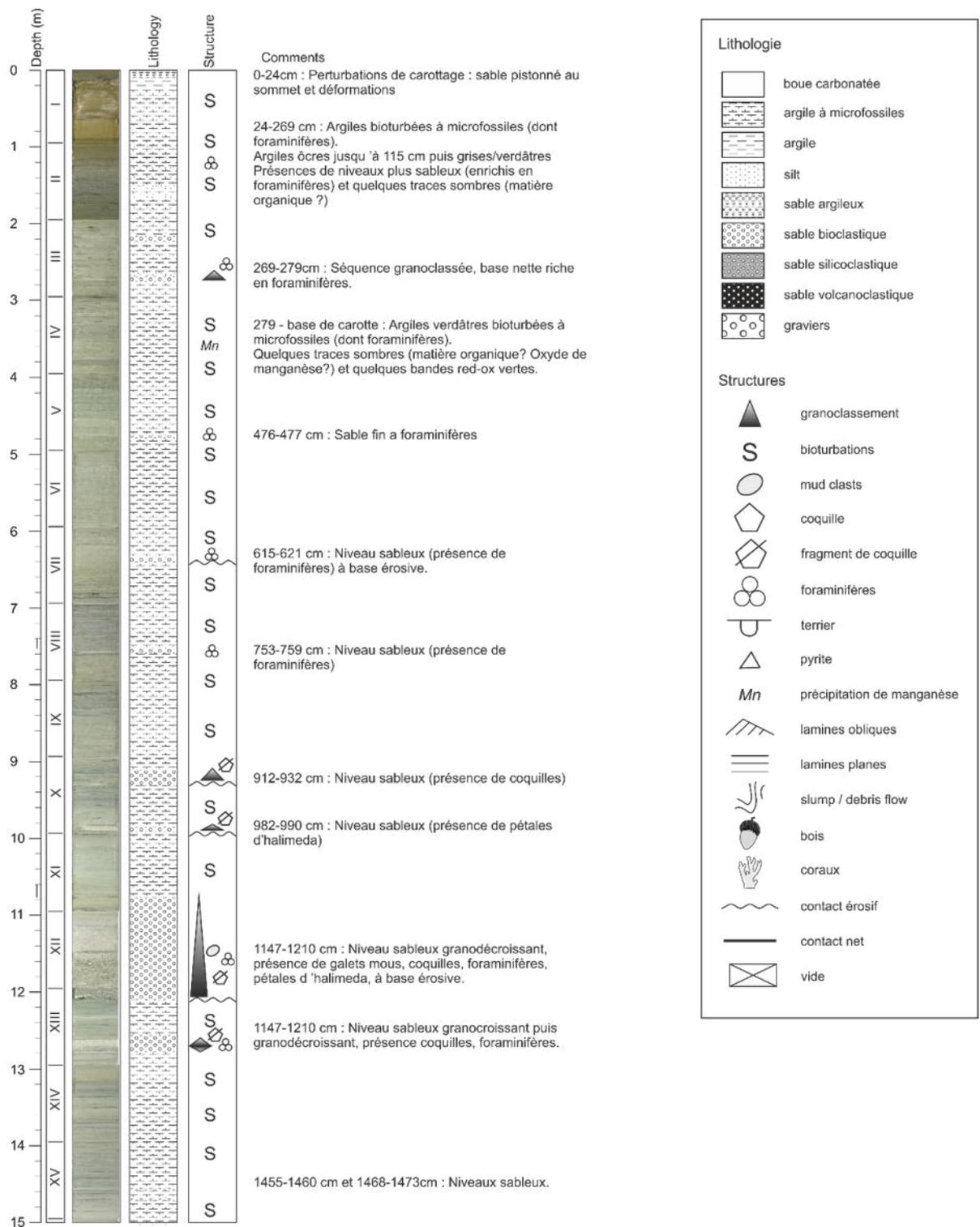
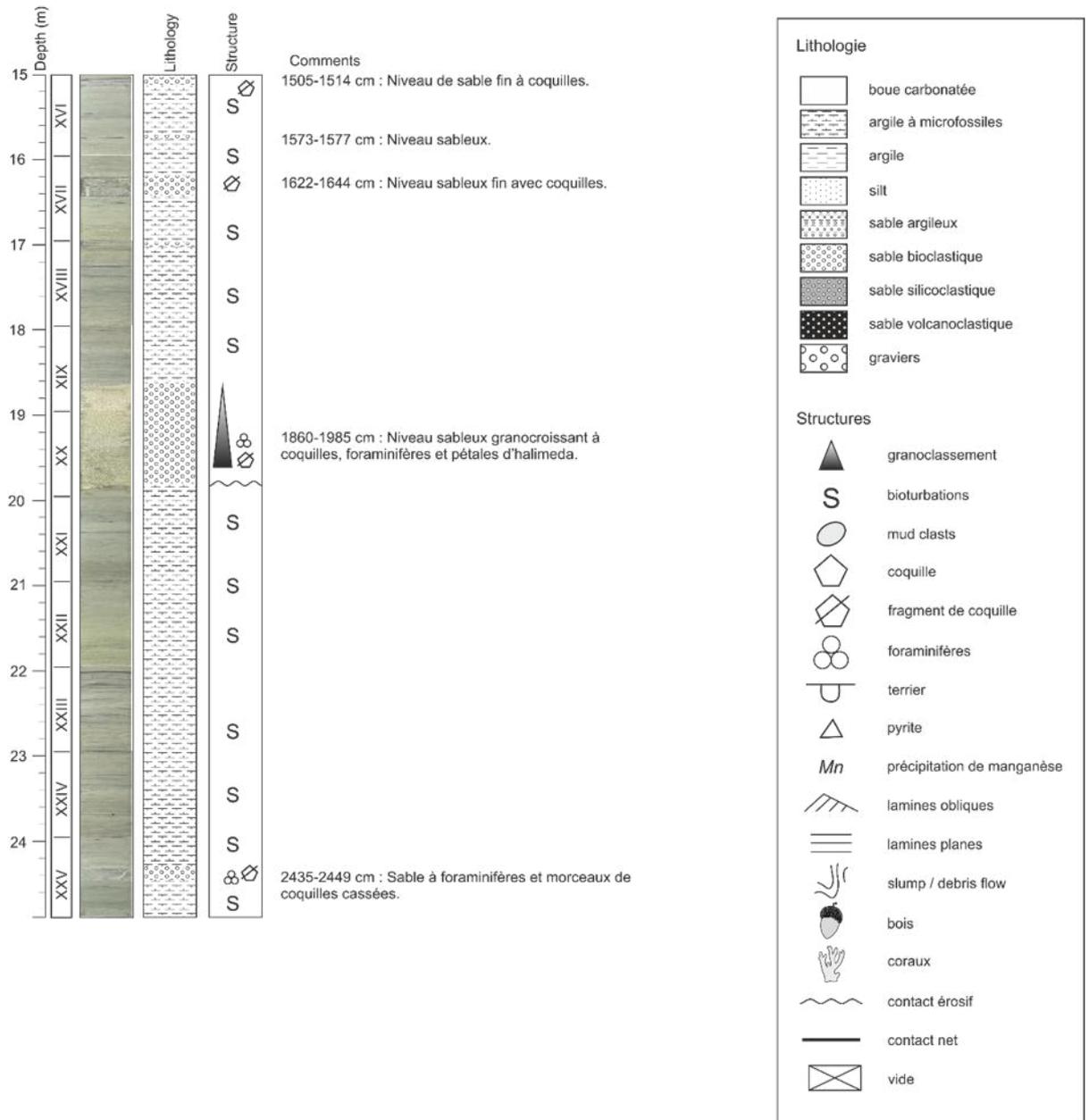


Figure 105 : Log de la carotte MD21-3598, 1/2.



9.3 Carotte MD21-3599 : Levée droite du chenal Nord-Est Glorieuses

9.3.1 Objectif spécifique

Prélever plus de 30m de série sédimentaire accumulée sur la levée orientale d'un chenal turbiditique orienté Sud-Nord et provenant de la marge malgache. L'objectif étant de pouvoir dater et caractériser la nature, la source et le timing des dépôts accumulés sur cette levée, et déterminer les périodes d'activités et inactivités du chenal.

9.3.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 05/07/2021 avec un déclenchement vers 16:52. Le carottier est revenu à bord à 00:30. Le tube de 36,29 m a permis une récupération de 35,2 m en 36 sections.

9.3.3 Résultats

La carotte MD21-3599 est principalement caractérisée d'argiles verdâtres hémipelagiques bioturbées. Ces argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les 192 premiers centimètres sont caractérisés par des argiles marron/ocres. Trois dépôts turbiditiques carbonatés centimétriques sont décrits dans les sections 22, 23 et 34/36. Ces turbidites sont riches en foraminifères et contiennent des grains noirs (verre) de provenance volcanique.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3599 Date: 05/07/2021
Lat.: -11,30983 Long.: 47,70863

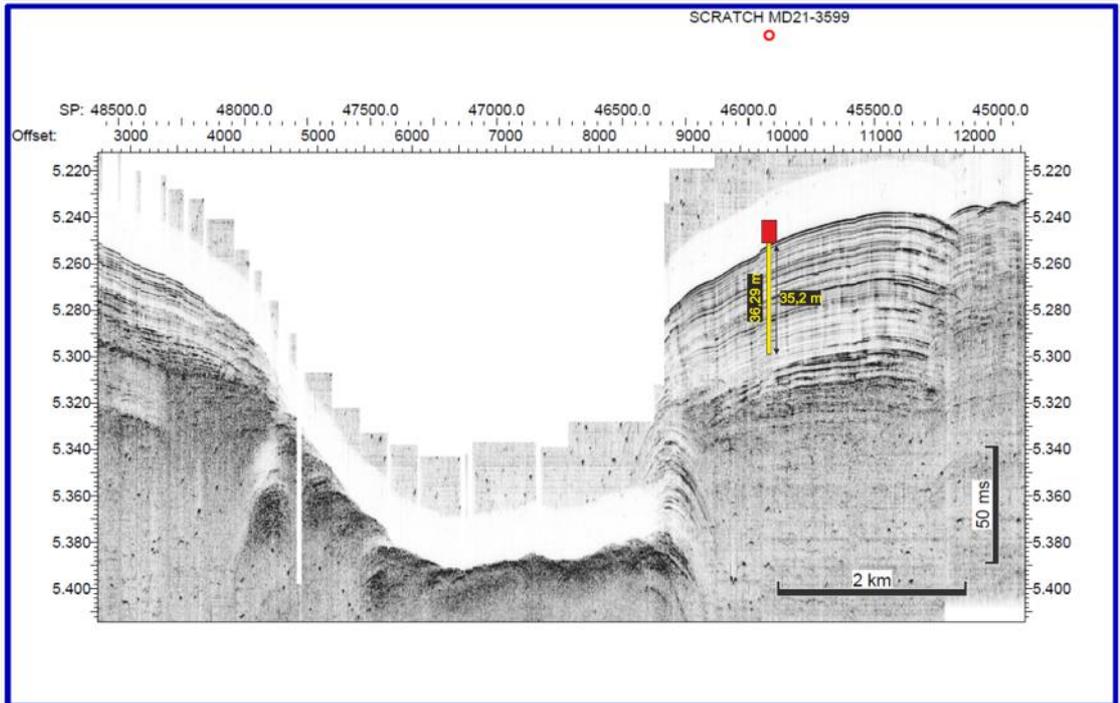
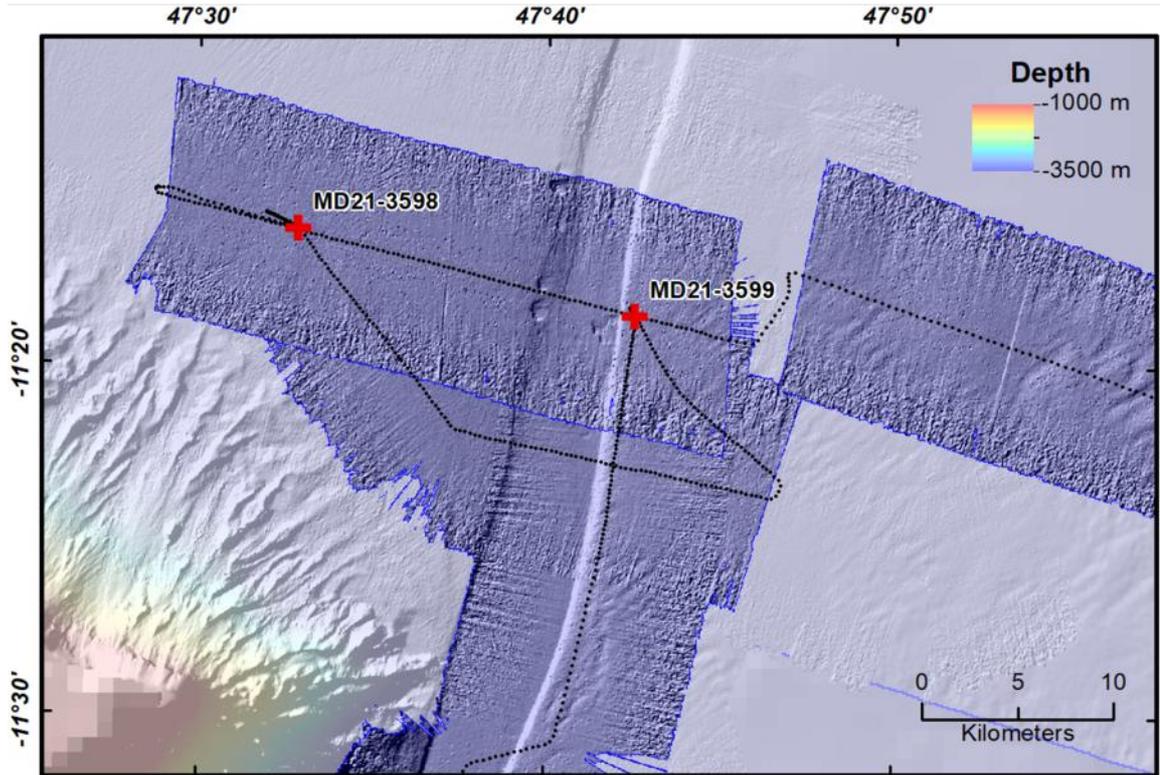


Figure 106 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3599



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	05/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Chenal NE Glorieuses	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="36.29"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="7.200 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="16:52:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) <small>(Vessel depth)</small>	<input type="text" value="3960.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="00:30:00"/>	Tension max (t)	<input type="text" value="36.000 t"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="36.29 m"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="35.2 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="100%"/>	Sections count	<input type="text" value="36"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="97%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	18.590
Long :	E	47	42.518
Ex	W	003	22.356

Description
Pénétration visuelle du sédiment jusqu'en haut, 34 sections d'un mètre, une section de 60 cm (section 35/36) et une section de 62 cm (section 36/36). Buc/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 107 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3599

Core SCRATCH 2021 - MD21-3599

Kinematics

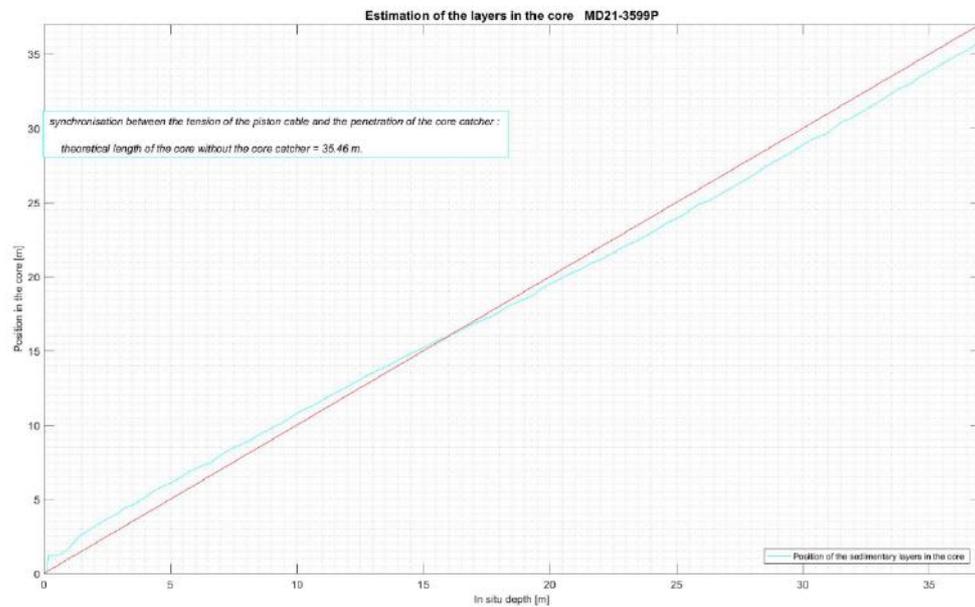
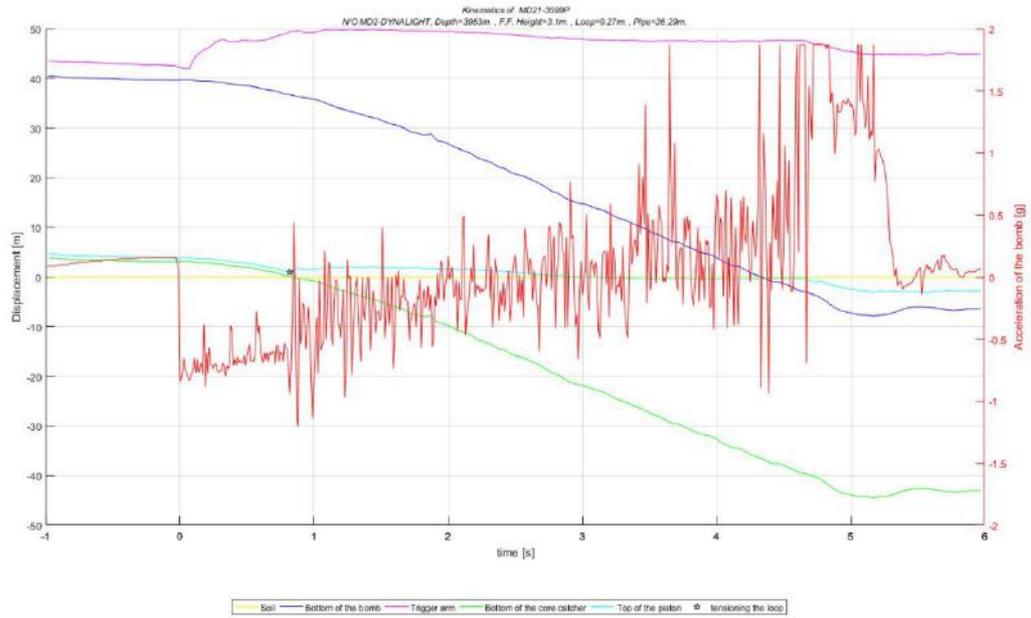


Figure 108 : Cinématique de carottage MD21-3599

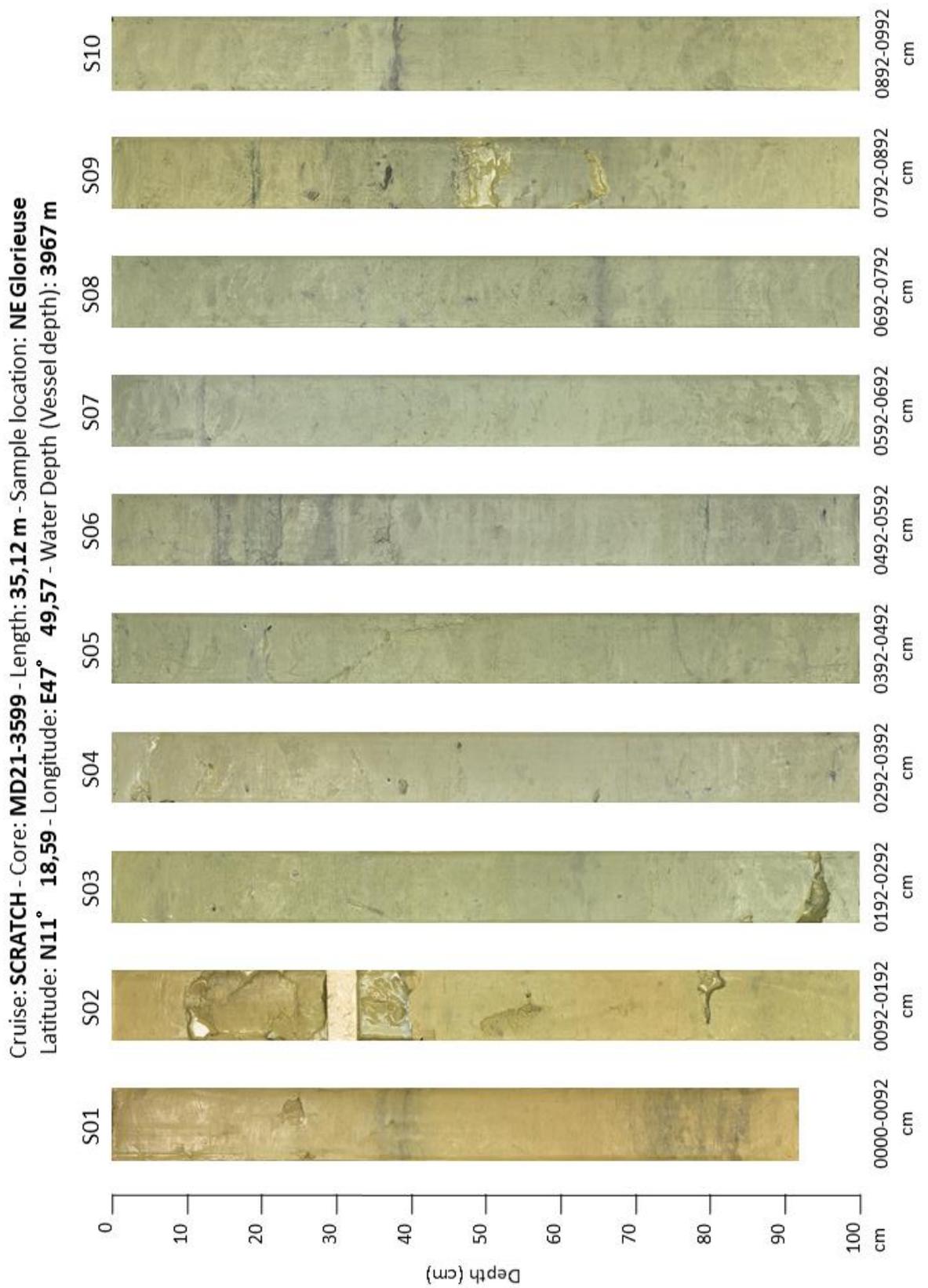


Figure 109 : Photographie des sections de la carotte MD21-3599, 1/4.

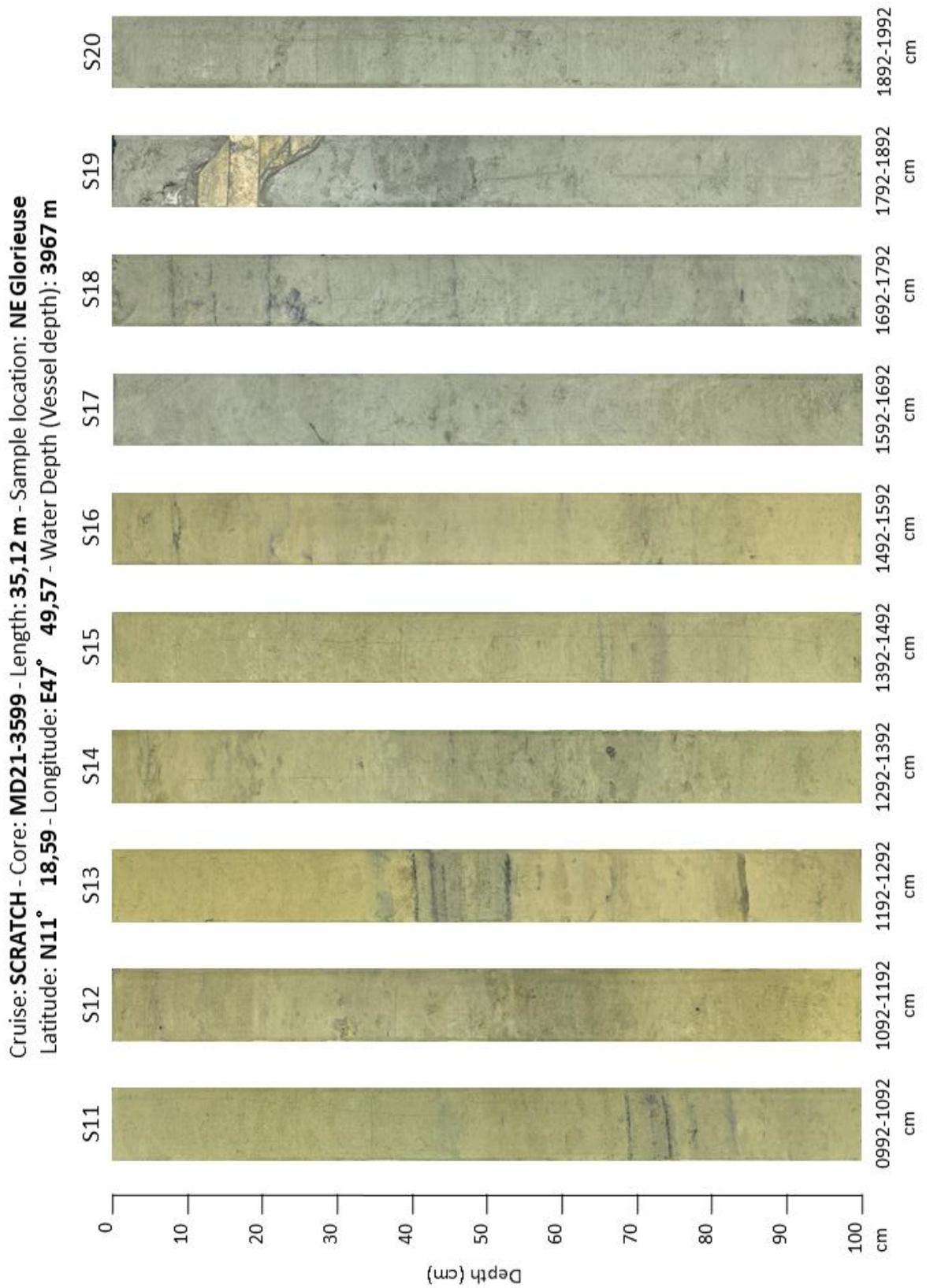


Figure 110 : Photographie des sections de la carotte MD21-3599, 2/4.

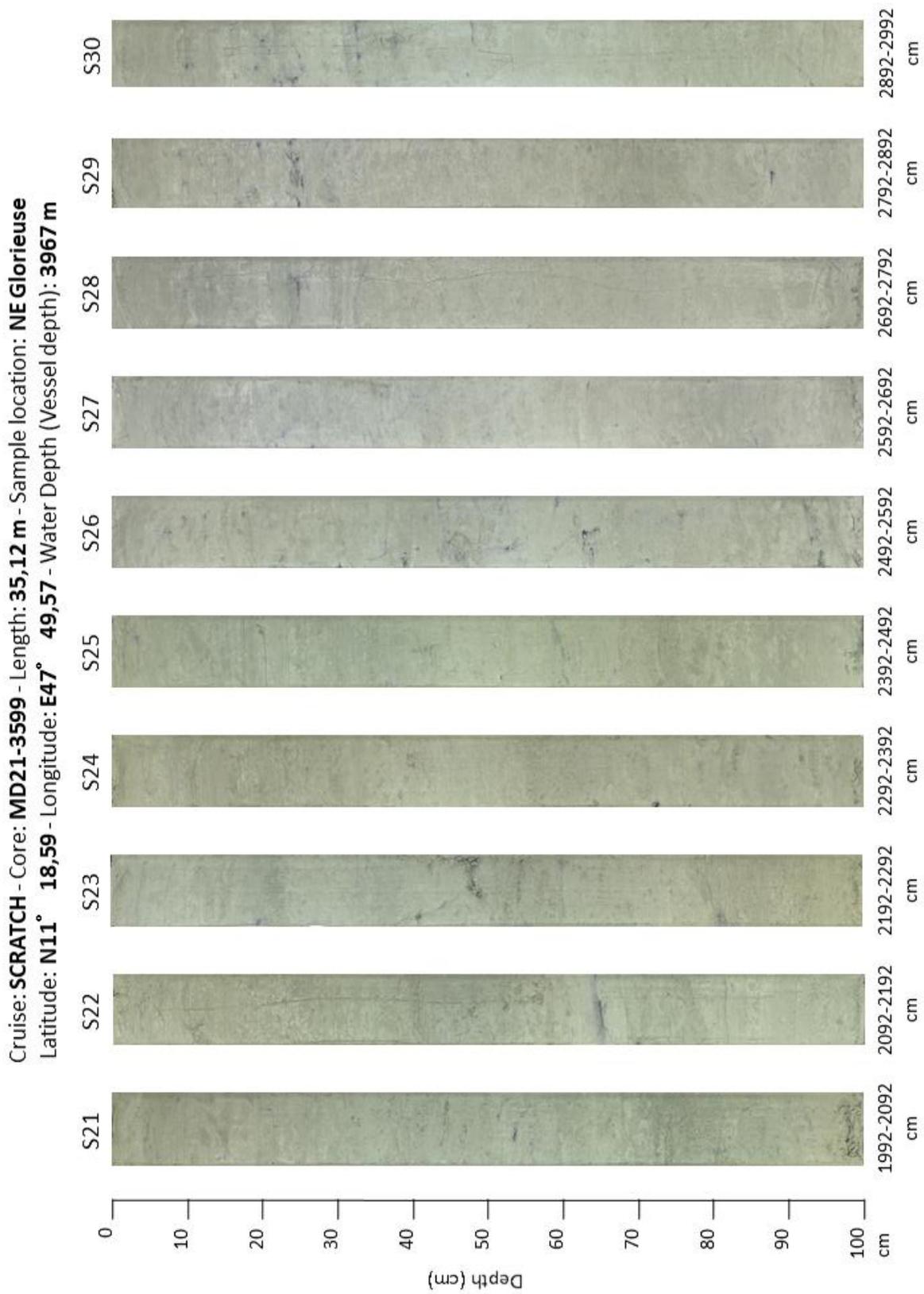


Figure 111 : Photographie des sections de la carotte MD21-3599, 3/4.

Cruise: **SCRATCH** - Core: **MD21-3599** - Length: **35,12 m** - Sample location: **NE Glorieuse**
Latitude: **N11° 18,59** - Longitude: **E47° 49,57** - Water Depth (Vessel depth): **3967 m**

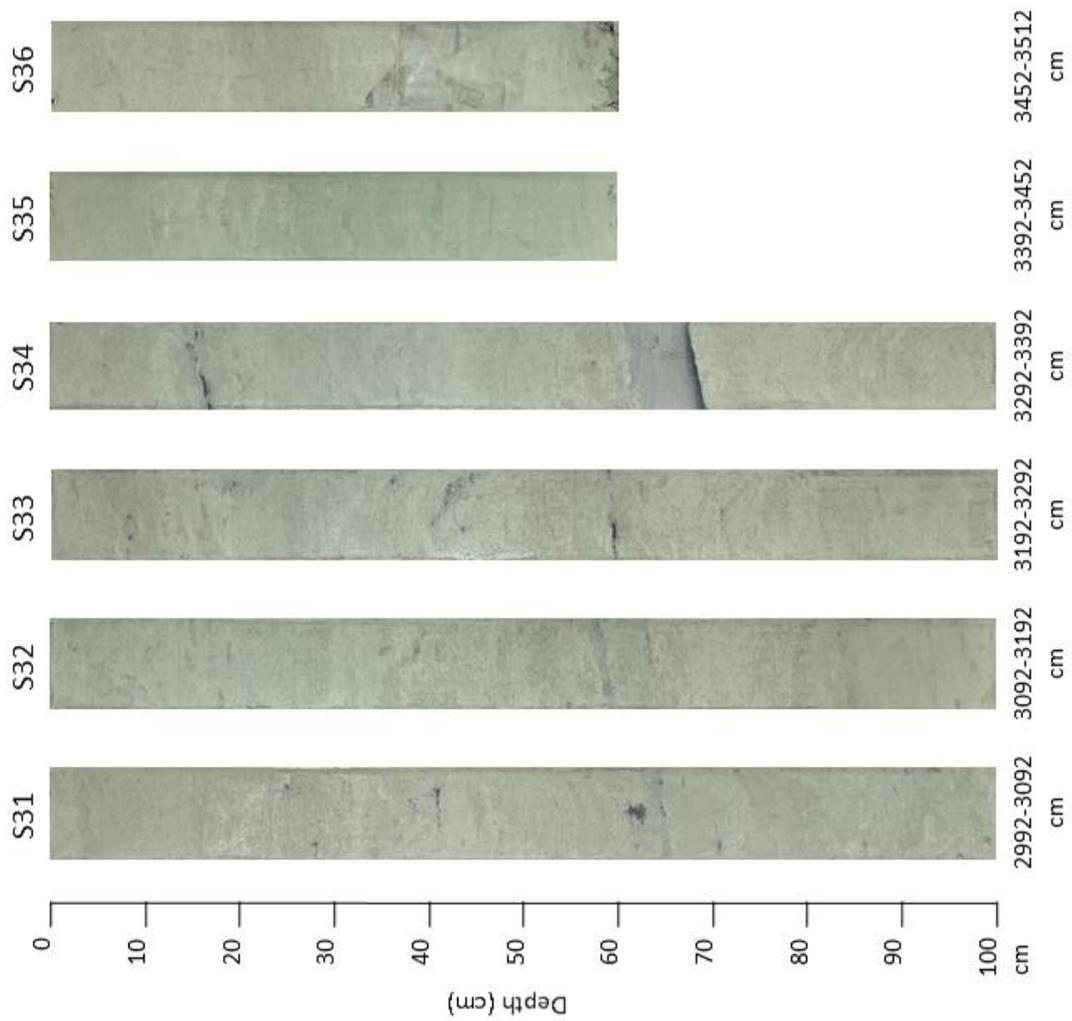


Figure 112 : Photographie des sections de la carotte MD21-3599, 4/4.

MD21-3599-half-MSCL

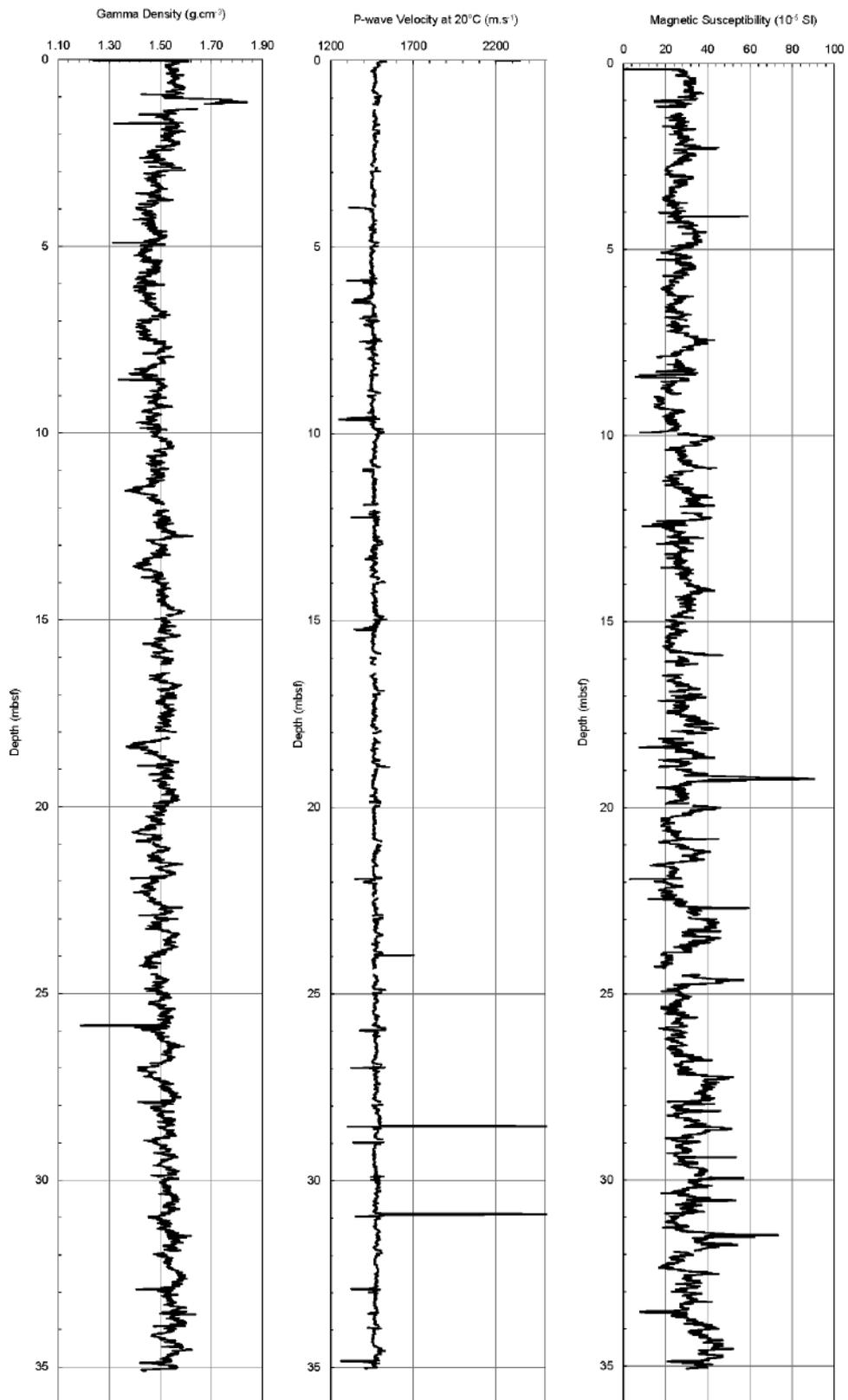


Figure 113 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3599.

MD21-3599-half-SPECTRO

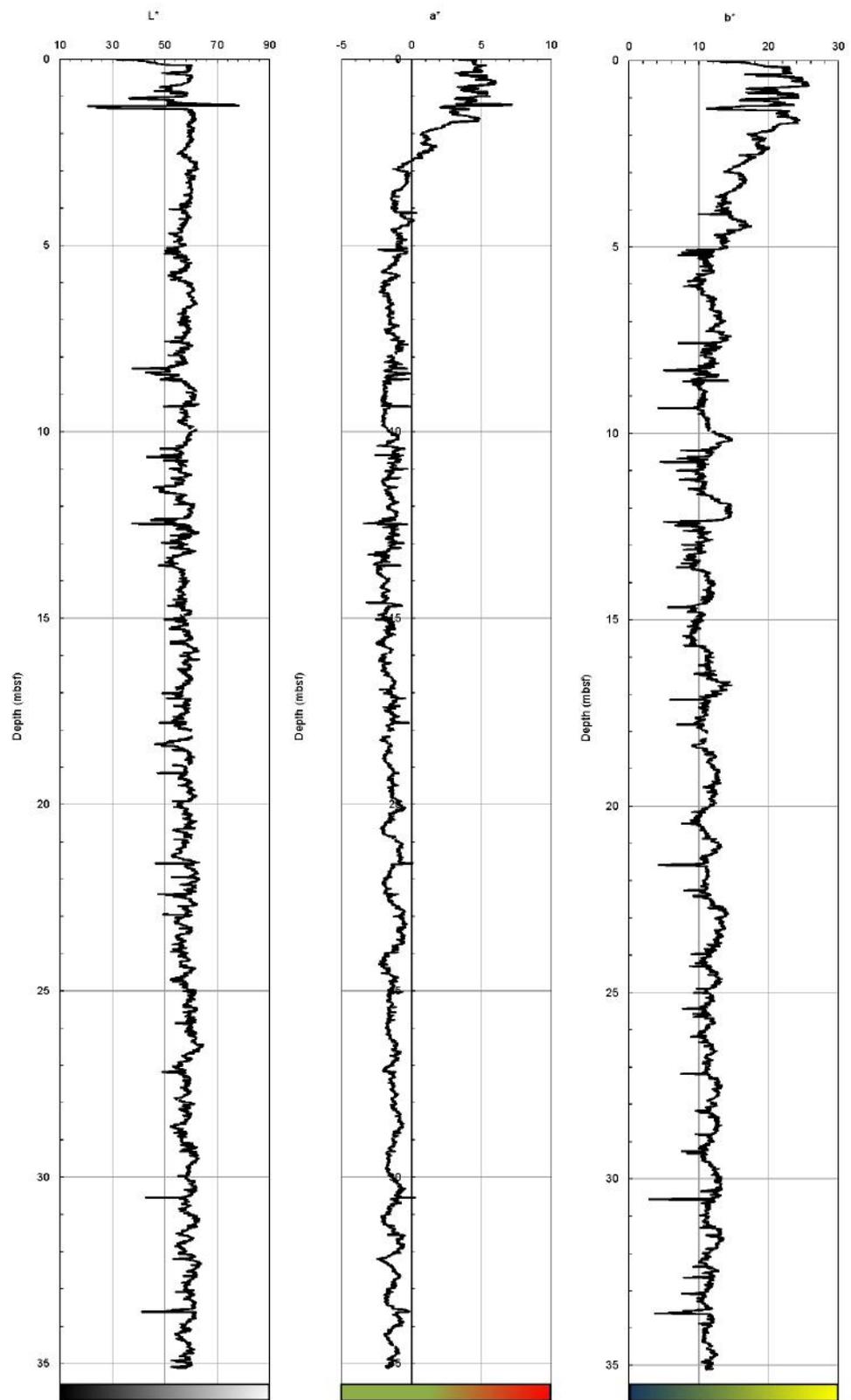
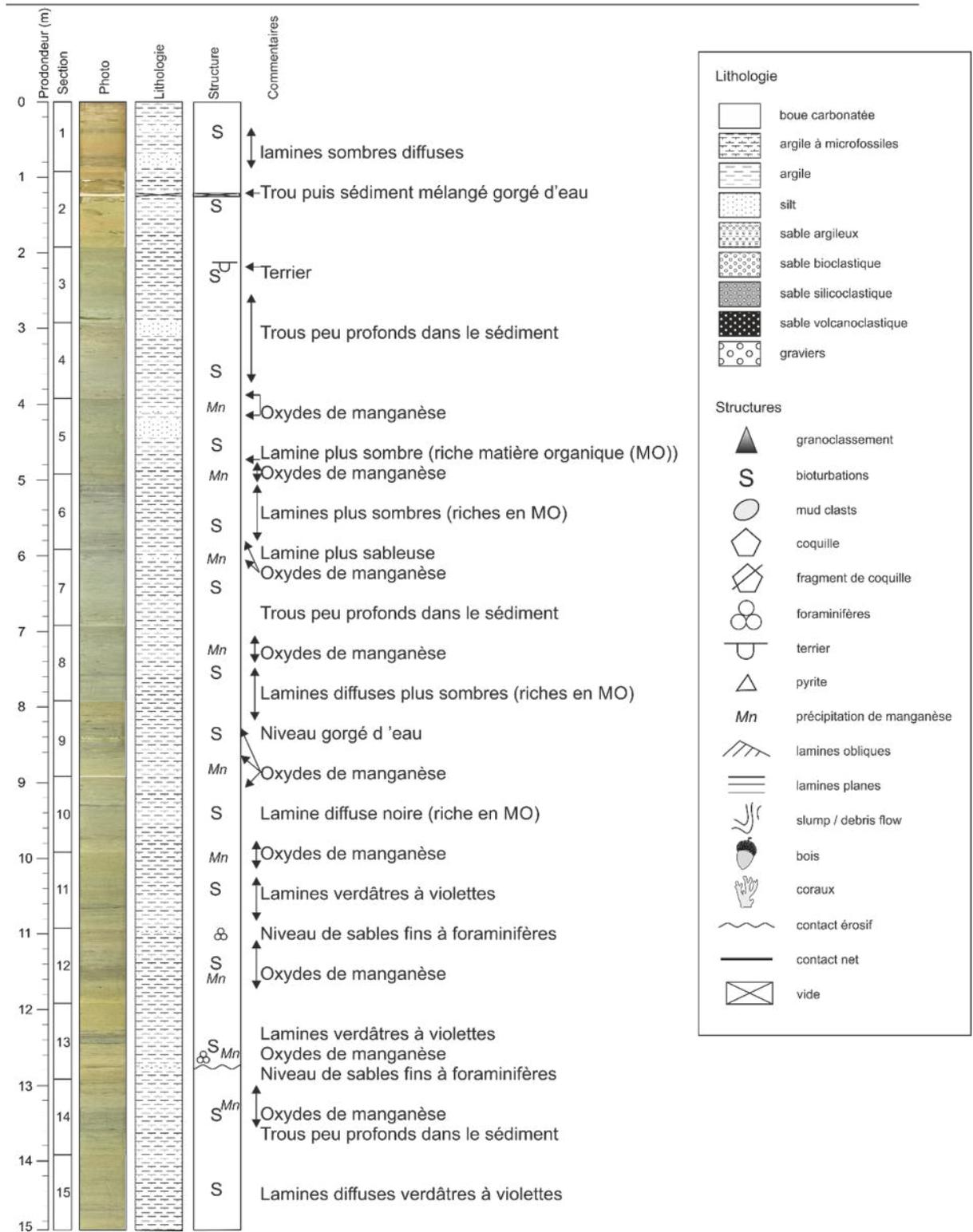
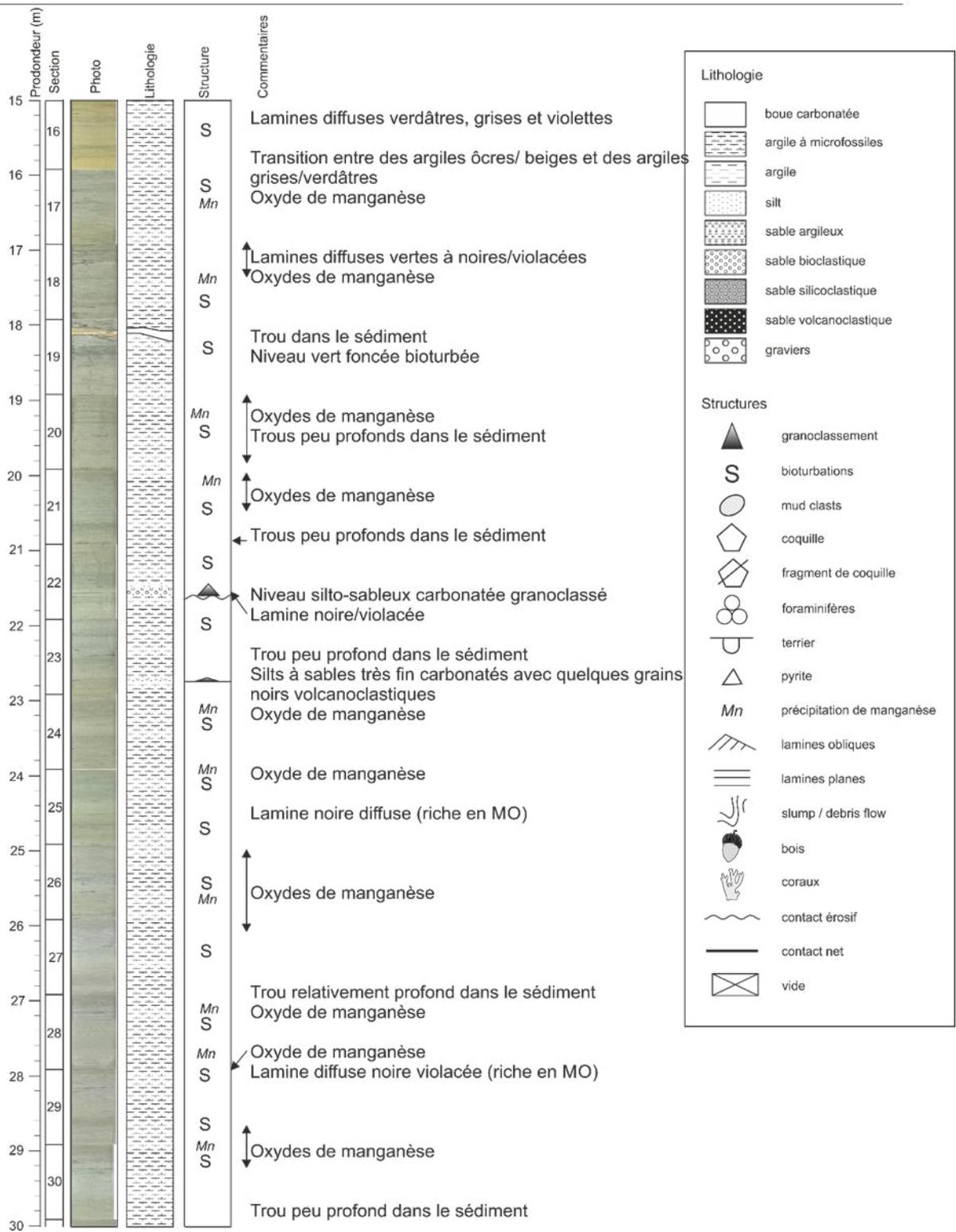


Figure 114 : Colorimétrie de la carotte MD98-3599.





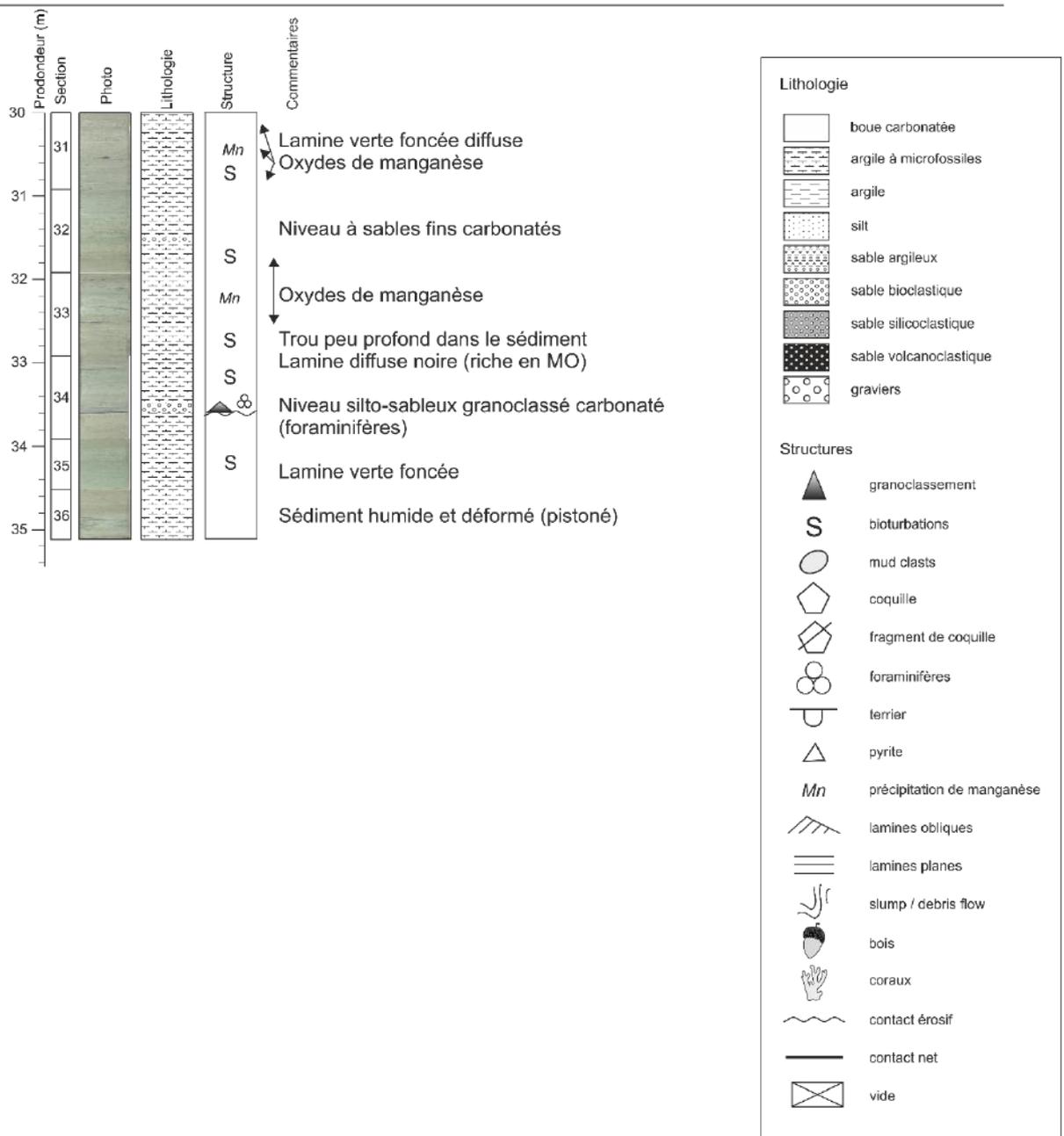


Figure 117 : Log de la carotte MD21-3599 1/3.

9.4 Carotte MD21-3600 : levée droite du chenal Sud Glorieuses

9.4.1 Objectif spécifique

Prélever plus de 40 m de série sédimentaire accumulée sur la levée orientale d'un chenal turbiditique, provenant de Madagascar. Dater et caractériser la nature, la source et la temporalité des dépôts accumulés sur cette levée, et déterminer les périodes d'activités et d'inactivités du chenal.

9.4.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 06/07/2021 avec un déclenchement vers 11:14, le carottier est revenu à bord à 14:30. Le tube de 46,38 m a permis une récupération de 44,38 m en 45 sections. Les mesures cinématiques ne sont pas disponibles pour cette carotte.

9.4.3 Résultats

La carotte MD21-3600 présente une alternance d'argiles verdâtres hémipelagiques bioturbées et de dépôts turbiditiques carbonatés et volcanoclastiques. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. 30 niveaux turbiditiques carbonatés ont été décrits et sont constitués de fragments de coquilles et des foraminifères au milieu desquels sont présent en quantité plus ou moins importante de grains noirs volcanoclastiques. Des dépôts turbiditiques volcanoclastiques noirs ont été décrits à 9 reprises et sont dominés par des grains noirs volcanoclastiques, des micas, et la présence de rares foraminifères.. Les dépôts turbiditiques sont de l'ordre centimétrique. Trois dépôts turbiditiques carbonatés décimétriques d'environ 70 cm, 65cm et 45 sont visibles section 25-26, section 27-28 et section 39 de la carotte.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3600 Date: 06/07/2021
Lat.: -11,78003 Long.: 47,45383

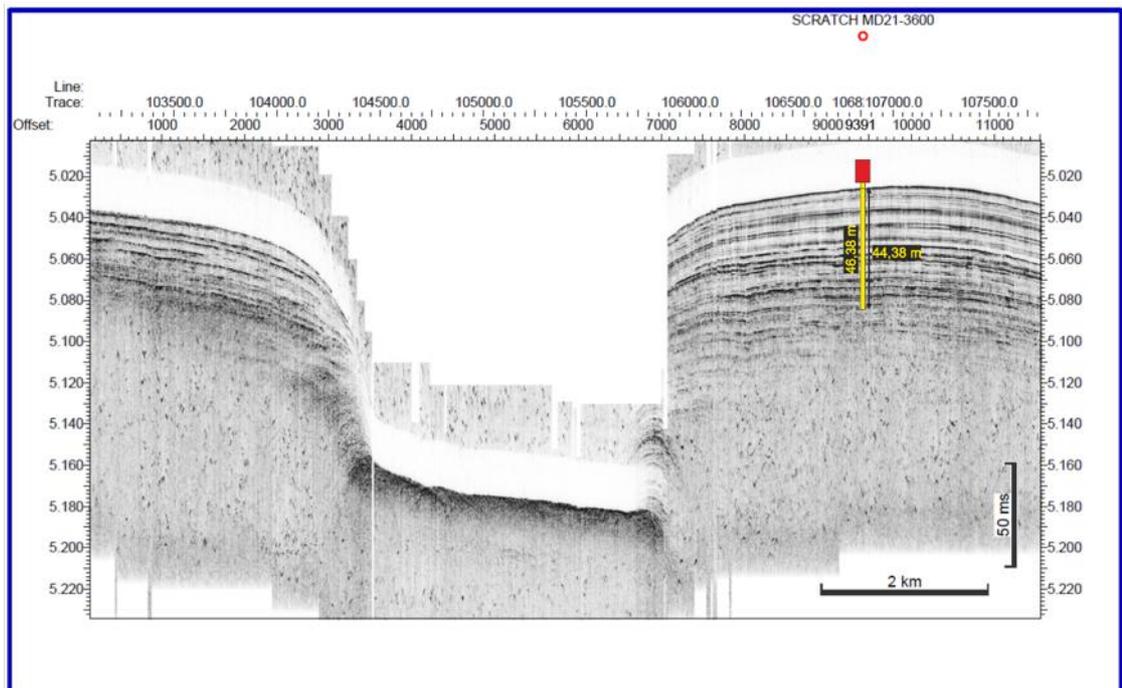
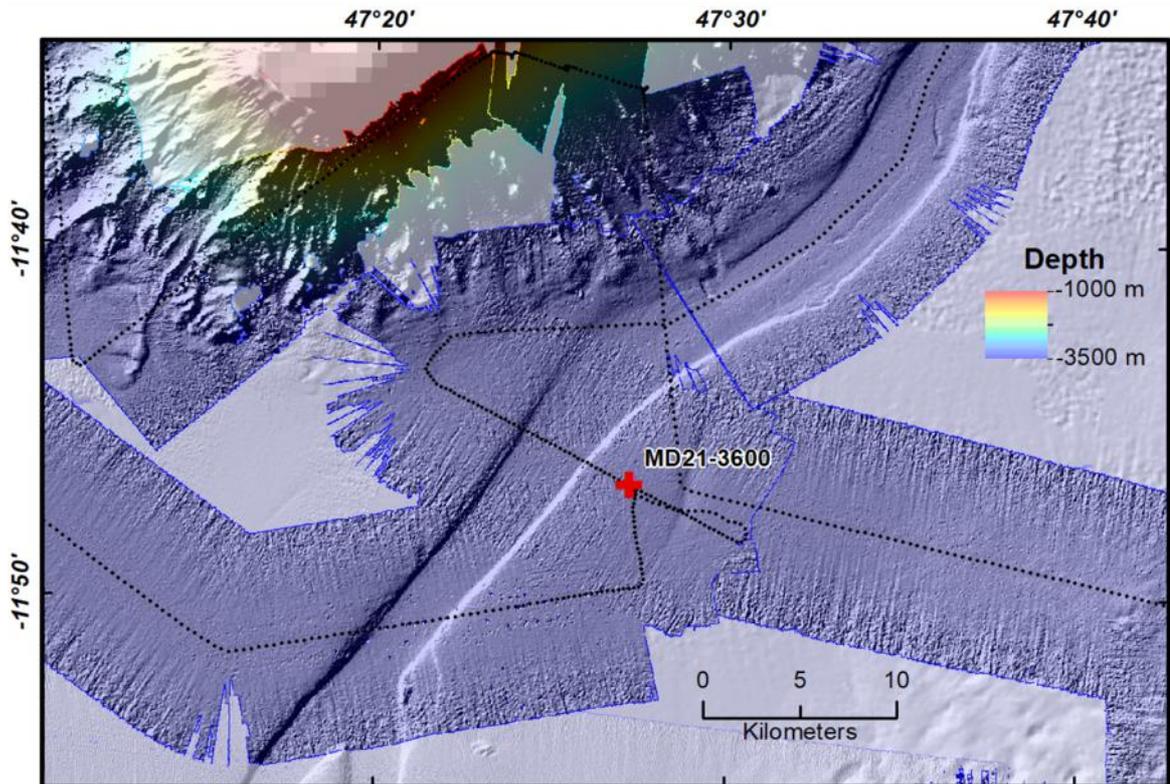


Figure 118 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3600



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	06/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Chenal Sud Glorieuses	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="46.38"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="7.000 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="09:30"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="11:14:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3782.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="14:30:00"/>	Tension max (t)	<input type="text" value="17.848 t"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="46.38 m"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="44.4 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="100%"/>	Sections count	<input type="text" value="46"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="96%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	46.802
Long :	E	47	27.230
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 119 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3600

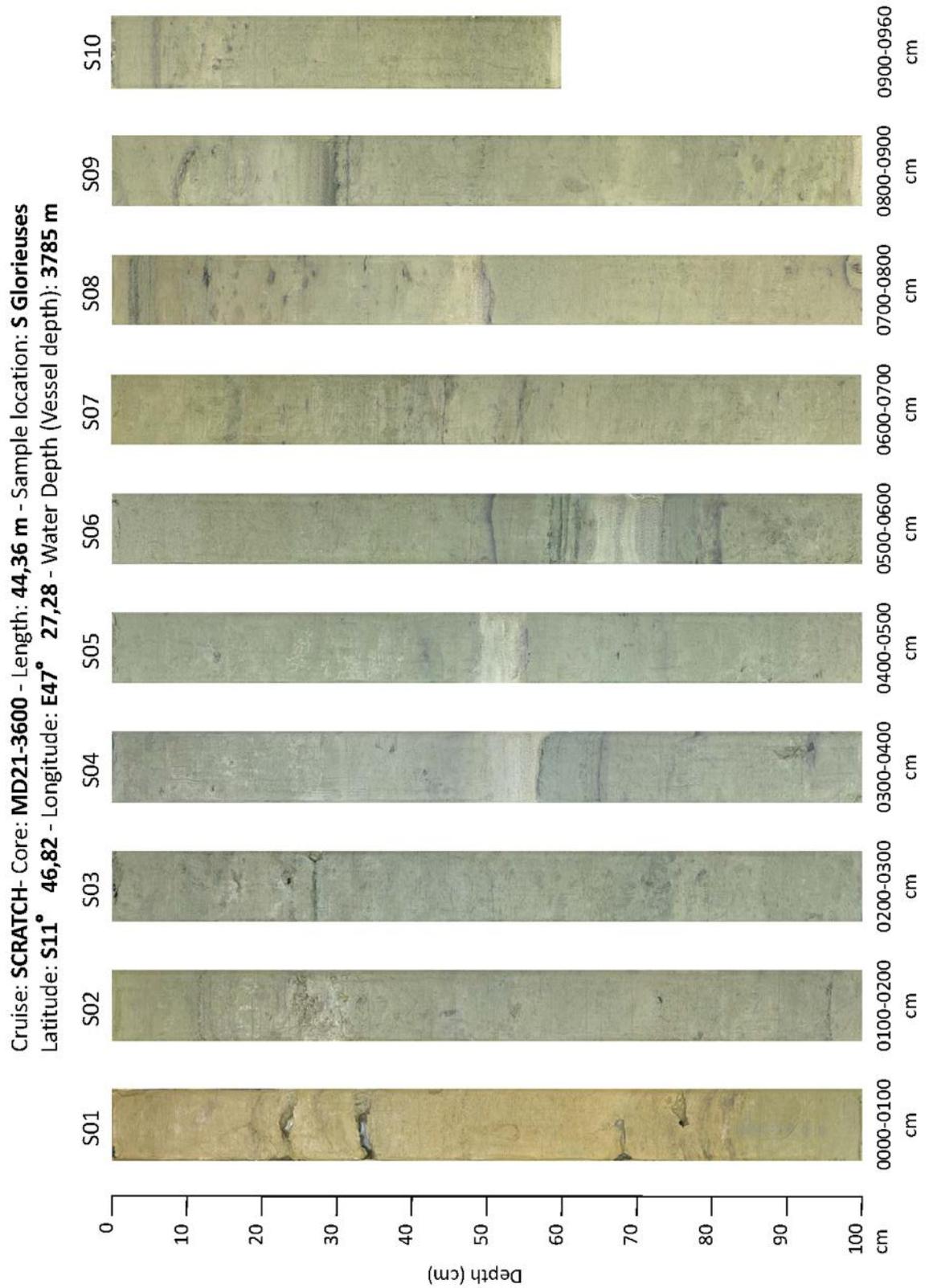


Figure 120 : Photographie des sections de la carotte MD21-3600, 1/5.

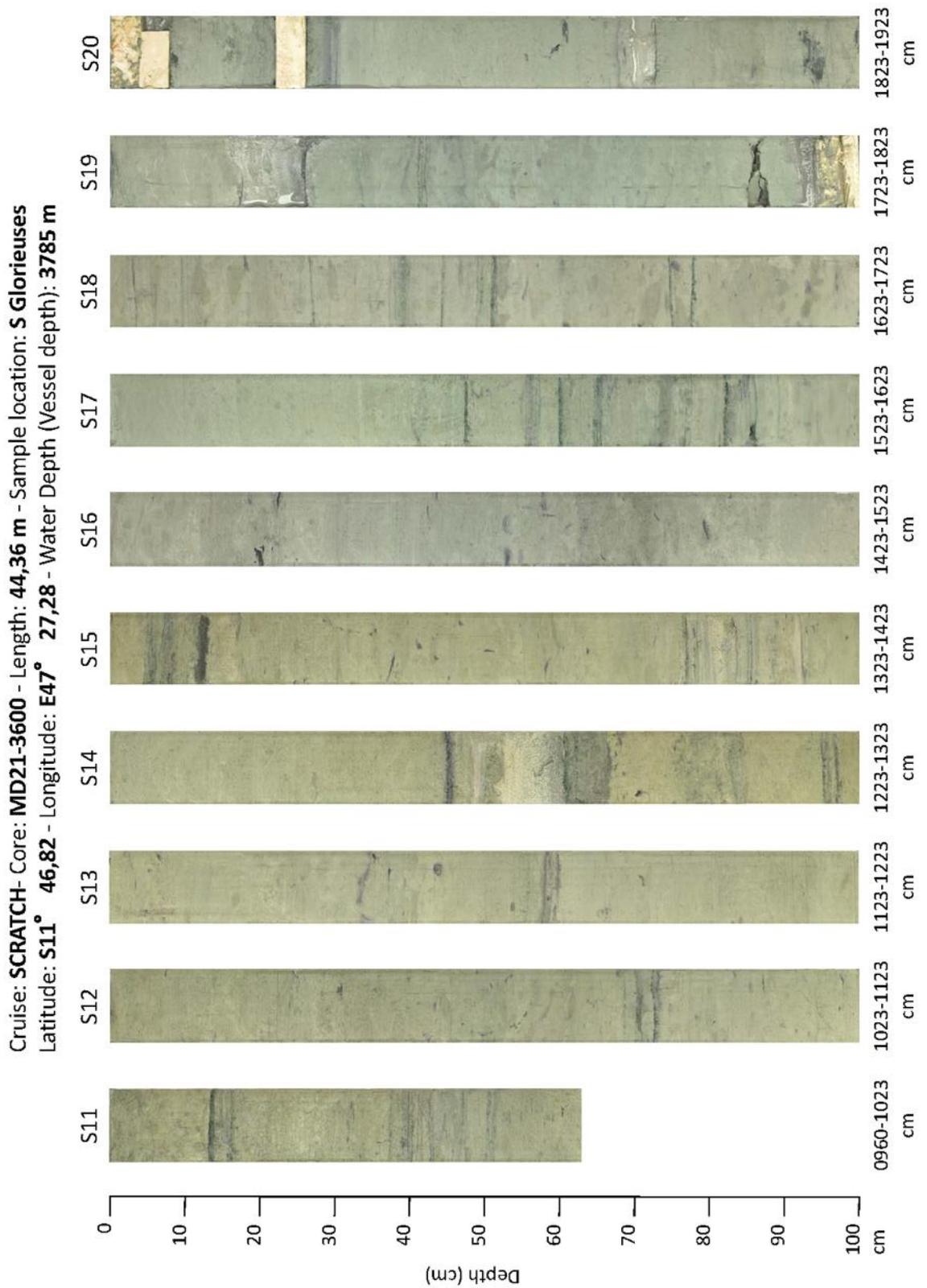


Figure 121 : Photographie des sections de la carotte MD21-3600, 2/5.

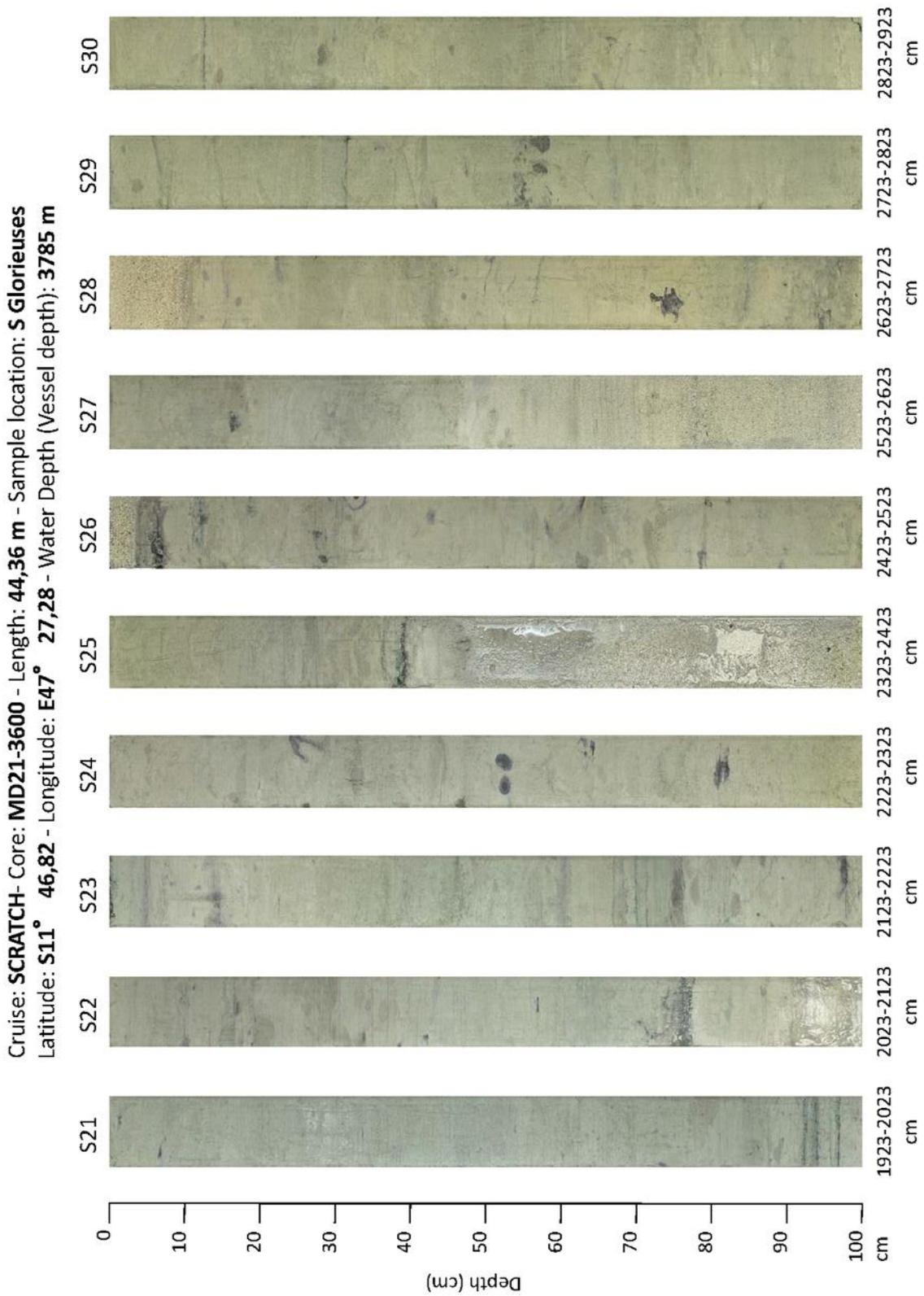


Figure 122 : Photographie des sections de la carotte MD21-3600, 3/5.

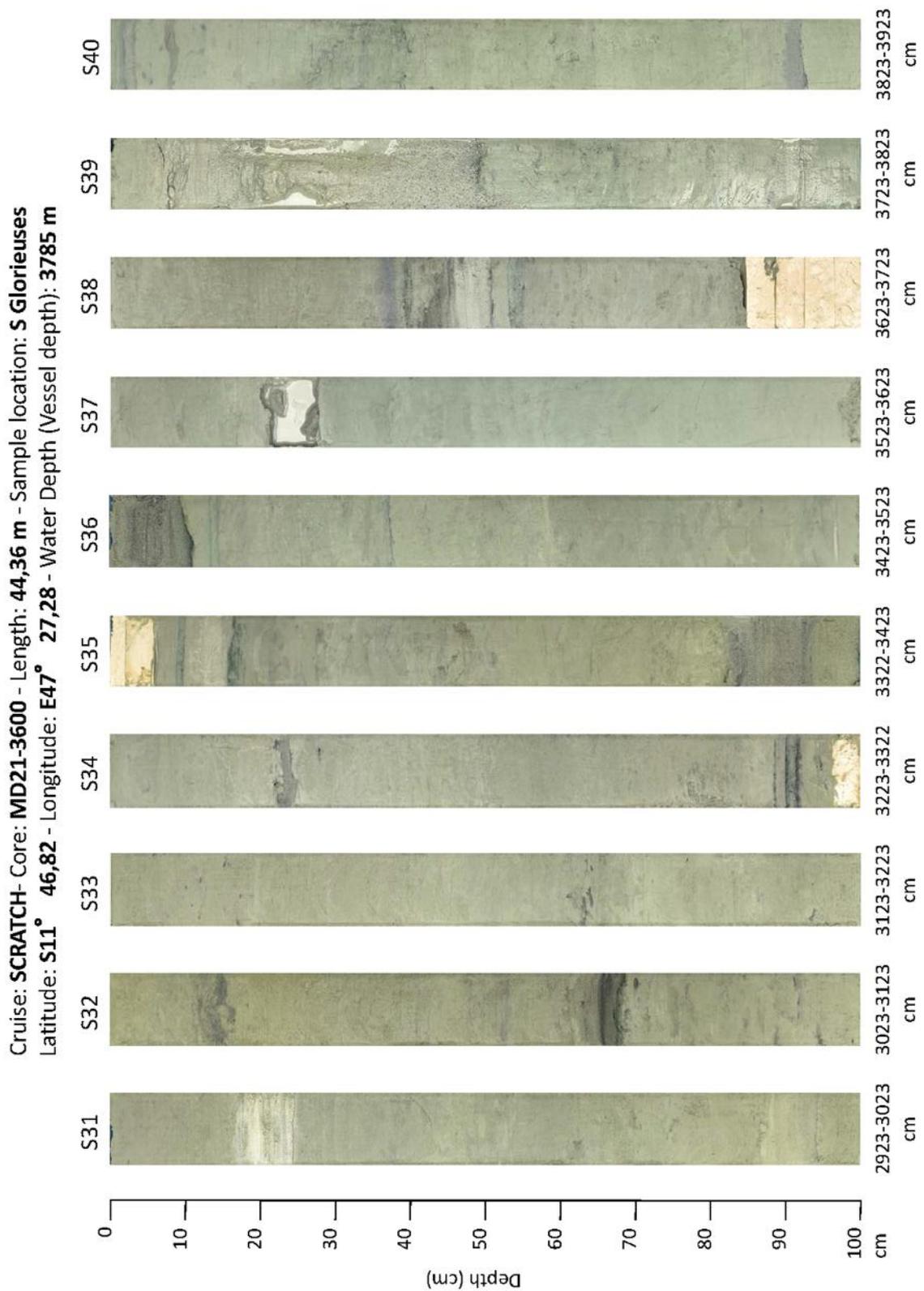


Figure 123 : Photographie des sections de la carotte MD21-3600, 4/5.

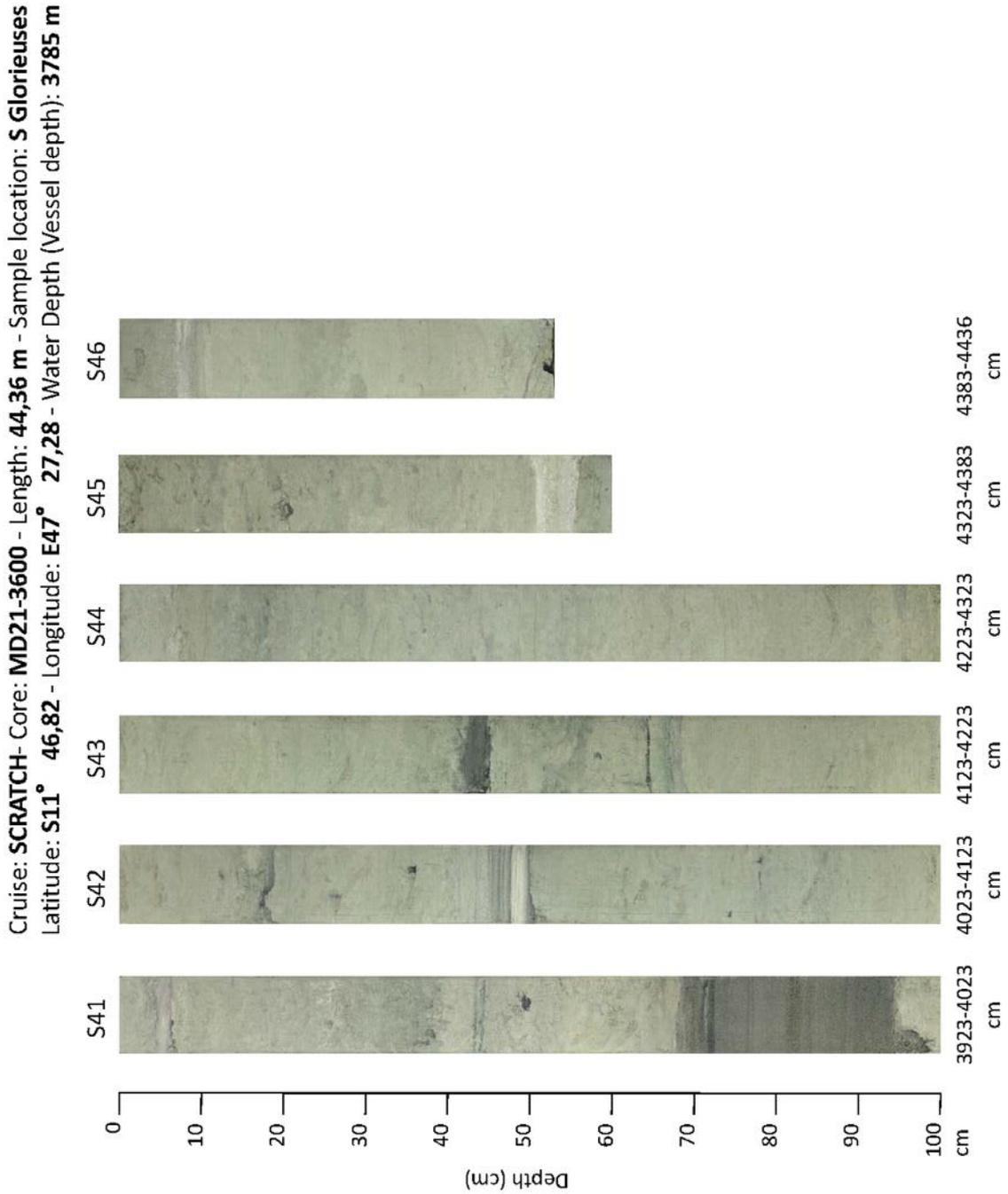


Figure 124 : Photographie des sections de la carotte MD21-3600, 5/5.

MD21-3600-half-MSCL-SPECTRO

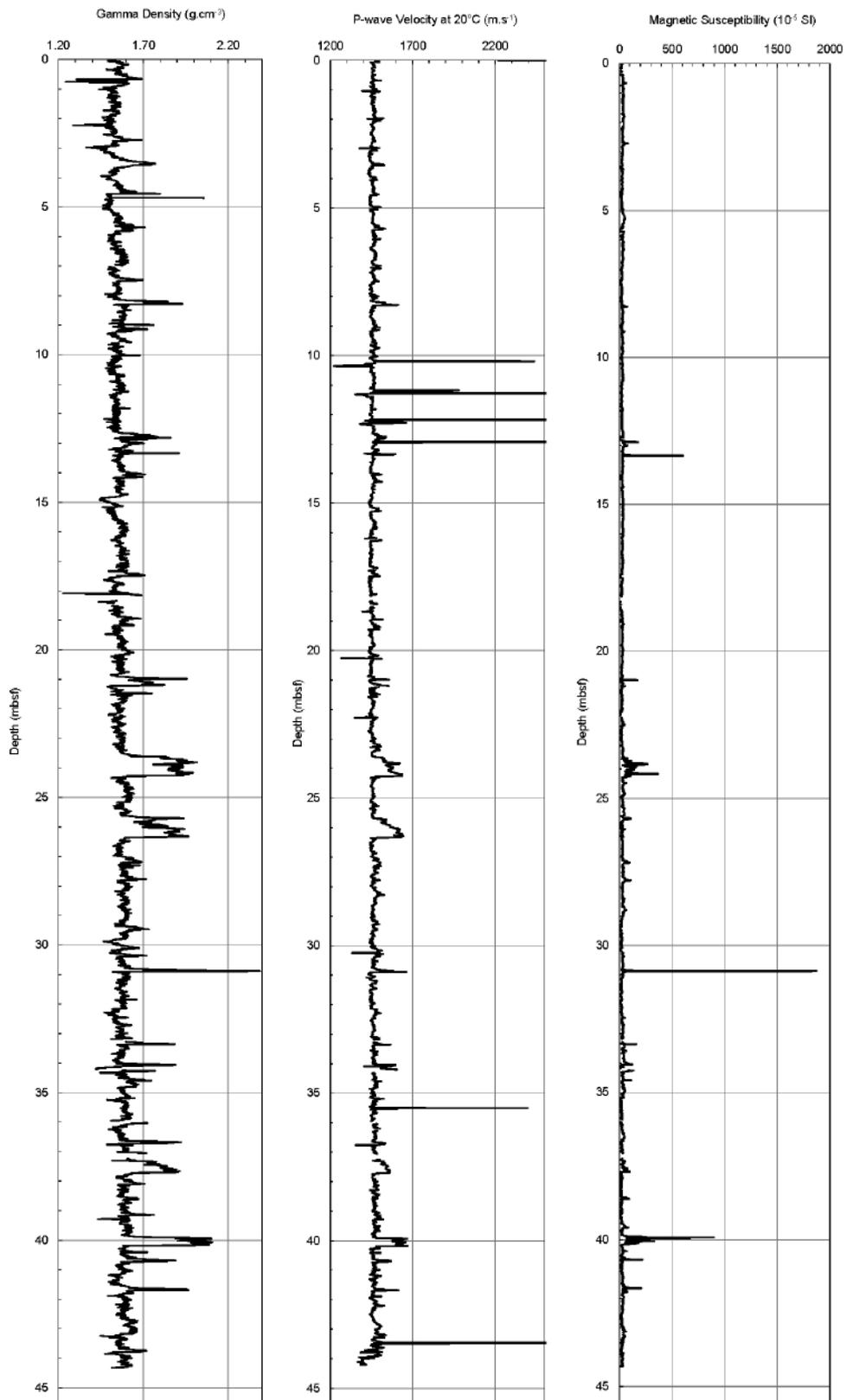


Figure 125 : Propriétés physiques de la carotte MD98-3600

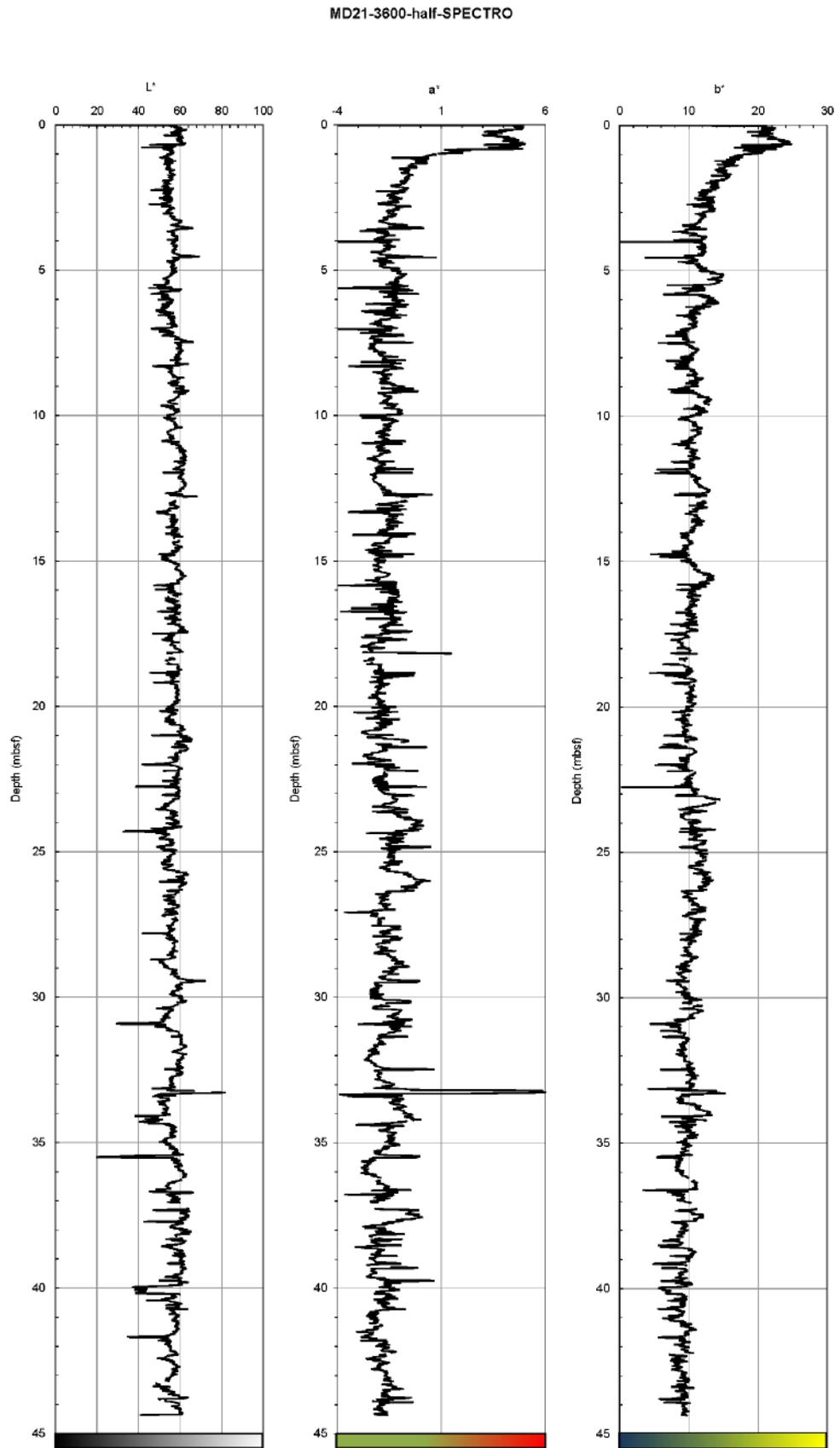


Figure 126 : Colorimétrie de la carotte MD98-3600

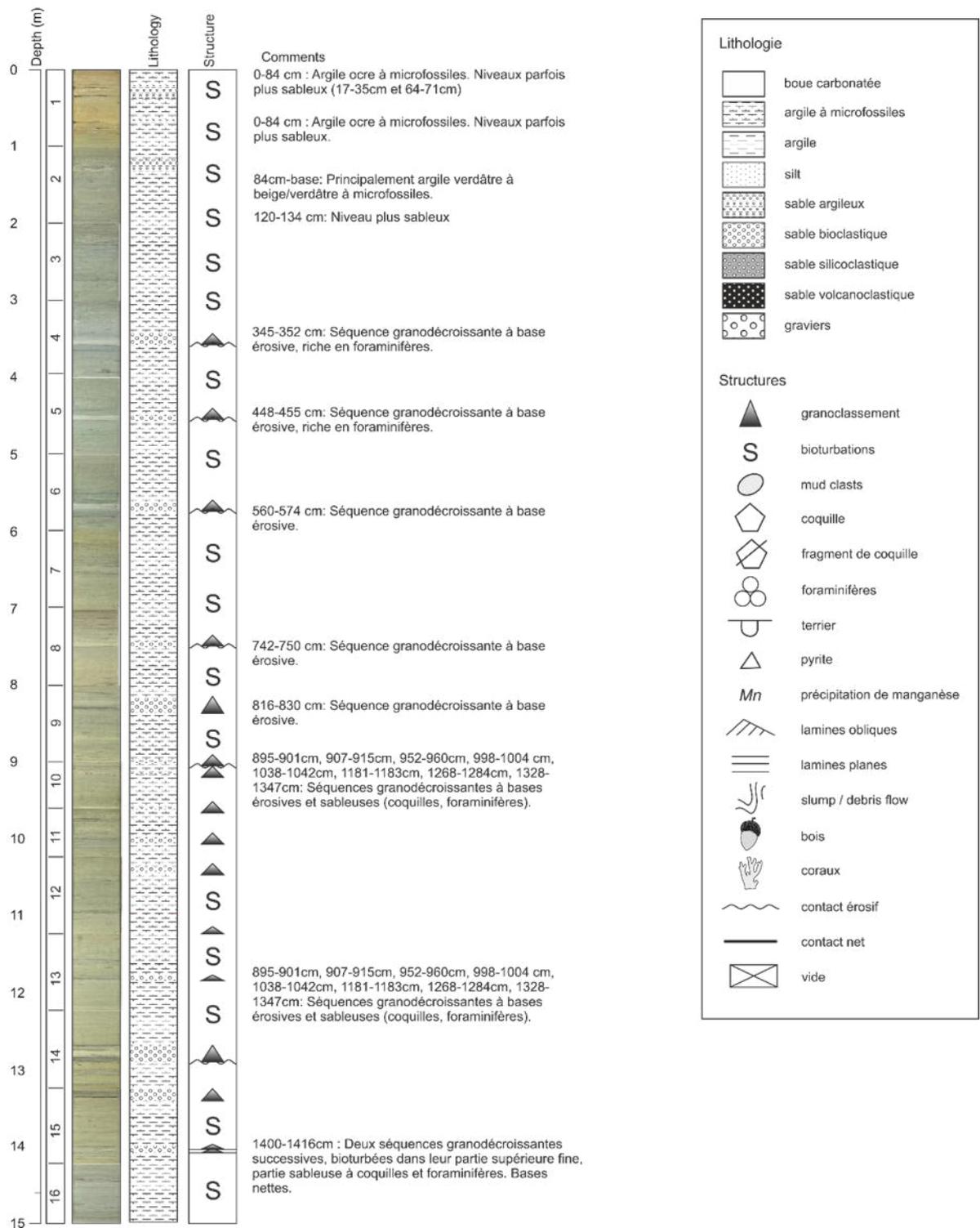


Figure 127 : Log de la carotte MD21-3600 1/3

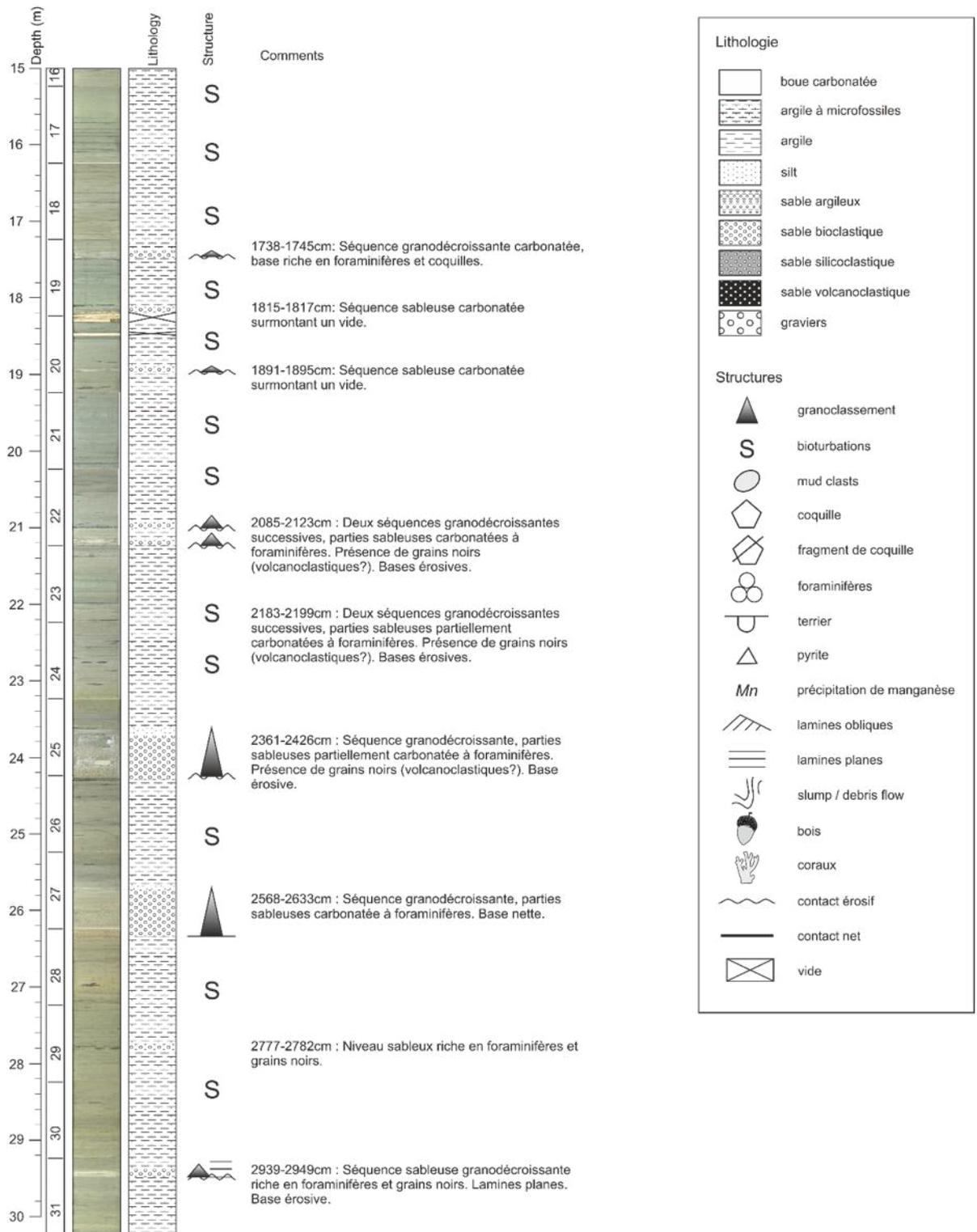


Figure 128 : Log de la carotte MD21-3600 2/3

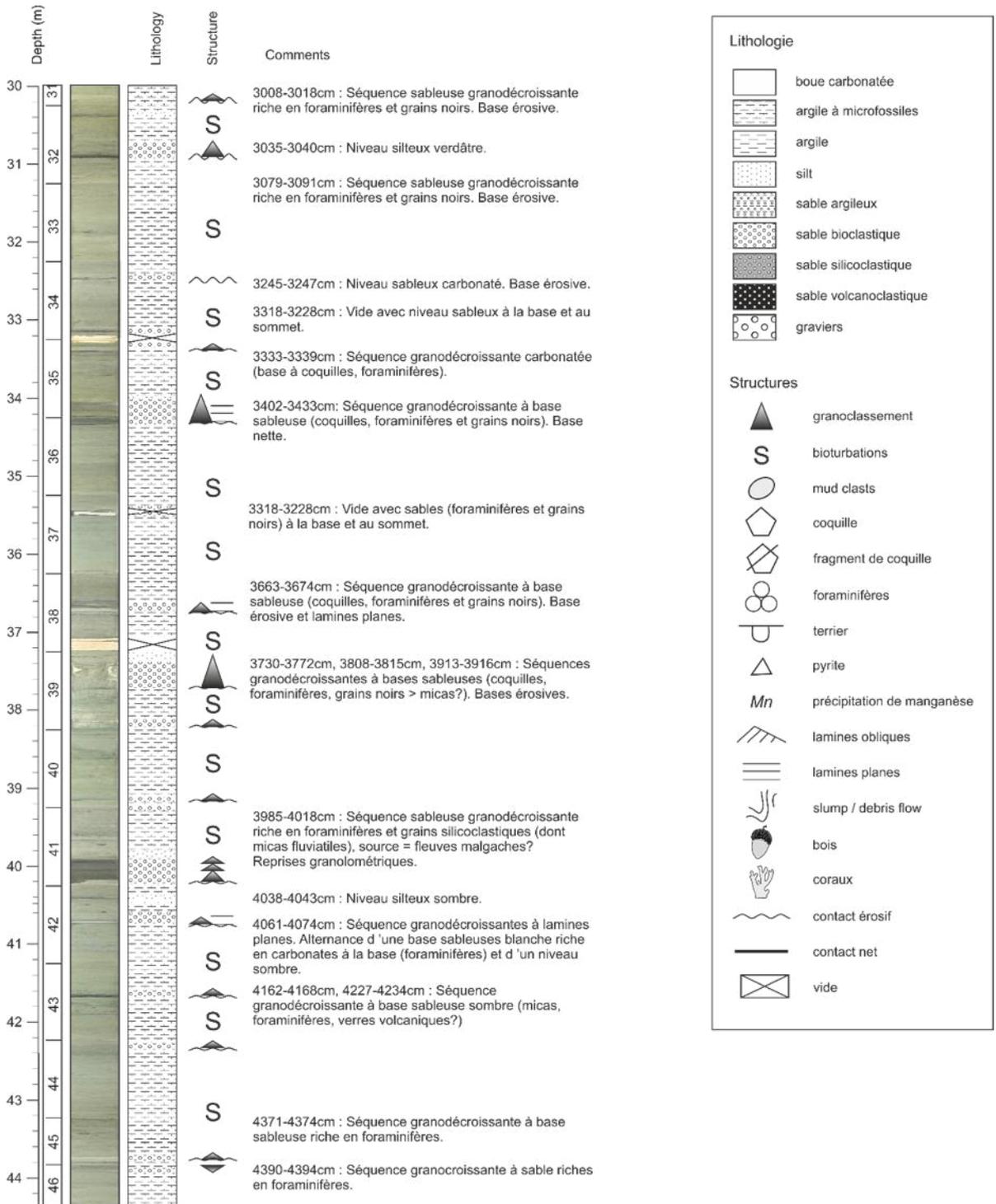


Figure 129 : Log de la carotte MD21-3600 3/3

9.5 Carotte MD21-3601 : bassin Est Glorieuses

9.5.1 Objectif spécifique

Prélever plus de 50 m de série sédimentaire dans un environnement à faible taux de sédimentation. L'objectif étant d'avoir un site référence dans la région des Comores pour la stratigraphie et les reconstructions paléoclimatiques long terme sur plus de 2 Ma.

9.5.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 06/07/2021 avec un déclenchement vers 01:03. Le carottier est revenu à bord à 05:49. Le tube de 52,48 m a permis une récupération de 51,71 m en 52 sections.

9.5.3 Résultats

La carotte MD21-3601 est principalement constituée d'argiles hémipélagiques bioturbées. Quelques dépôts turbiditiques carbonatés et volcanoclastiques sont également présents. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les 330 premiers centimètres sont caractérisés par des argiles de couleur ocre suivit de 70 cm d'argiles de couleurs marrons et enfin par des argiles de couleur verdâtre jusqu'à la base de la carotte. 4 dépôts turbiditiques carbonatés centimétriques dominés par des coquilles et des foraminifères, et présentant également des grains noirs volcanoclastiques ont été décrit. Dans la section 26 un dépôt turbiditique volcanoclastique de 20 cm est principalement constitué de grains noirs avec également la présence de foraminifères.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne

Core: MD21-3601 Date: 07/07/2021

Lat.: -11,41101 Long.: 46,65056

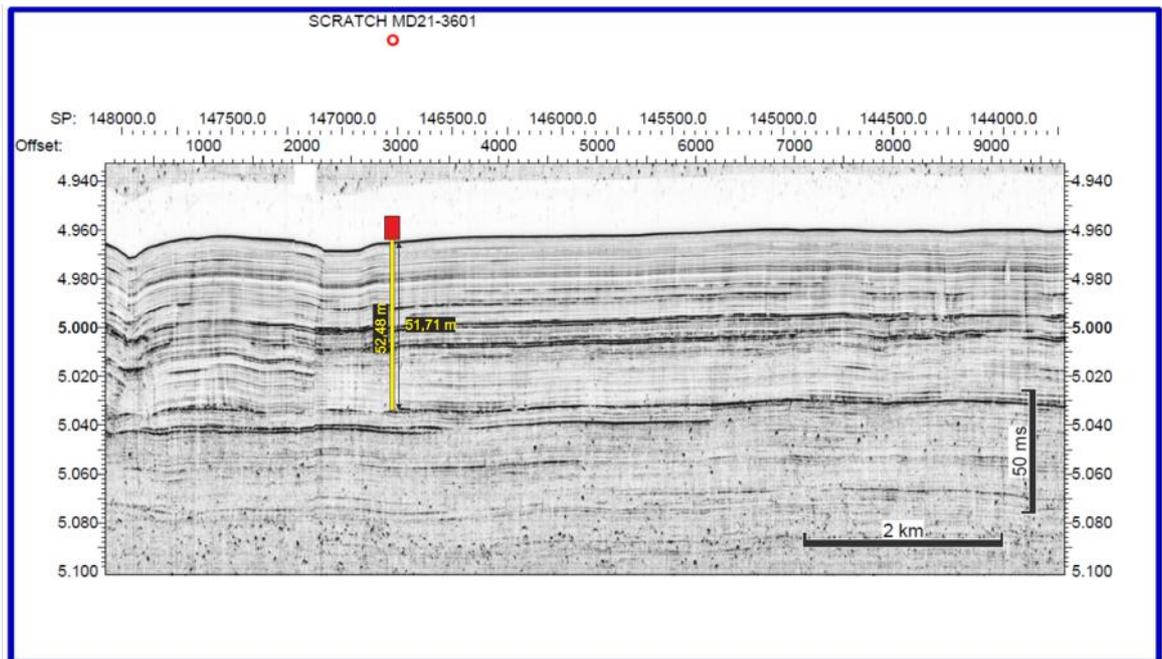
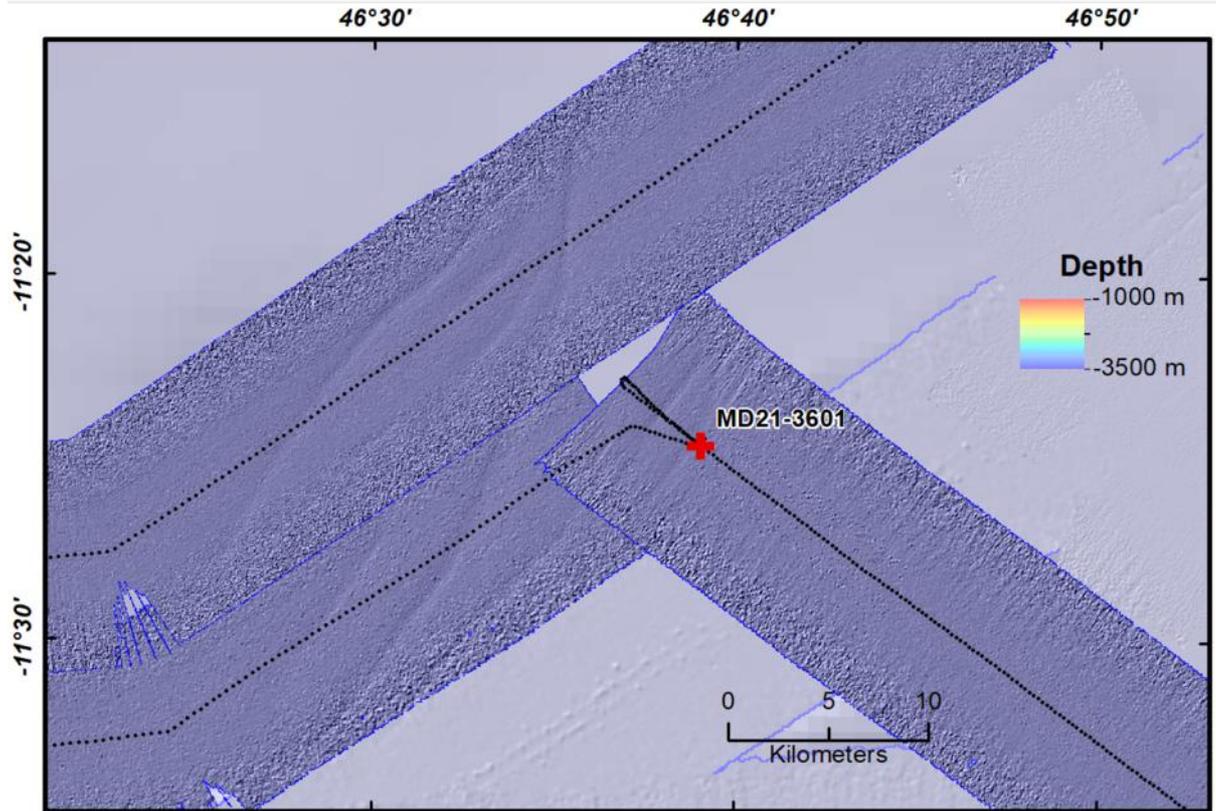


Figure 130 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3601



Coring sheet

Shift supervisor :

NumCamp SISMER

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	07/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Bassin Est Glorieuses	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="52.48"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="7.000 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="01:03:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3735.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="05:49:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="52.48 m"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="51.7 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="100%"/>	Sections count	<input type="text" value="52"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="99%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	24.661
Long :	E	46	39.034
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 131 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3601

Core SCRATCH 2021 - MD21-3601

Kinematics

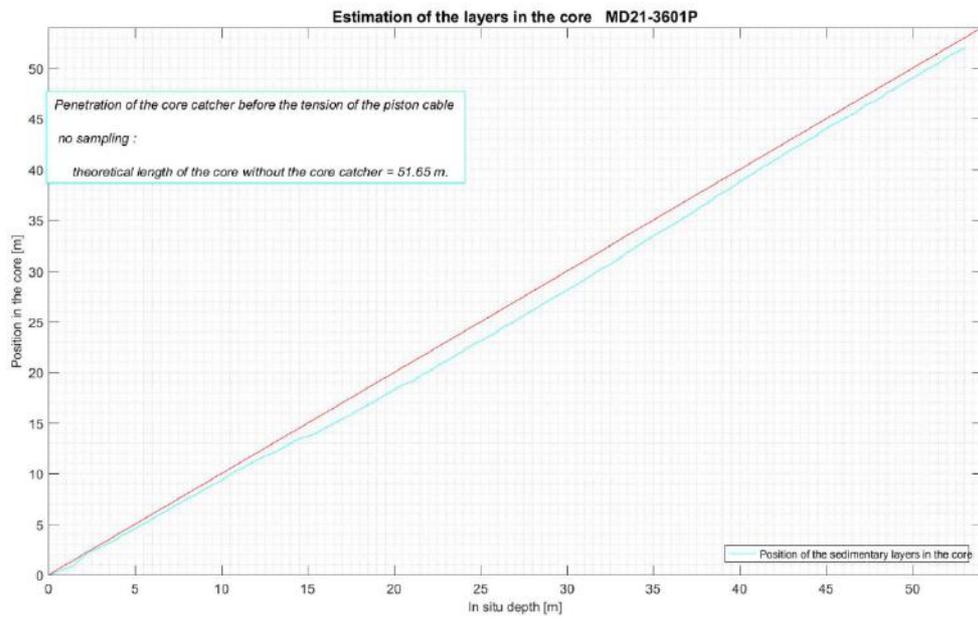
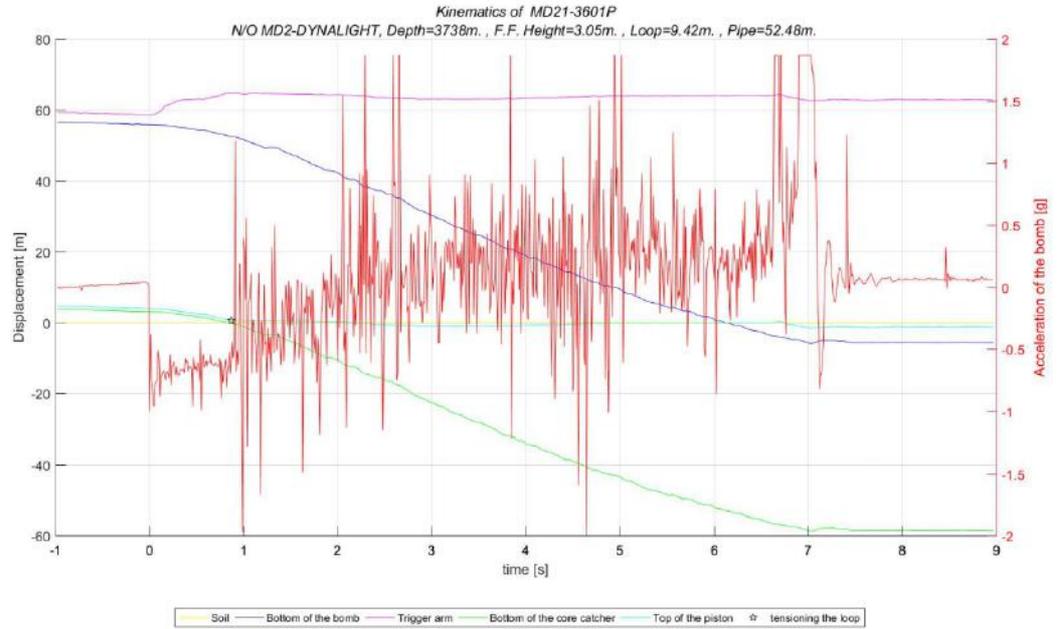


Figure 132 : Cinématique de carottage MD21-3601

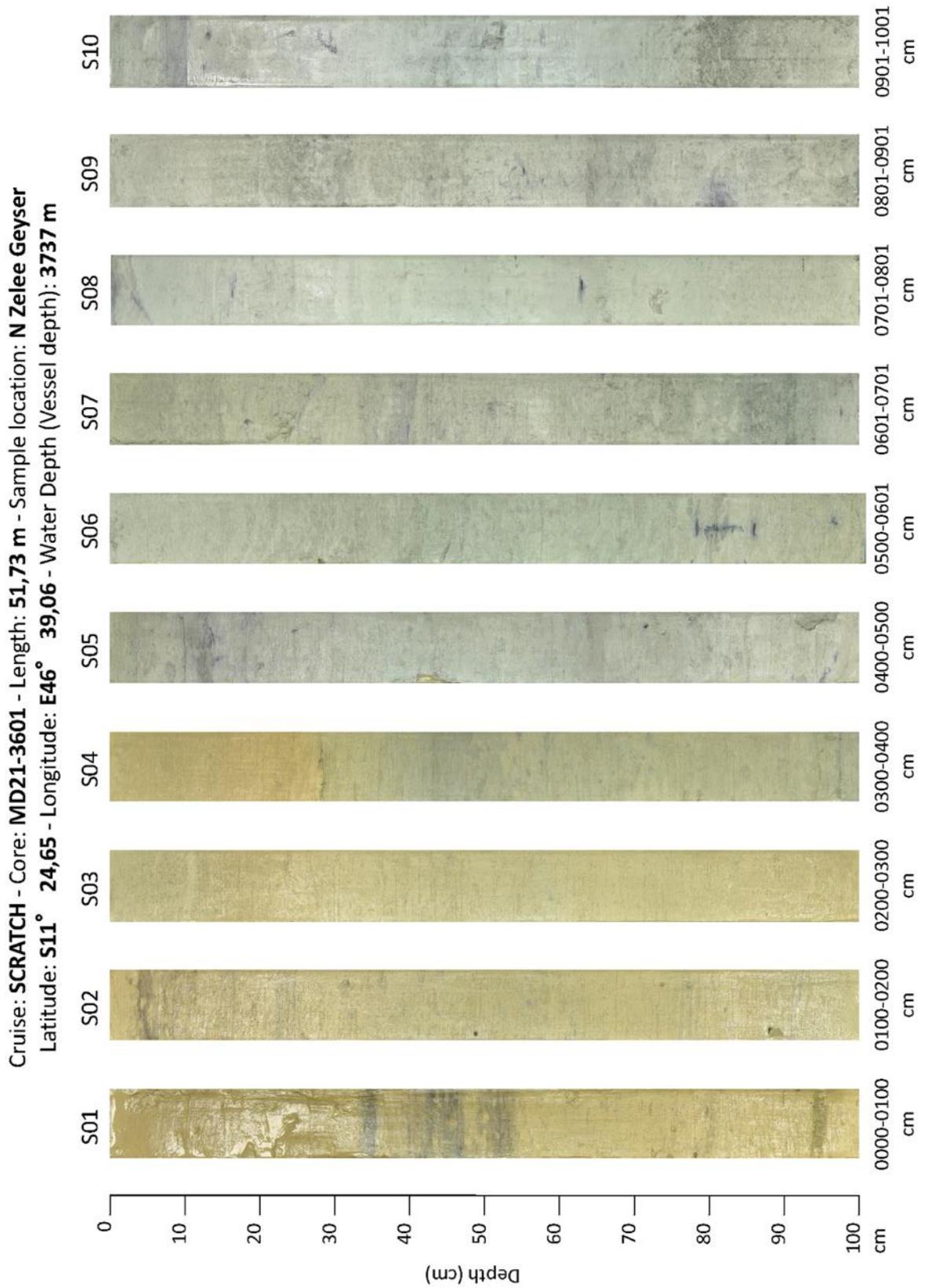


Figure 133 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 1/6.

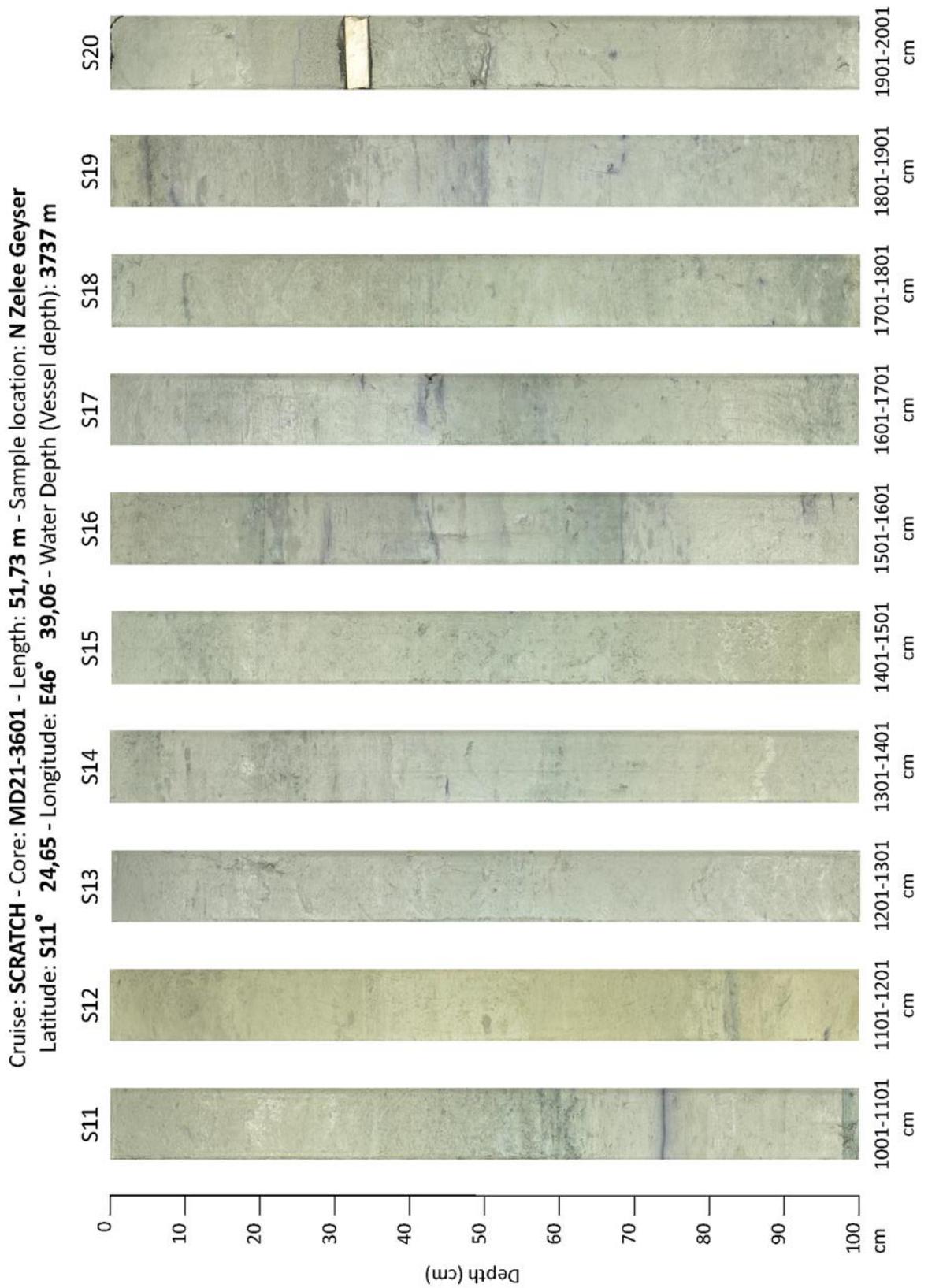


Figure 134 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 2/6.

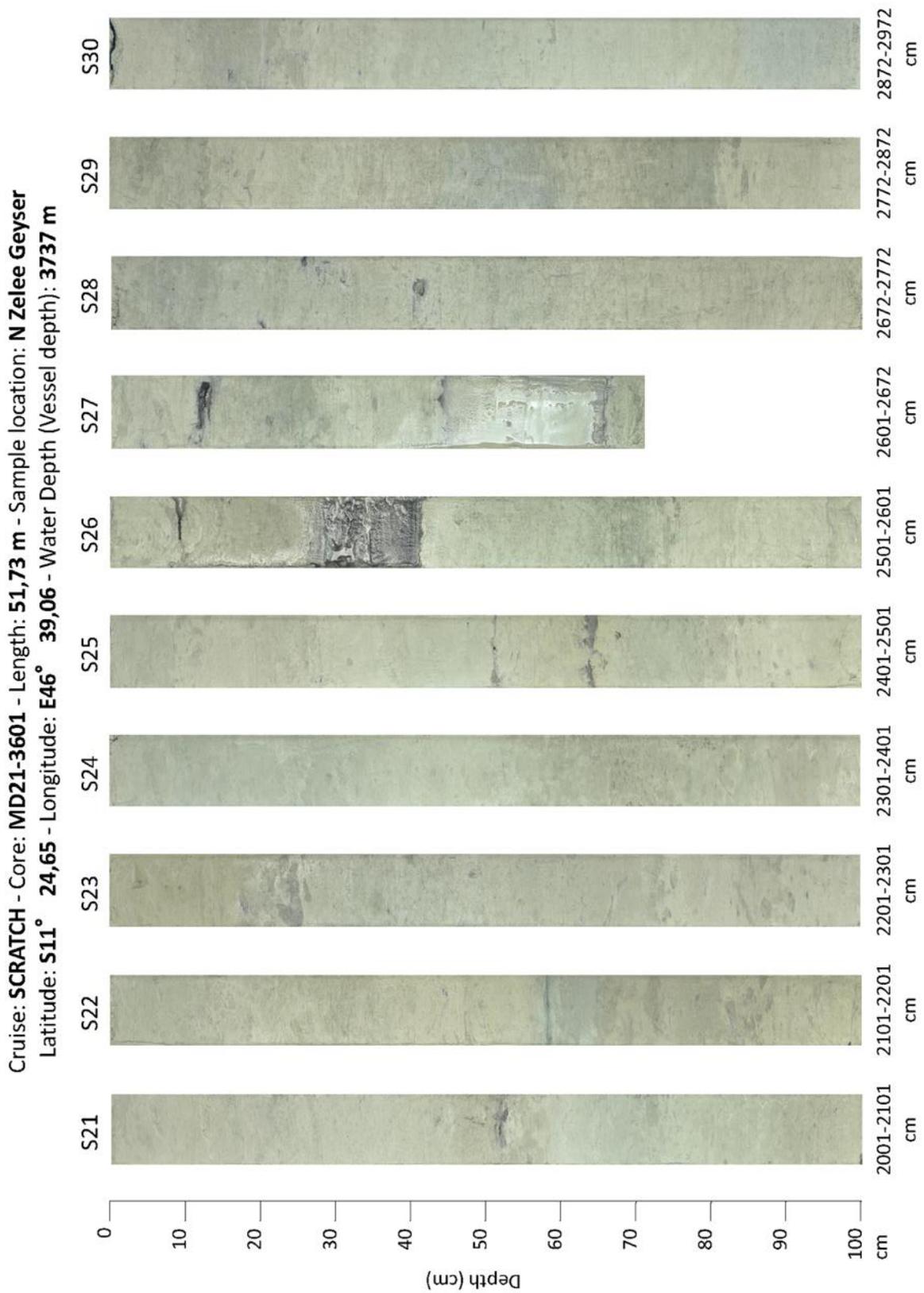


Figure 135 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 3/6.

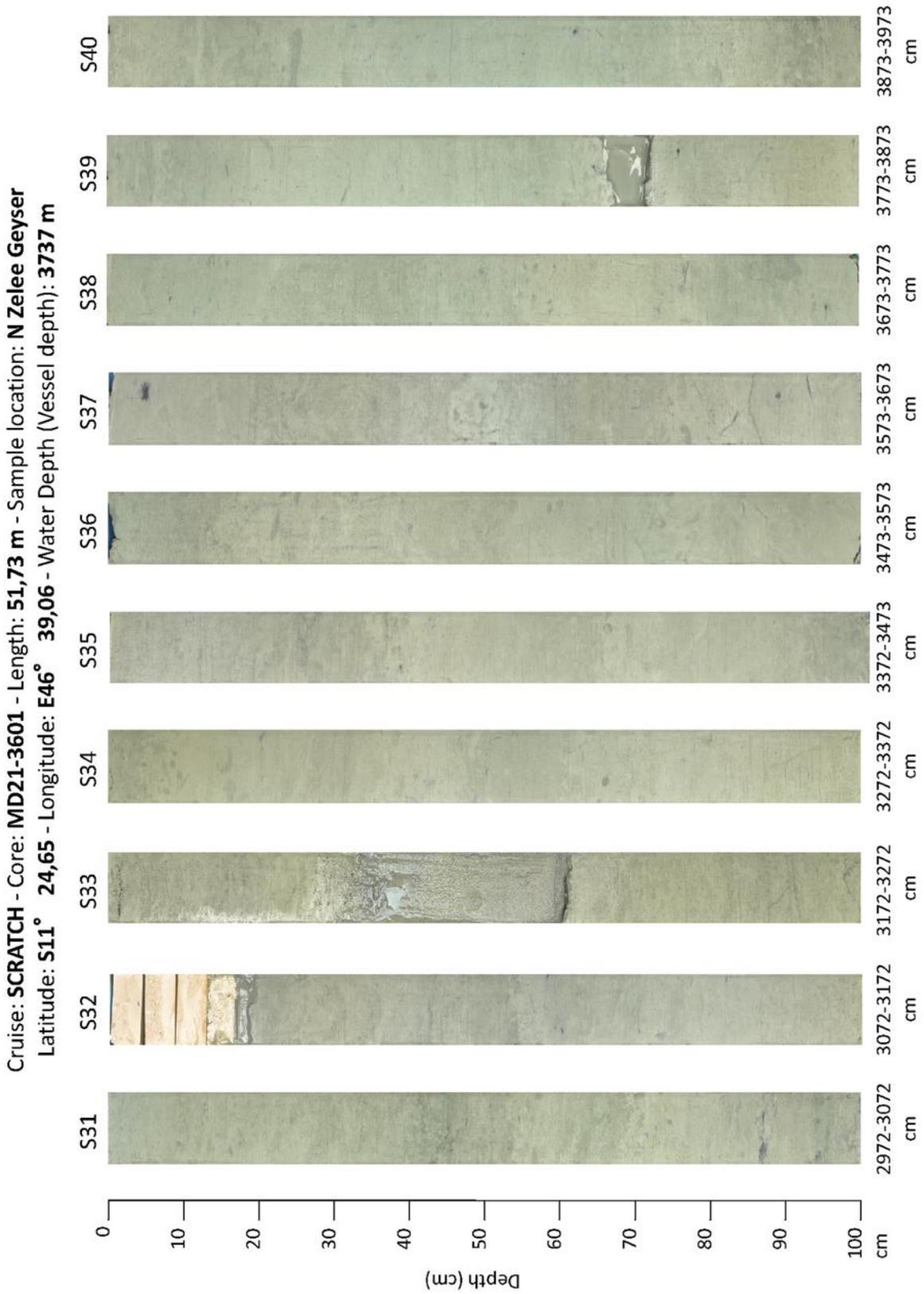


Figure 136 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 4/6.

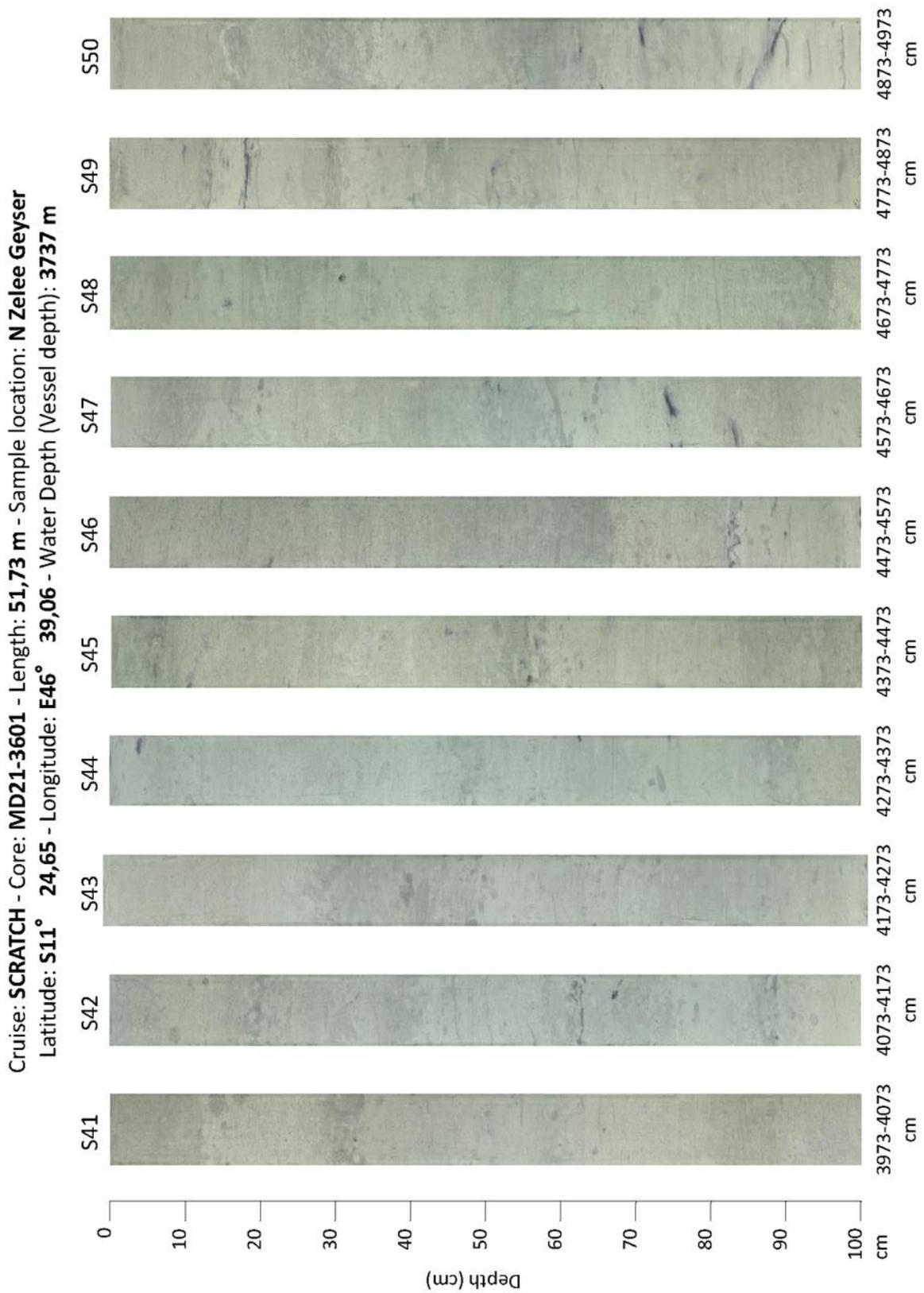


Figure 137 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 5/6.

Cruise: **SCRATCH** - Core: **MD21-3601** - Length: **51,73 m** - Sample location: **N Zelee Geyser**
Latitude: **S11° 24,65** - Longitude: **E46° 39,06** - Water Depth (Vessel depth): **3737 m**

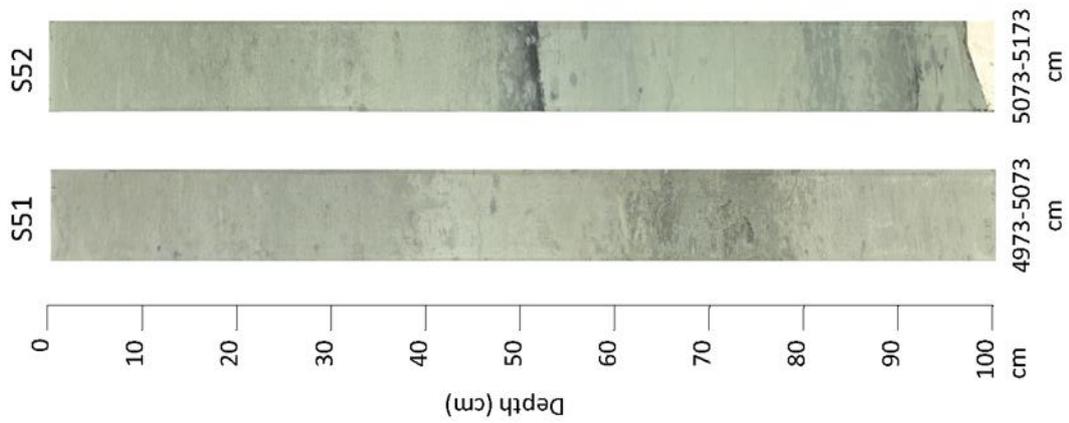


Figure 138 : Photographie des sections de la carotte MD21-3601, 6/6.

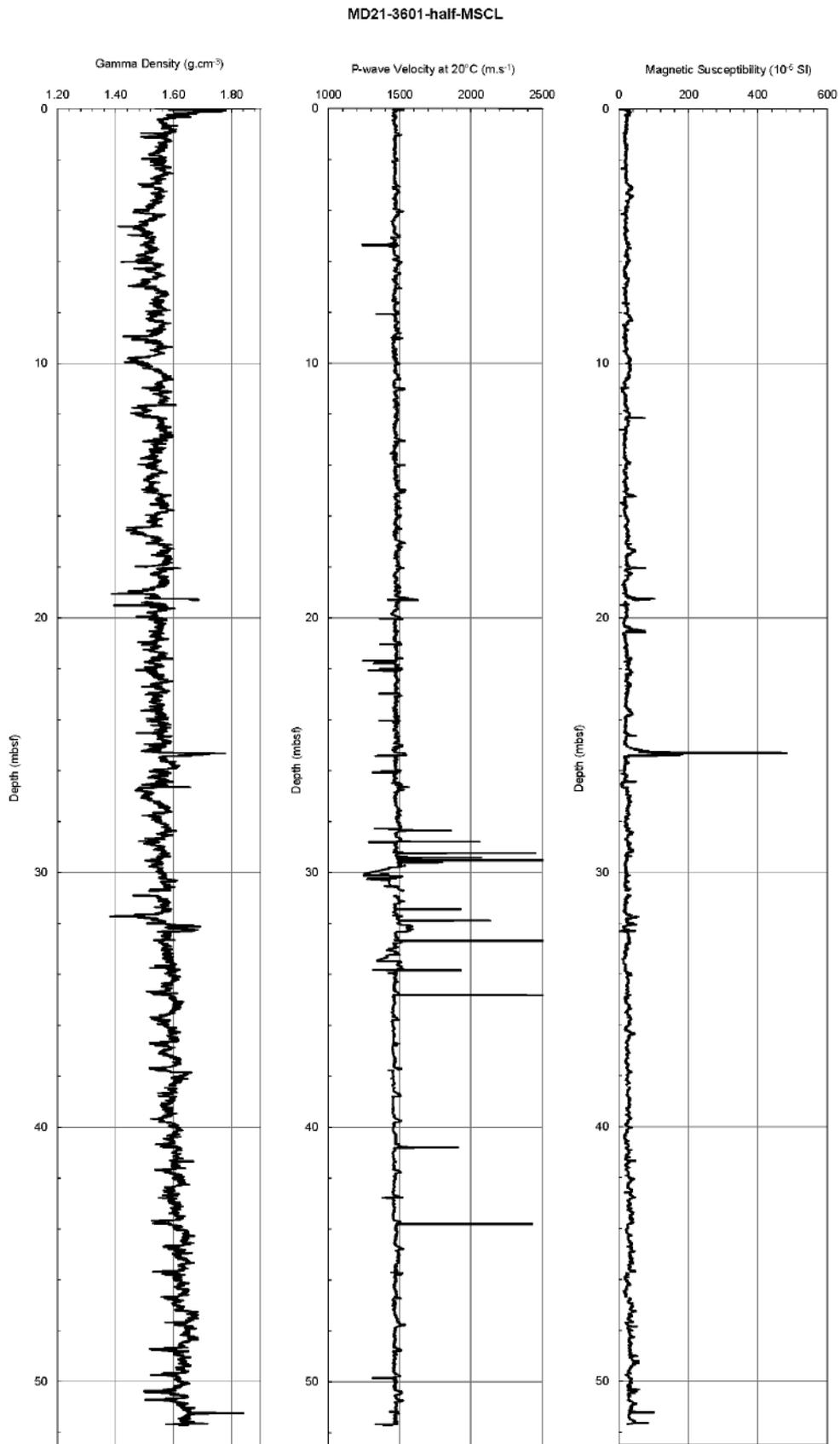


Figure 139 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3601

MD21-3601-half-SPECTRO

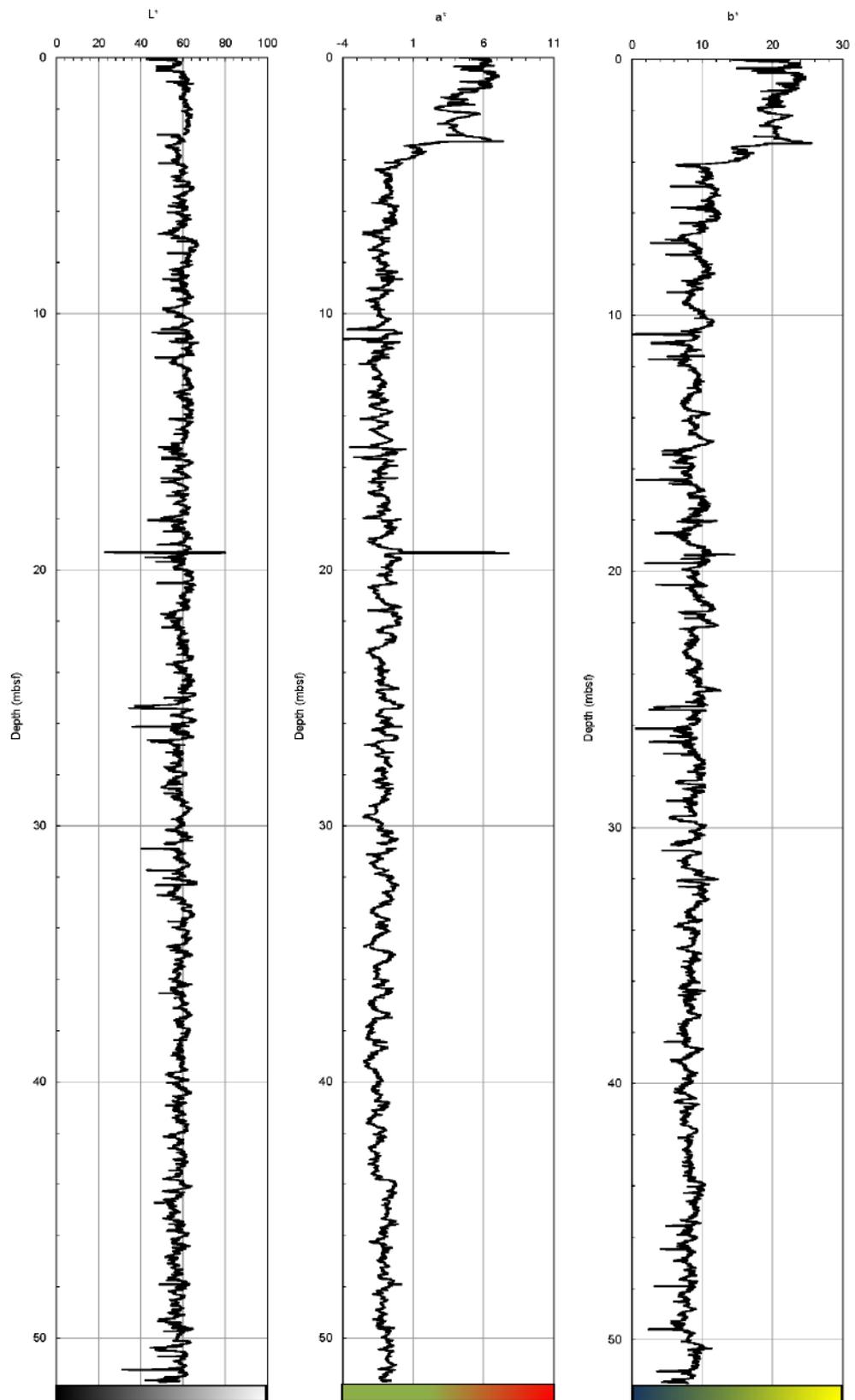


Figure 140 : Colorimétrie de la carotte MD21-3601

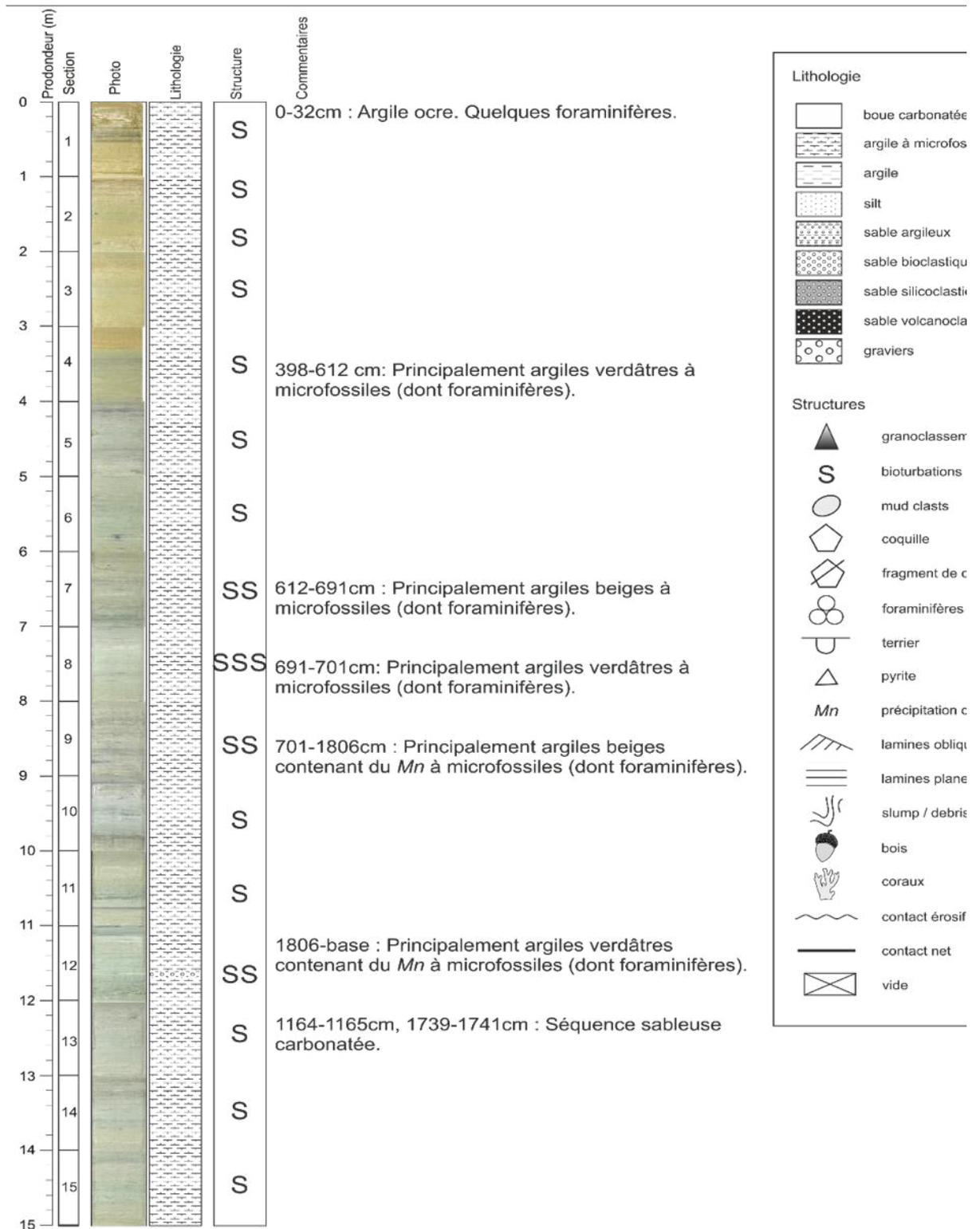


Figure 141 : Log de la carotte MD21-3601 1/4.

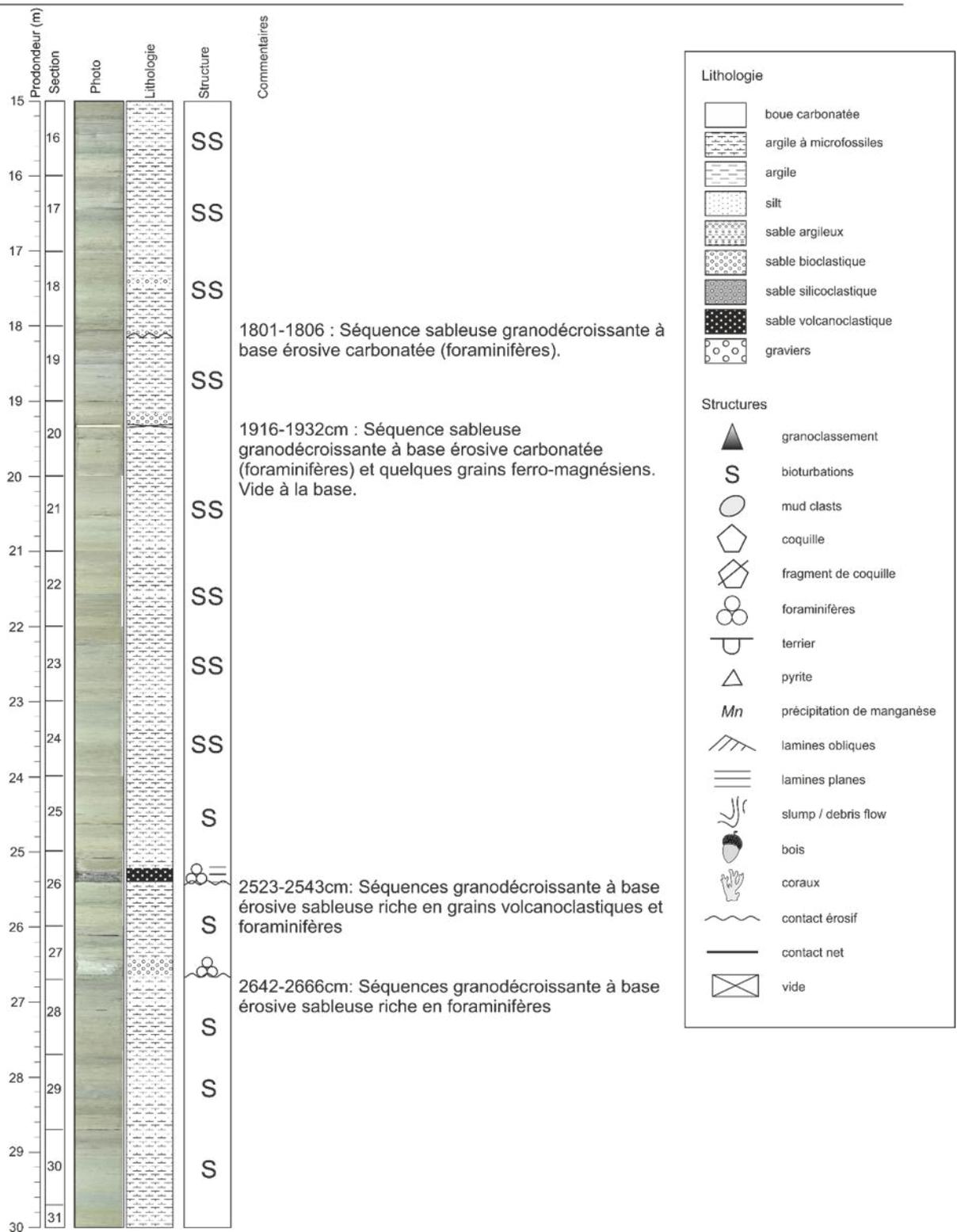


Figure 142 : Log de la carotte MD21-3601 2/4.

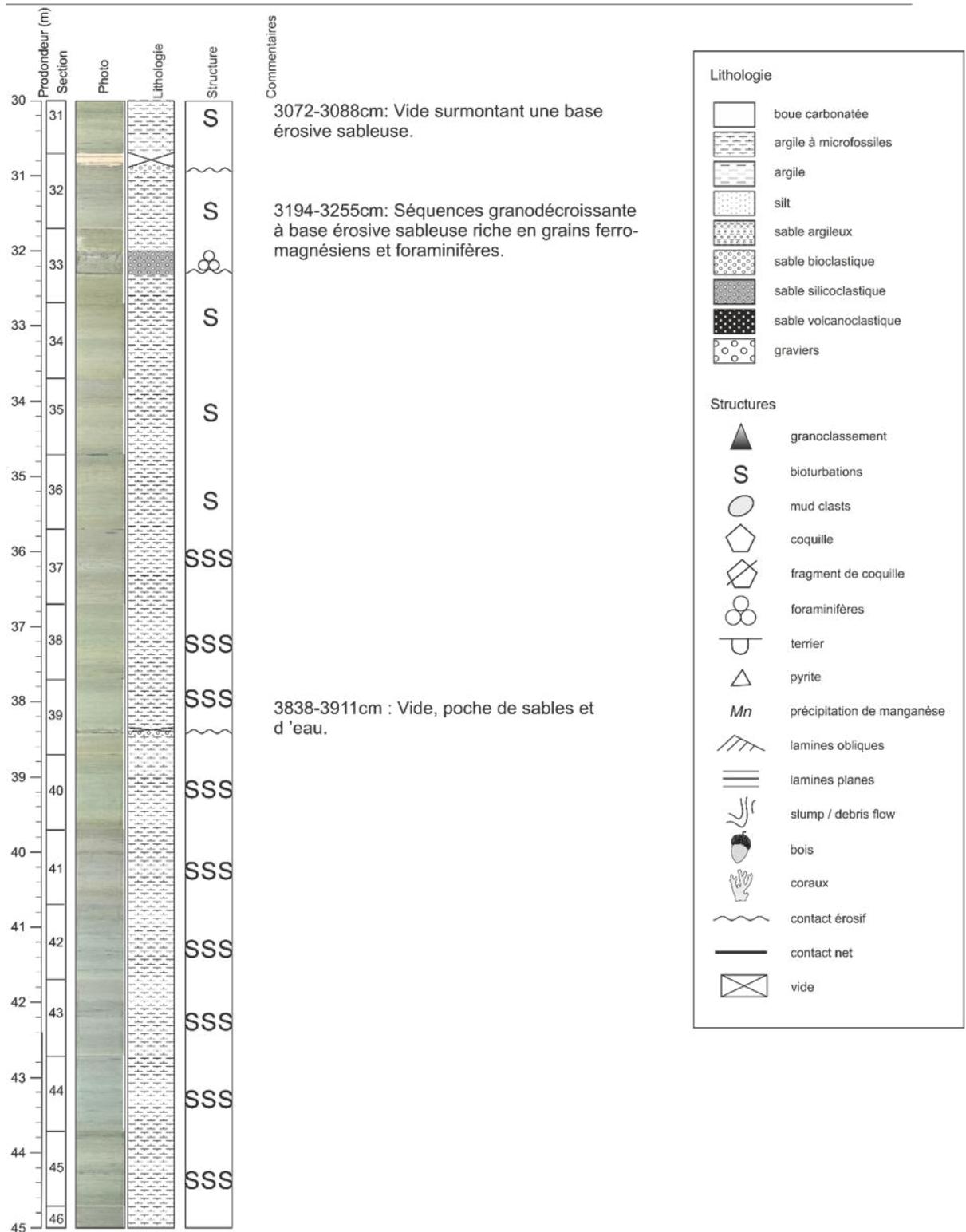


Figure 143 : Log de la carotte MD21-3601 3/4.

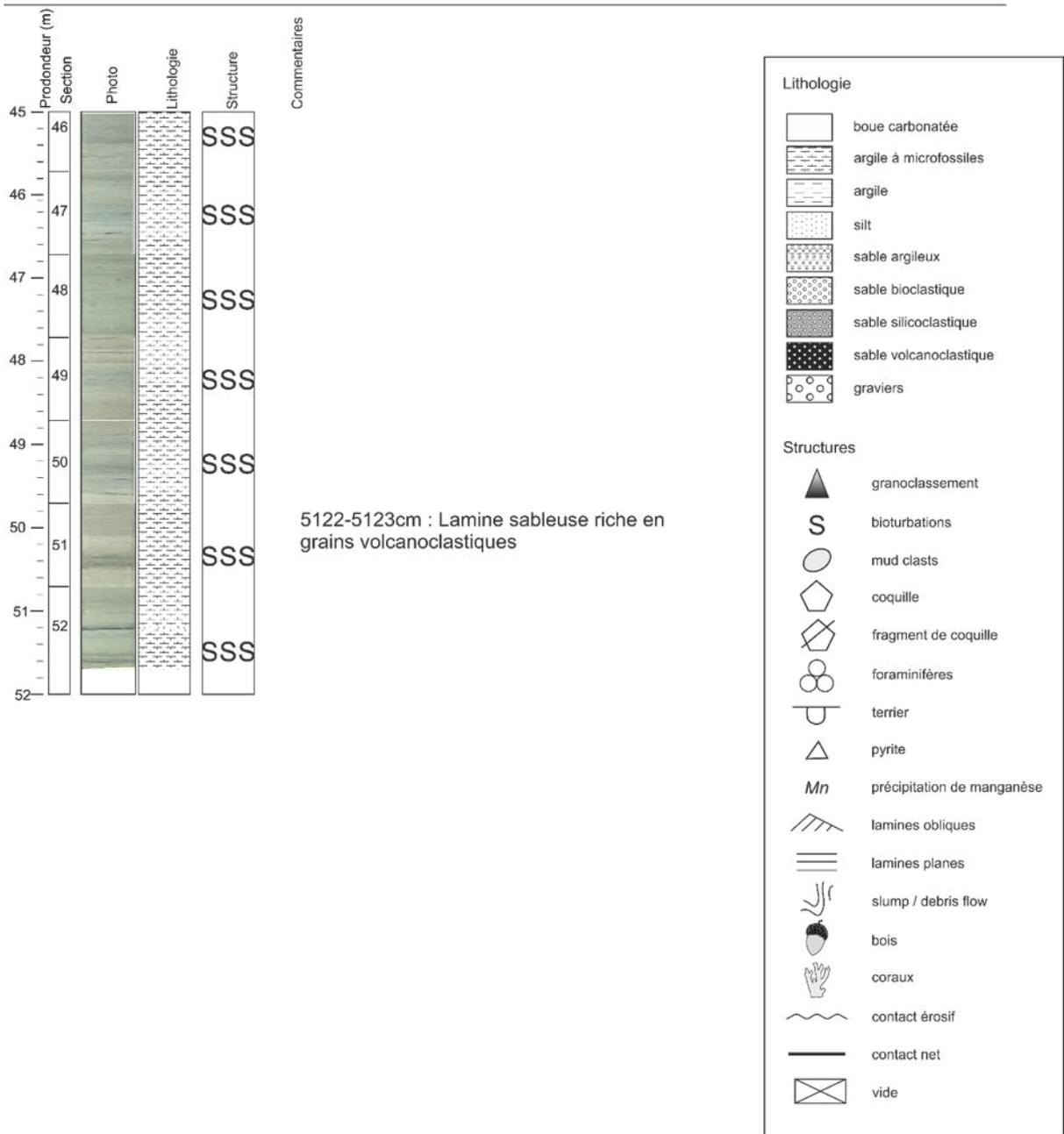


Figure 144 : Log de la carotte MD21-3601 4/4.

9.6 Carotte MD21-3602 : Champ volcanique de Mwezi

9.6.1 Objectif spécifique

Prélever toute la série de dépôts volcanoclastiques (réflecteurs de forte amplitude sur le profil SDS, Figure 145) pour arriver dans les dépôts sourds situés vers 35 m. Dater et connaître la nature et la source des deux périodes d'activité volcanoclastique. Connaître la nature et l'âge des dépôts sourds situés à la base du profil SDS (glissements ?, sables en provenance de Madagascar ?).

9.6.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 07/07/2021 avec un déclenchement vers 19:46 et une remontée sur le pont à 22:42. Le tube de 36,29 m a permis une récupération de 32,51 m en 33 sections.

9.6.3 Résultats

La carotte MD21-3602 est principalement constituée d'une alternance d'argiles hémipélagiques bioturbées et de dépôts turbiditiques volcanoclastiques. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les 280 premiers centimètres sont caractérisés par des argiles de couleur ocre suivit d'argiles de couleur verdâtre jusqu'à la base de la carotte. 21 dépôts turbiditiques volcanoclastiques centimétriques dominés par des grains noirs volcanoclastiques et quelques foraminifères ont été observés. Un dépôt turbiditique volcanoclastique pluridécimétrique (45 cm) très noir est présent dans la section 24.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3602 Date: 07/07/2021
Lat.: -11,74921 Long.: 45,39331

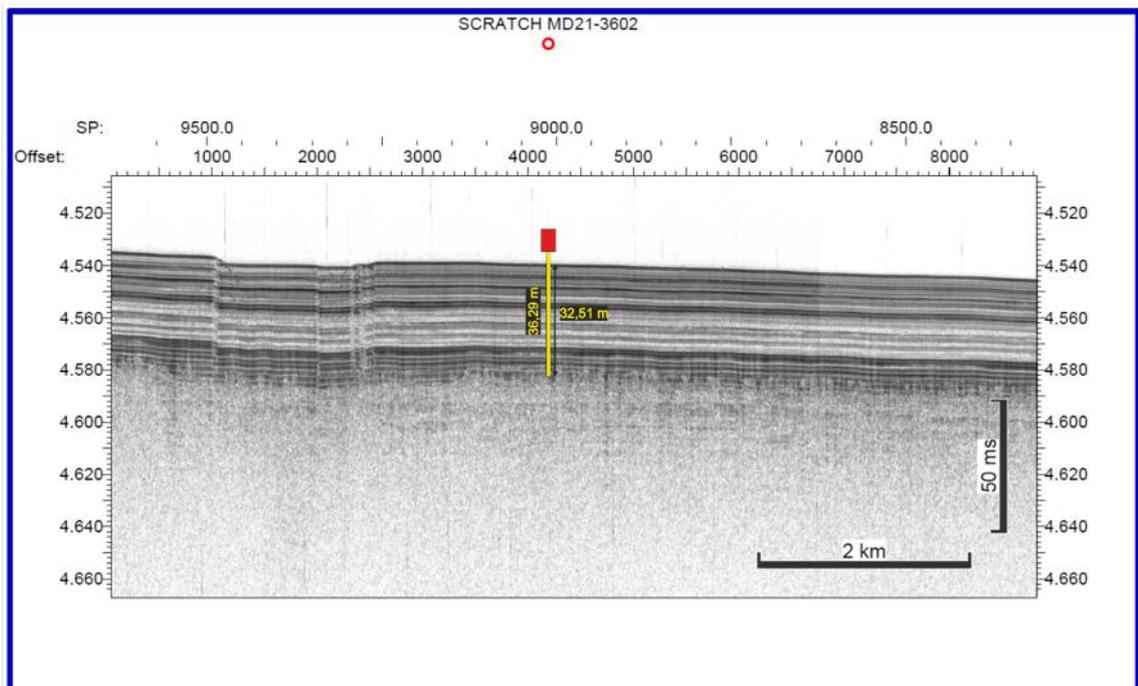
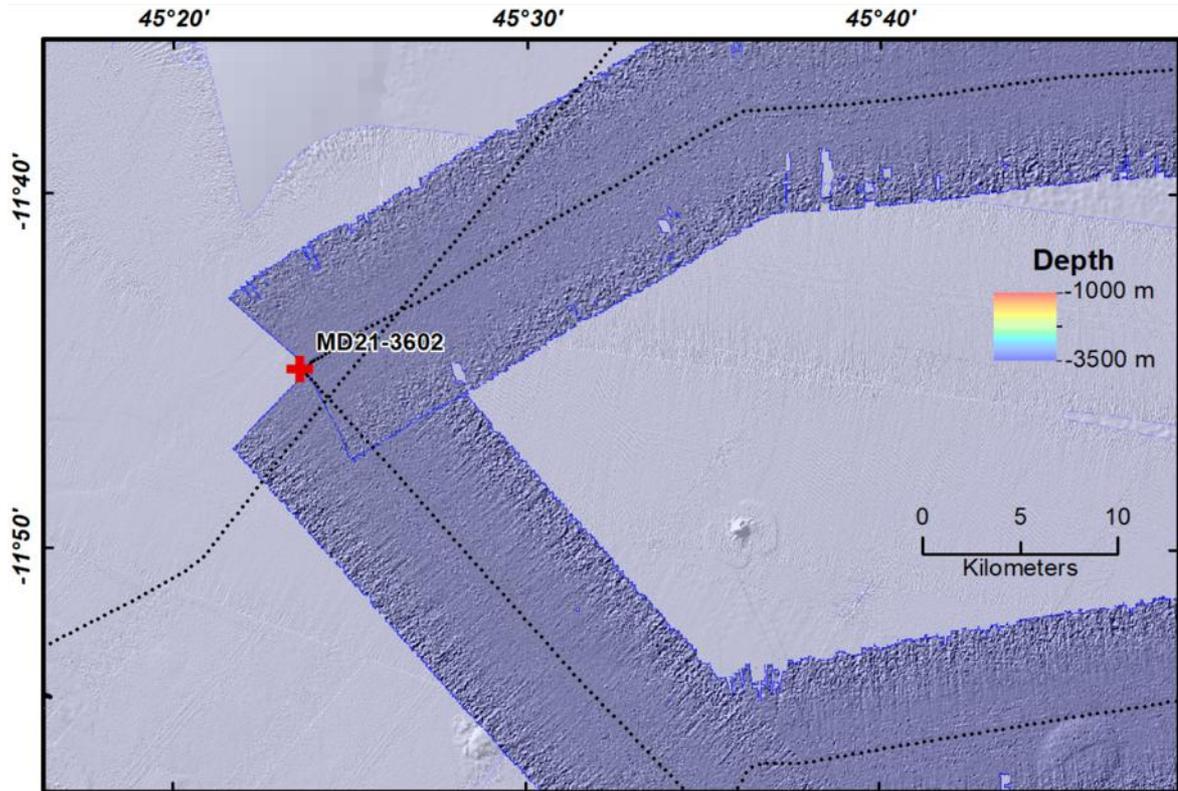


Figure 145 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3602



Coring sheet

Shift supervisor :

NumCamp SISMER

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	07/07/2021 dd/mm/yyyy	Champ volcanique de Mwezi	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="36.29"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="6.900 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="19:46:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3413.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="22:42:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="32.5 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Sections count	<input type="text" value="33"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="90%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	44.953
Long :	E	45	23.599
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 146 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3602

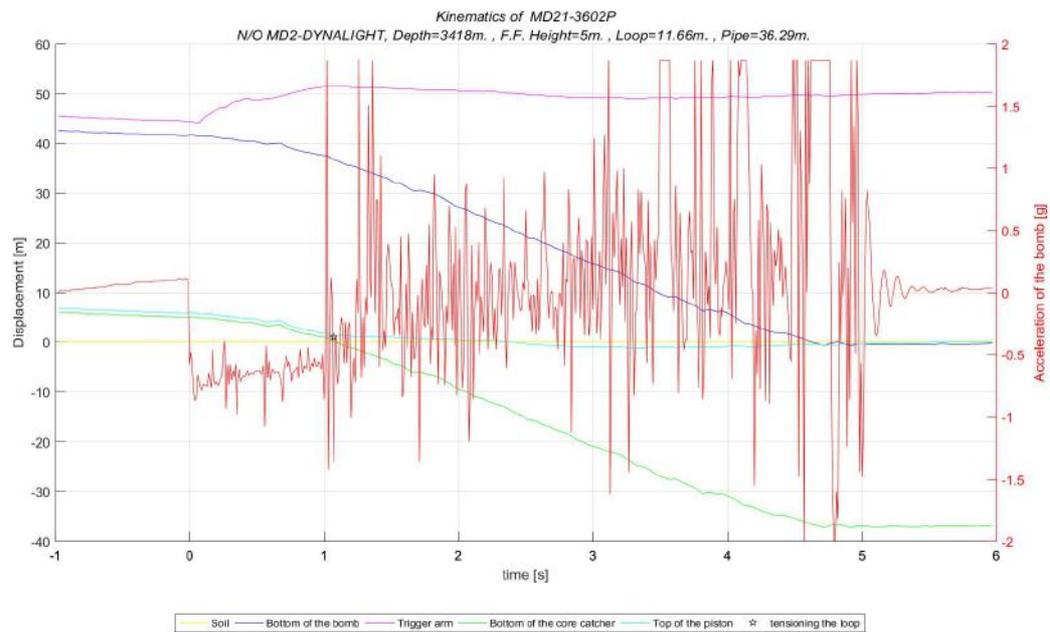


Figure 147 : Cinématique de carottage MD21-3602

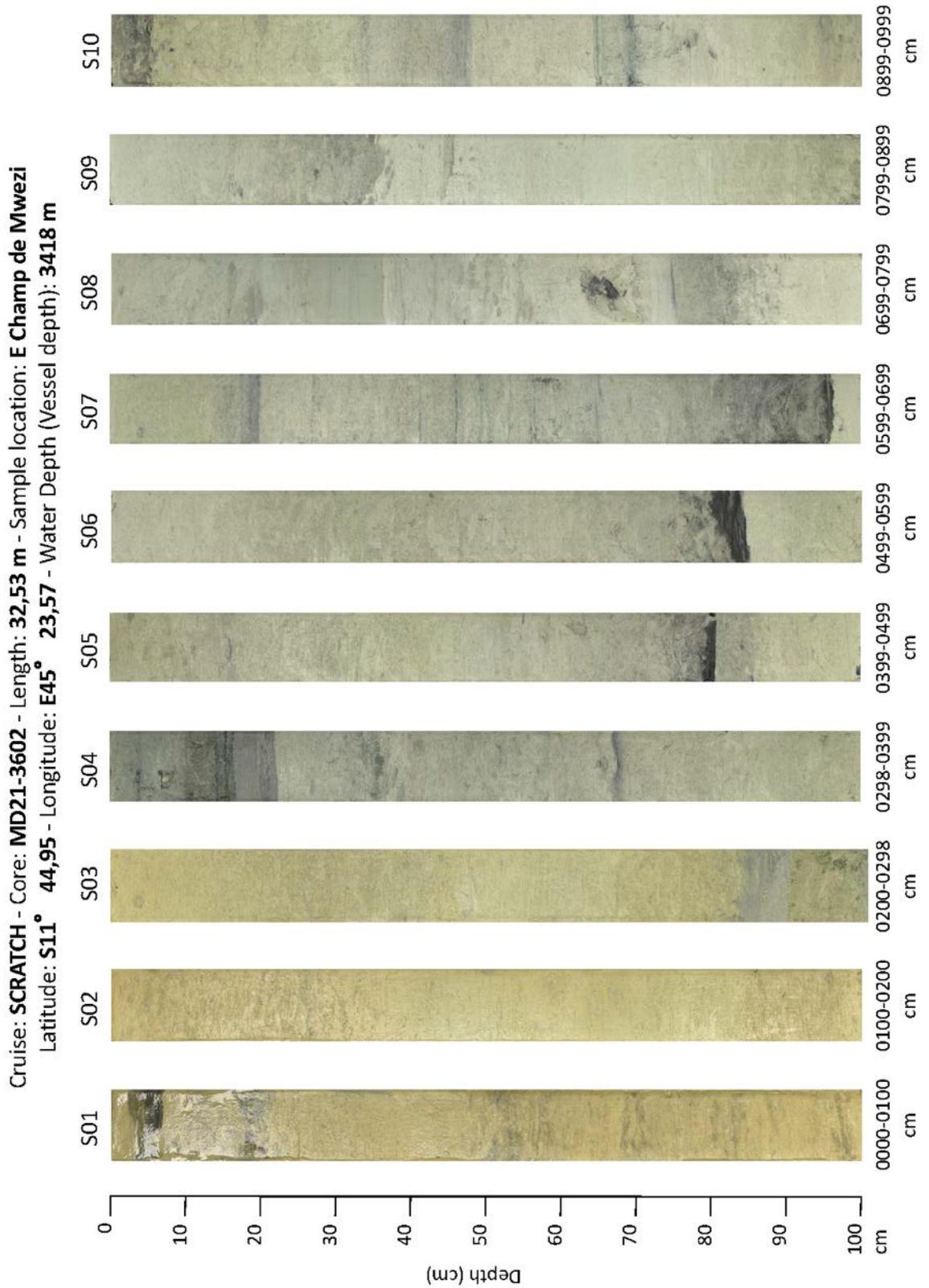


Figure 148 : Photographie des sections de la carotte MD21-3602, 1/4.

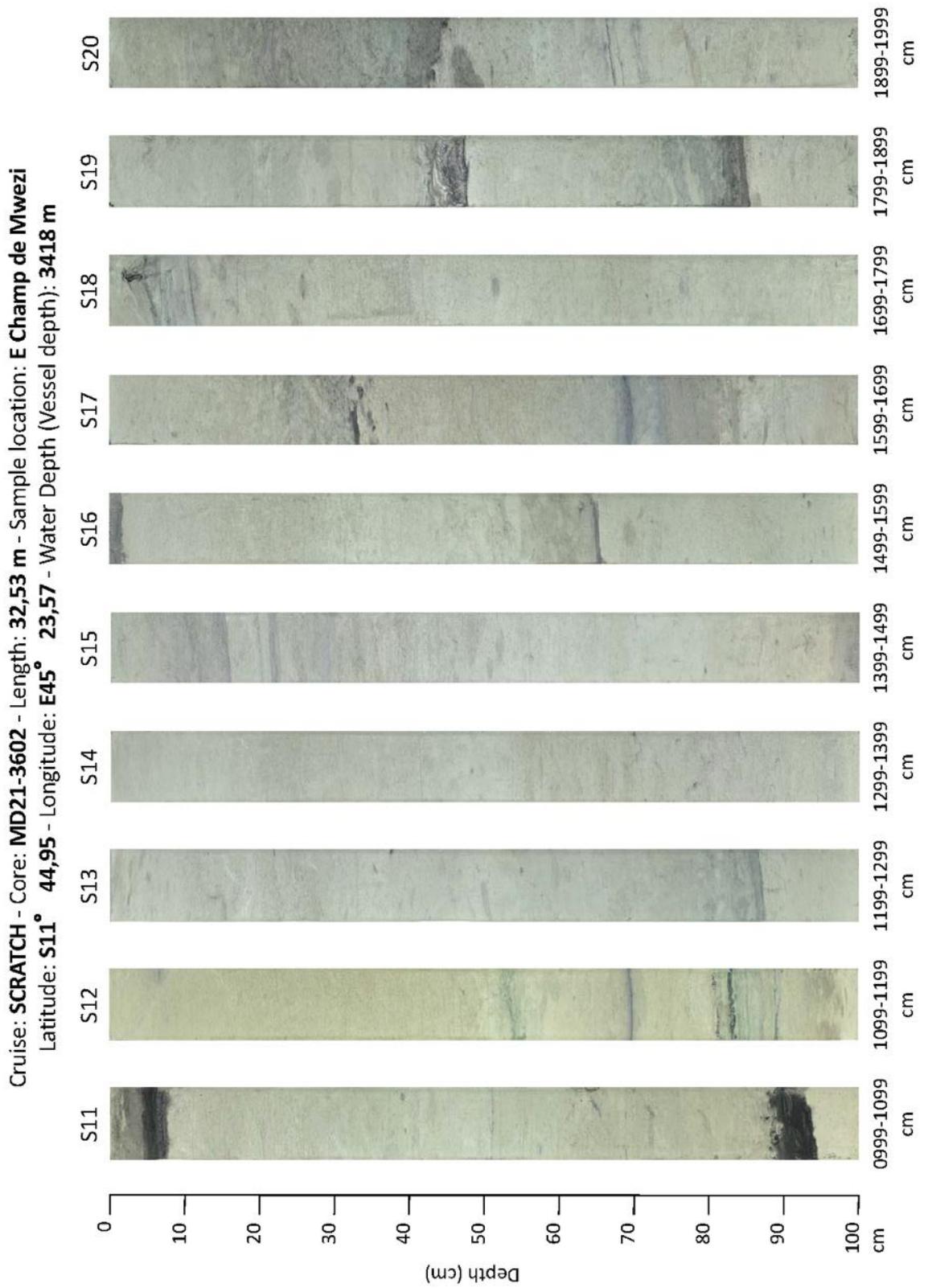


Figure 149 : Photographie des sections de la carotte MD21-3602, 2/4.

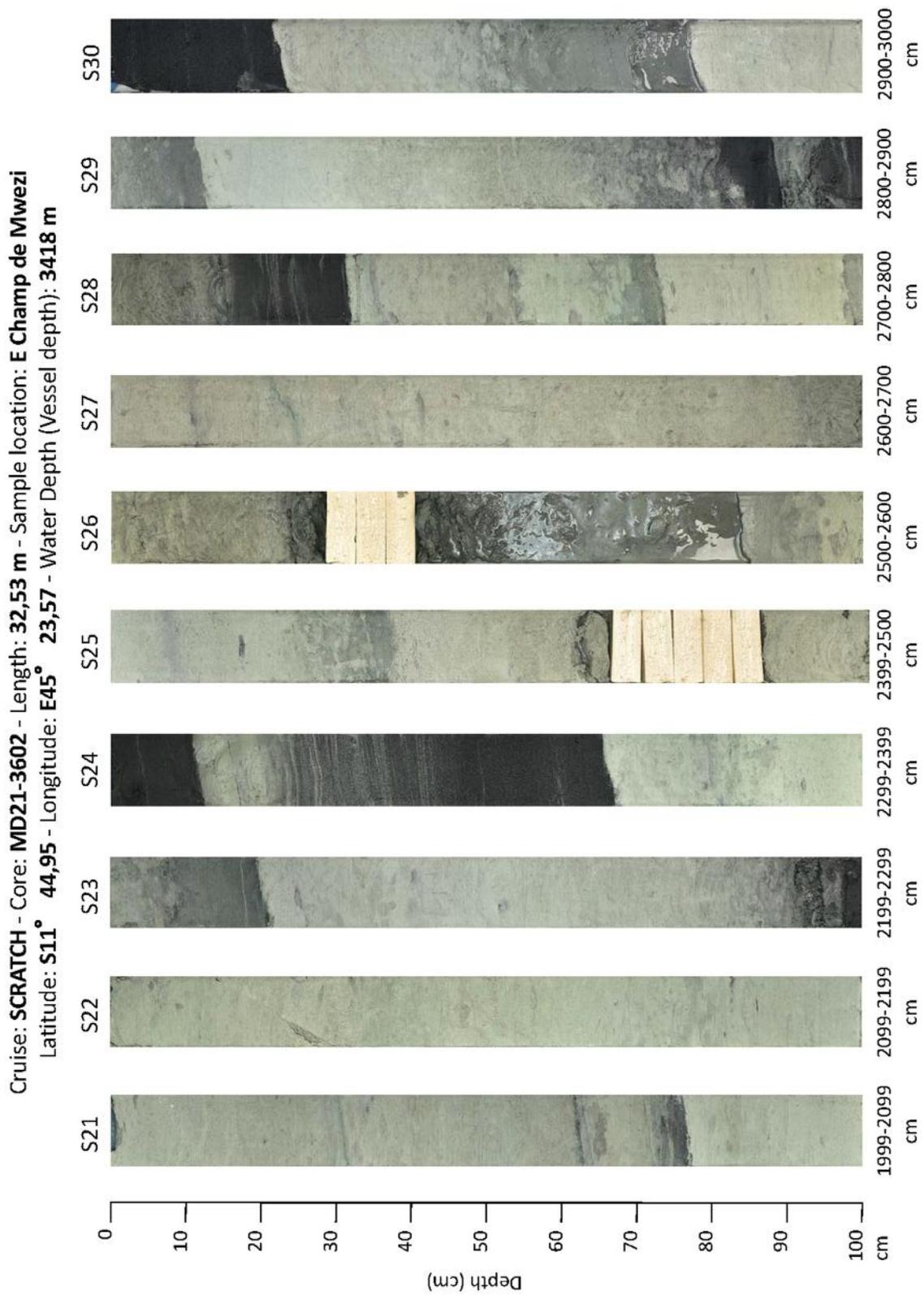


Figure 150 : Photographie des sections de la carotte MD21-3602, 3/4.

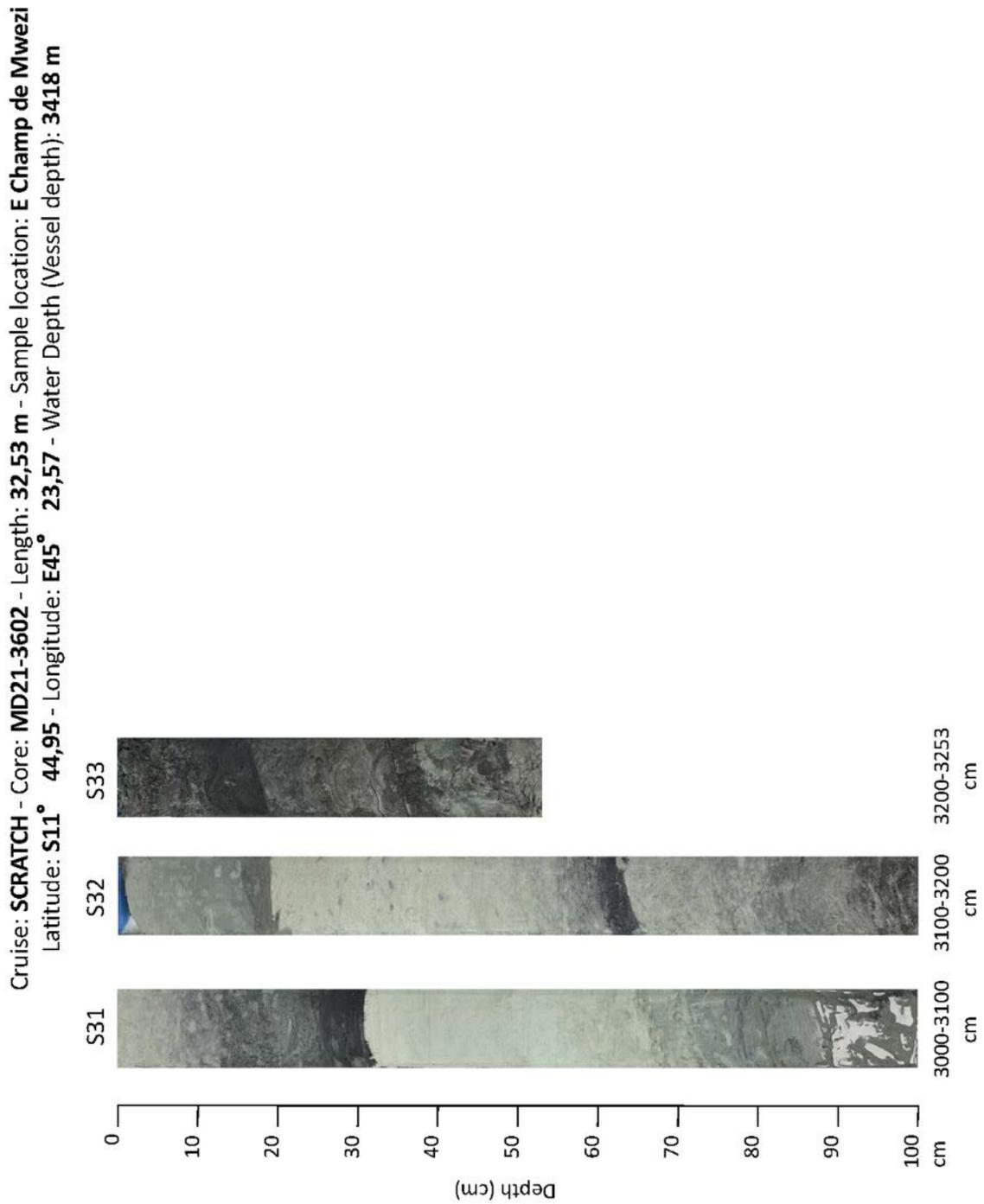


Figure 151 : Photographie des sections de la carotte MD21-3602, 4/4.

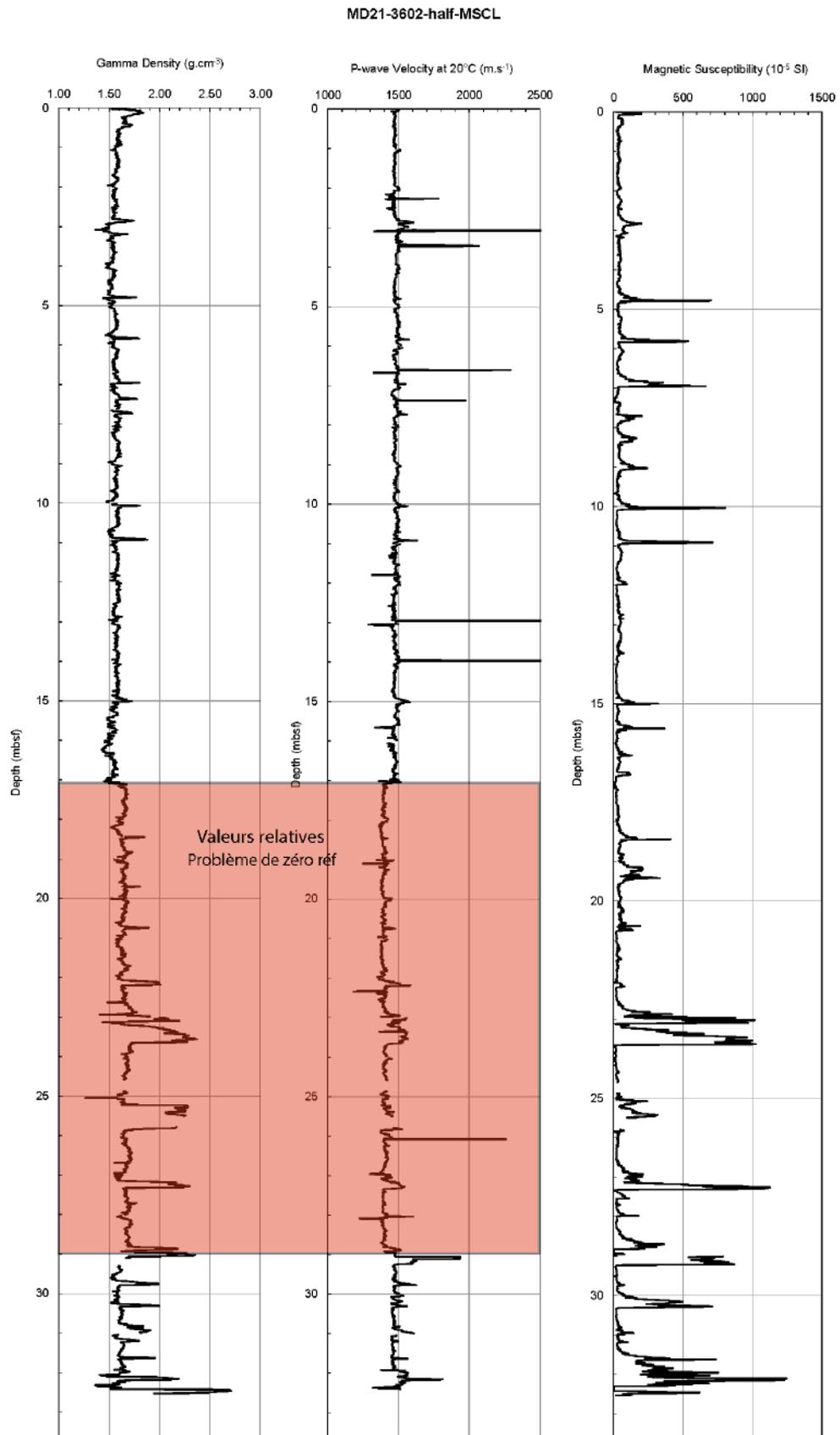


Figure 152 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3602

MD21-3602-half-SPECTRO

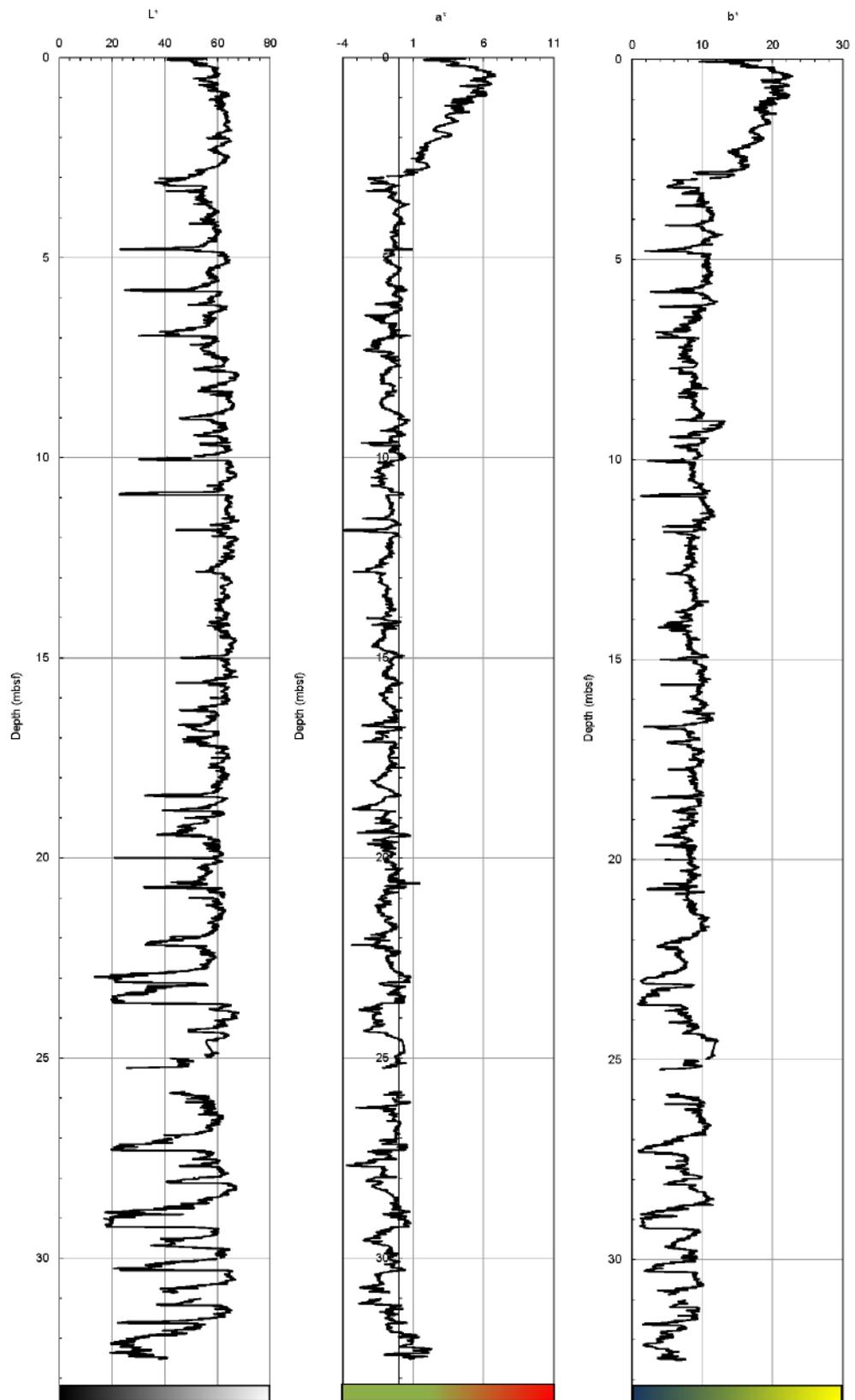


Figure 153 : Colorimétrie de la carotte MD21-3602

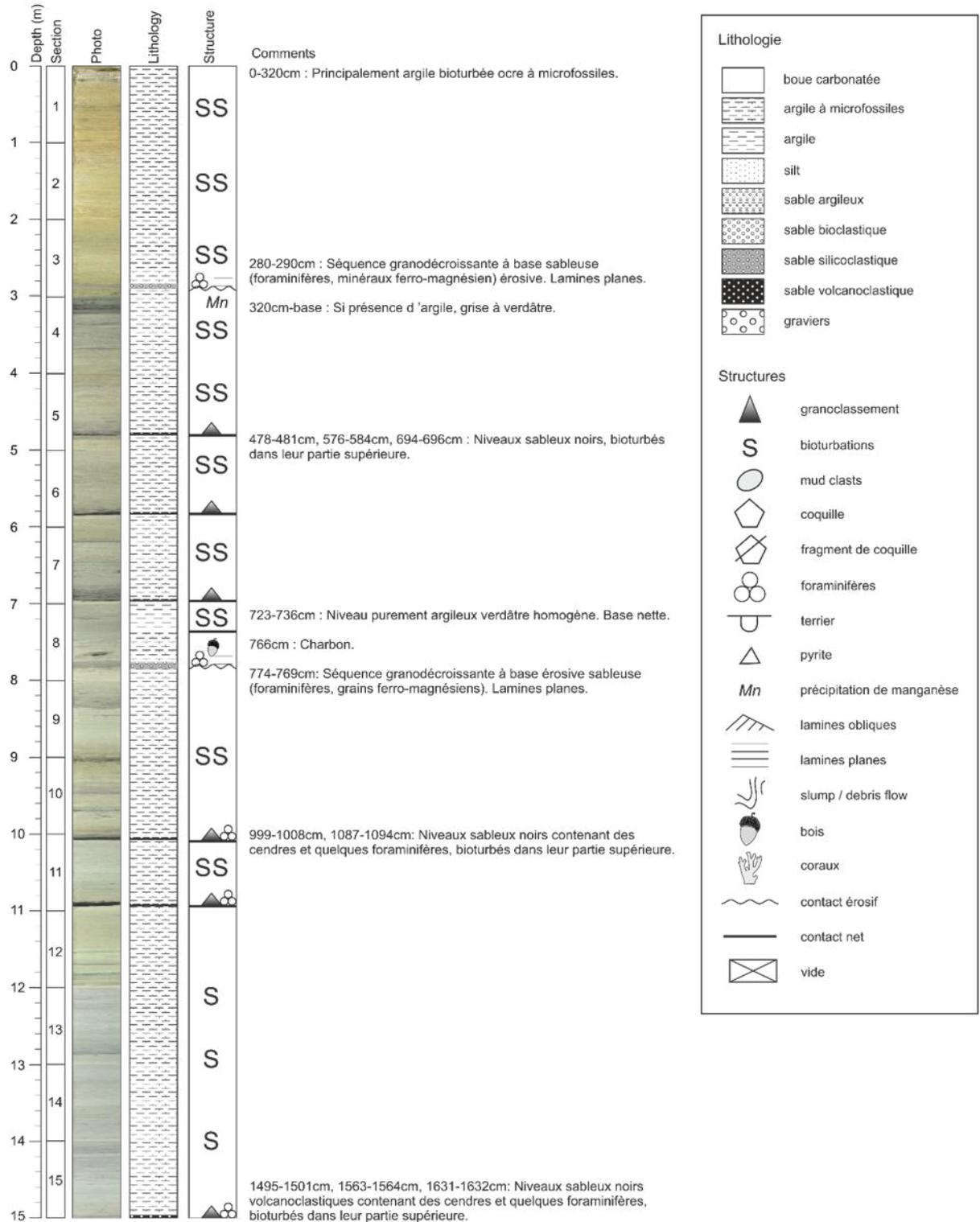


Figure 154 : Log de la carotte MD21-3602 1/3

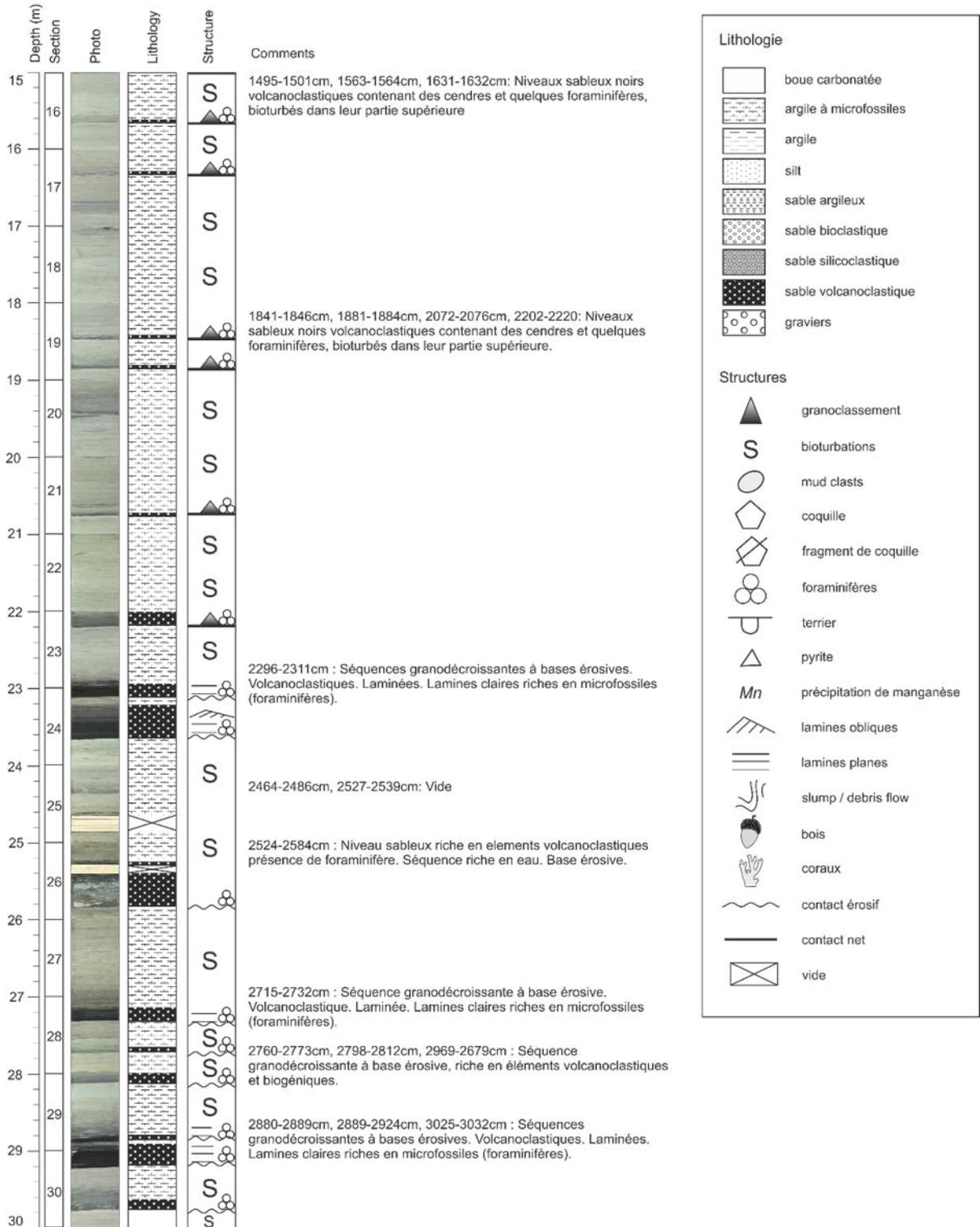


Figure 155 : Log de la carotte MD21-3602 2/3

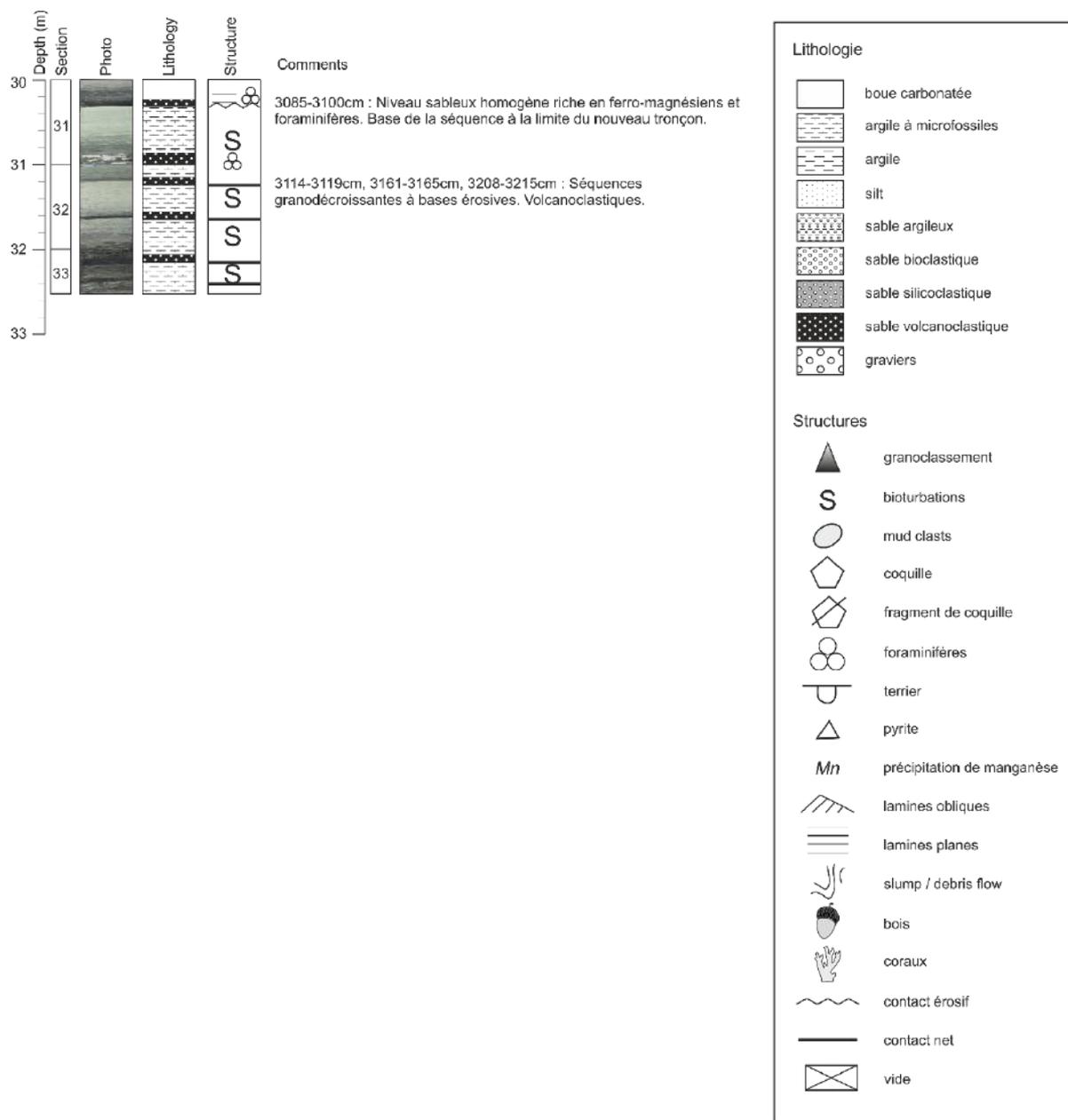


Figure 156 : Log de la carotte MD21-3602 3/3

9.7 Carotte MD21-3603 : nord des rides des Jumelles

9.7.1 Objectif spécifique

Prélever toute la série de dépôts volcanoclastiques (réflecteurs de forte amplitude sur le profil SDS, Figure 157) situé au nord des rides volcaniques des Jumelles (prisme sédimentaire au pied des Jumelles). Dater et connaître la nature et la source de ces dépôts afin de produire un calendrier le plus complet possible des dépôts volcanoclastiques. Il s'agit également de connaître la nature et l'âge des dépôts sourds situés à la base du profil SDS (glissements en provenance de Zéléé ou Mayotte ? Sables en provenance de Madagascar ? ...).

9.7.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 08/07/2021 avec un déclenchement vers 08:45. Le tube de 25,7 m a permis une récupération de 23,6 m en 24 sections. Les mesures cinématiques révèlent une légère compression croissante pendant le carottage.

9.7.3 Résultats

La carotte MD21-3603 présente une alternance d'argiles silteuses hémipélagiques bioturbées, dominées par la présence de foraminifères, et de dépôts turbiditiques principalement volcanoclastiques. Les argiles sont de couleur ocre sur les 360 premiers centimètres, puis verdâtre jusqu'à la base de la carotte. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Dans cette carotte, 27 dépôts turbiditiques centimétriques sont décrits dont 11 sont de couleur très noire et composés principalement de grains noirs volcanoclastiques. 3 dépôts turbiditiques volcanoclastiques pluridécimétriques de 35 cm (section 17), 50 cm (section 21) et 30 cm (section 24) ont été observés. Certains niveaux turbiditiques sont plus clairs avec la présence de micas, ce qui semble indiquer une nature plus silicoclastique. La présence de morceaux de bois est également à noter à la base de la carotte.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne

Core: MD21-3603

Date: 08/07/2021

Lat.: -12,13338

Long.: 45,74668

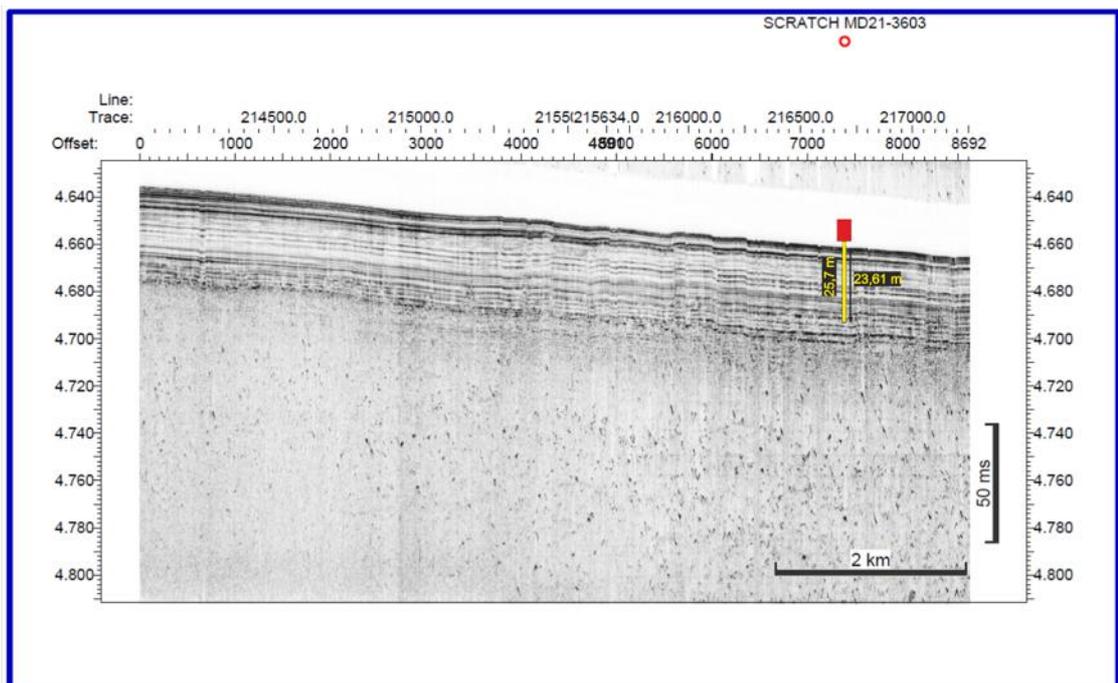
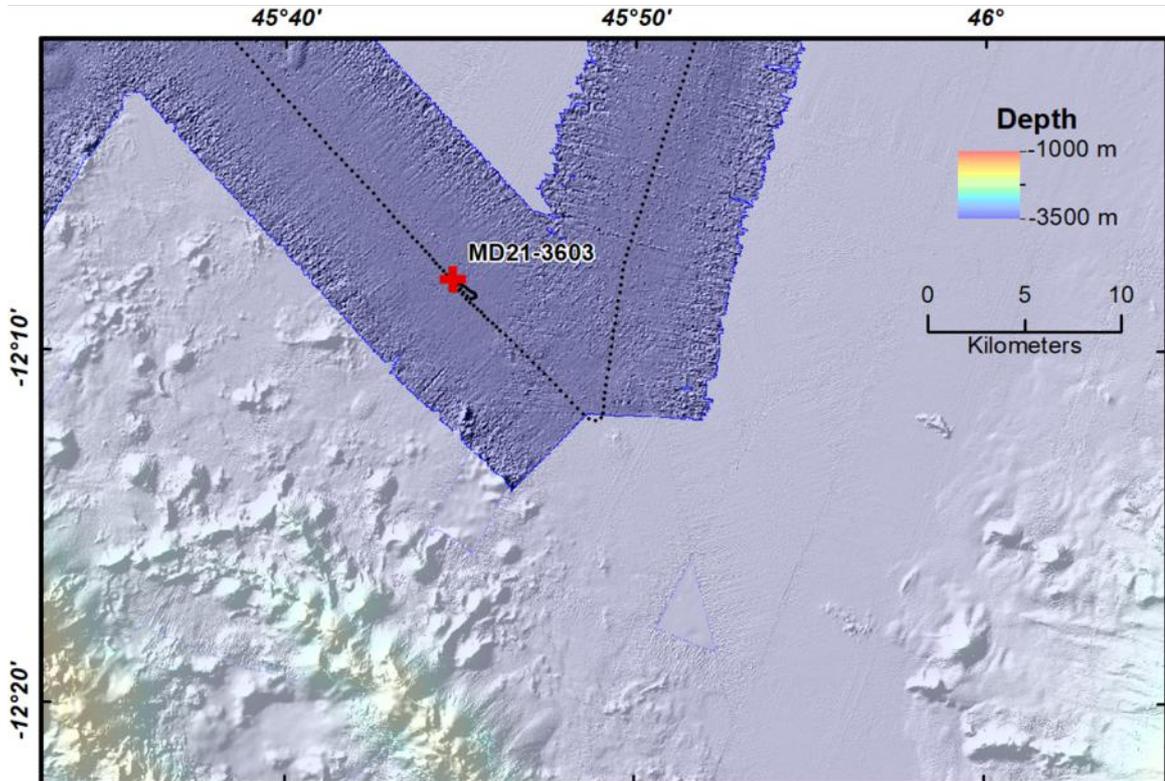


Figure 157 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3603



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	08/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Nord ride des Jumelles	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="25.7"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="08:45:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) <small>(Vessel depth)</small>	<input type="text" value="3498.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="10:50:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="24.00 m"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="23.6 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="93%"/>	Sections count	<input type="text" value="24"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="92%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	12	8.003
Long :	E	45	44.801
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia, 1st section 62cm
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 158 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3603

Core SCRATCH 2021 - MD21-3603

Kinematics

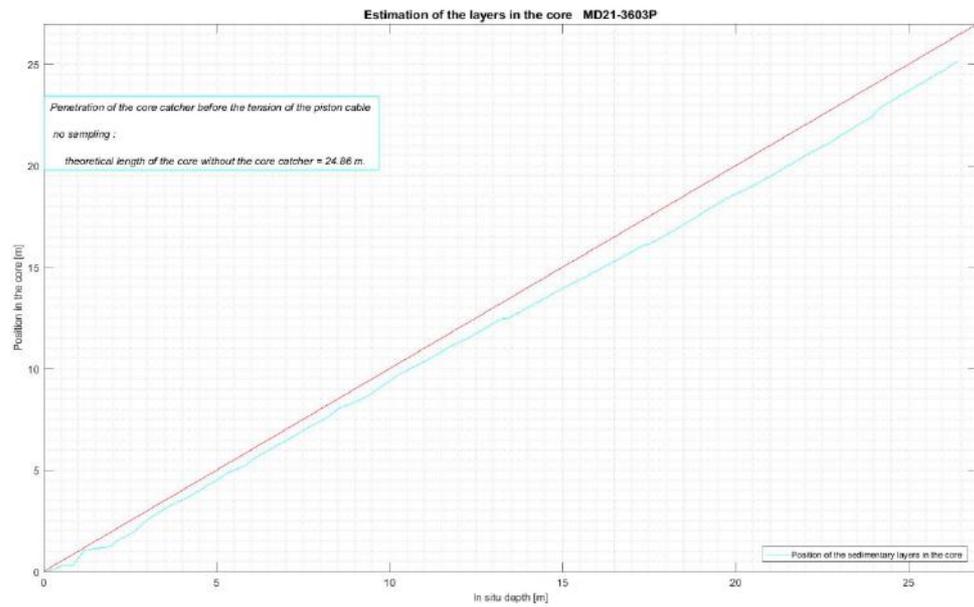
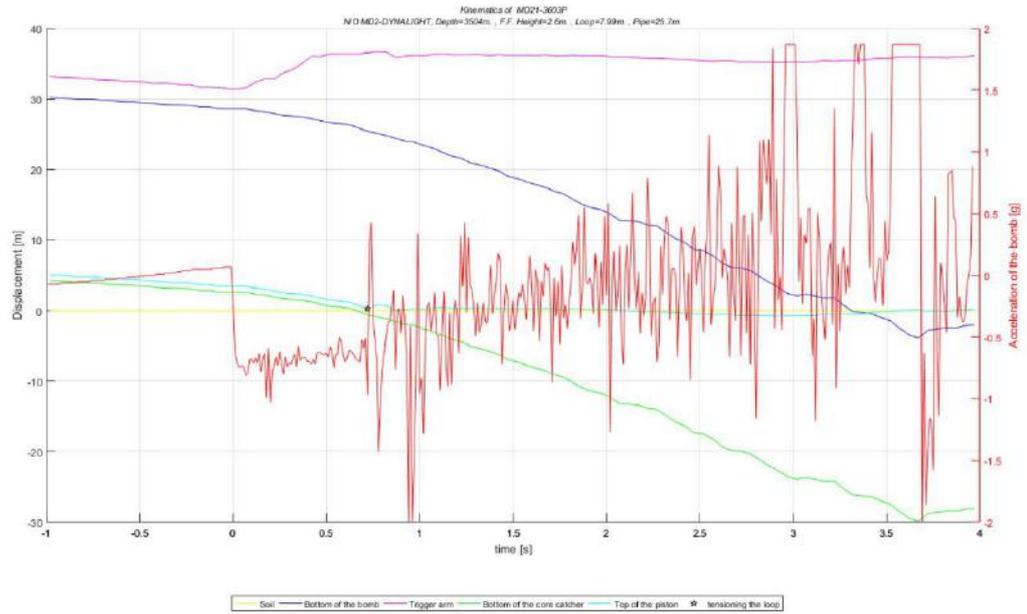


Figure 159 : Cinématique de carottage MD21-3603

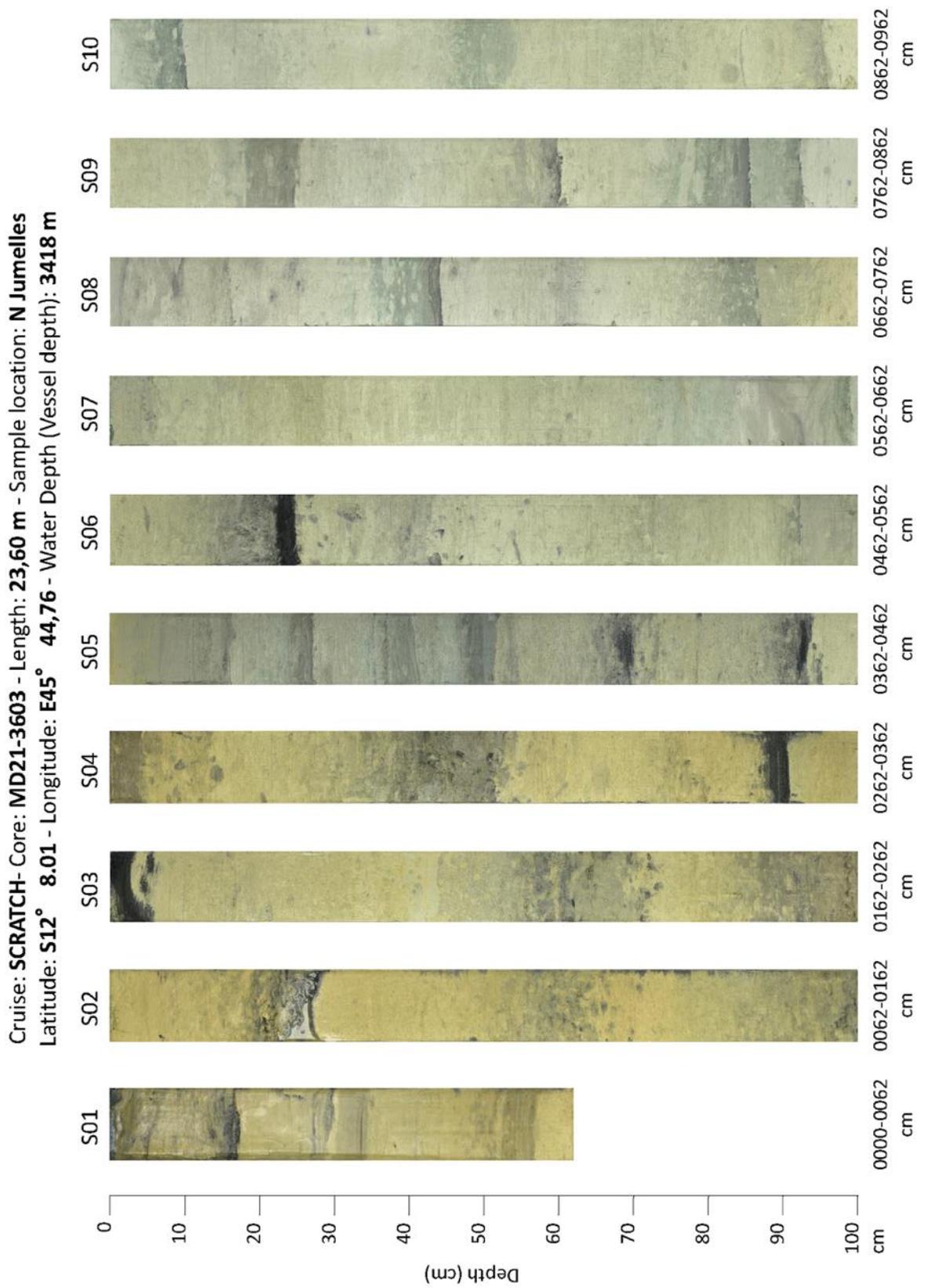


Figure 160 : Photographie des sections de la carotte MD21-3603, 1/3.

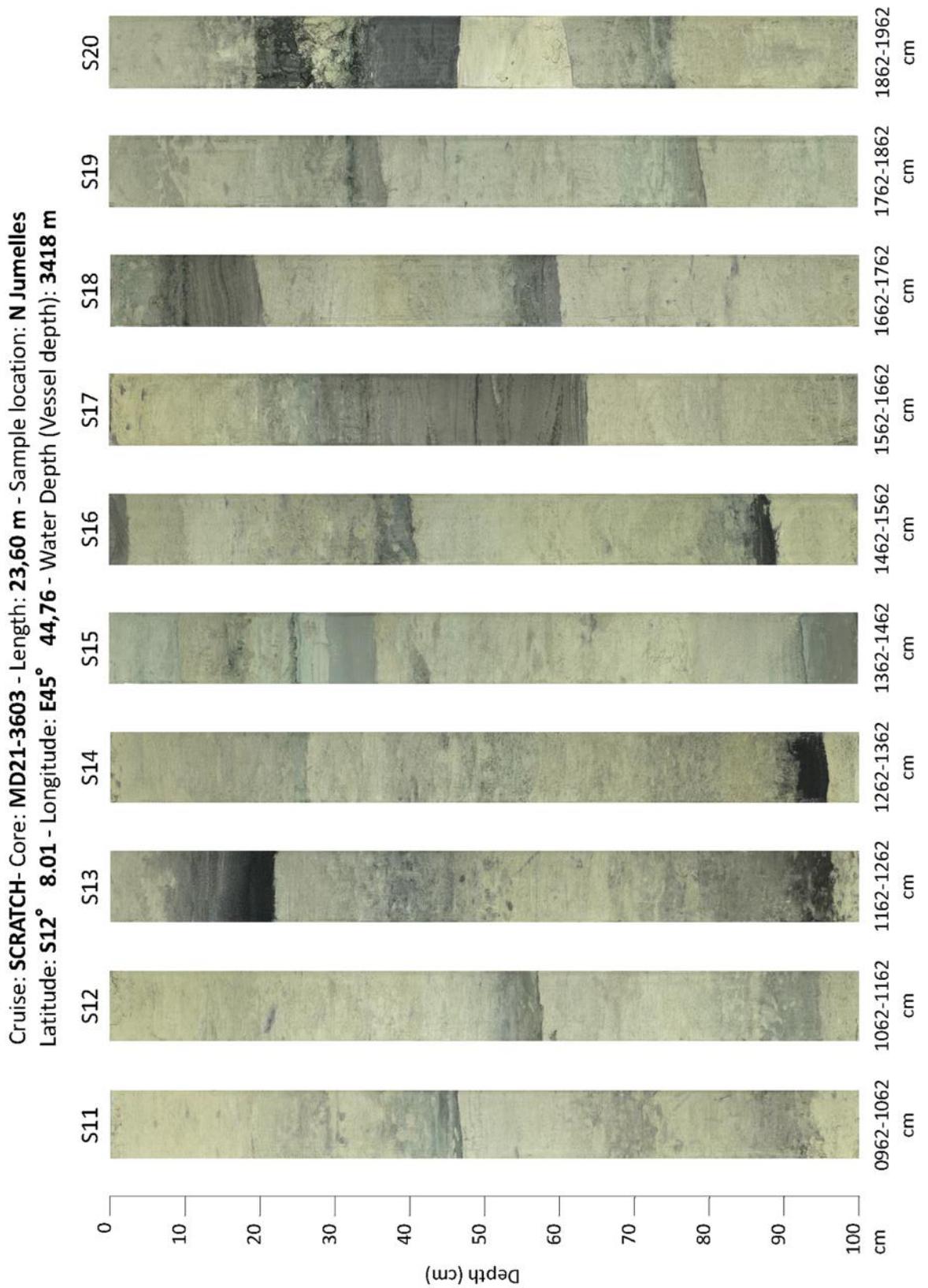


Figure 161 : Photographie des sections de la carotte MD21-3603, 2/3.

Cruise: **SCRATCH**- Core: **MD21-3603** - Length: **23,60 m** - Sample location: **N Jumelles**
Latitude: **S12° 8.01'** - Longitude: **E45° 44,76'** - Water Depth (Vessel depth): **3418 m**

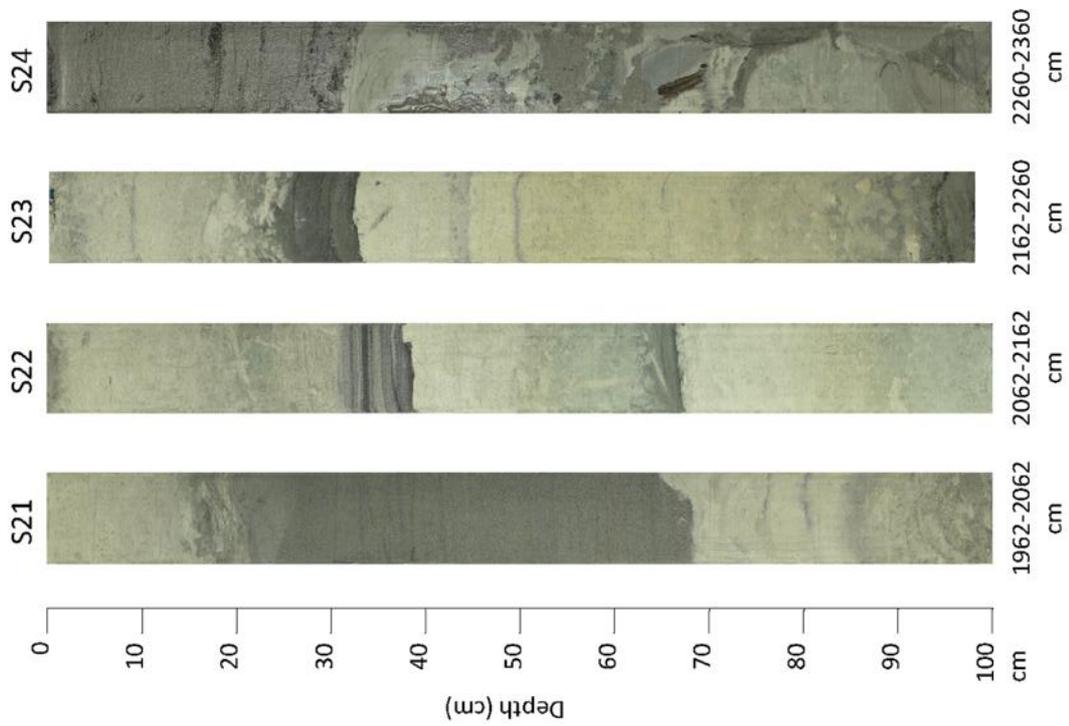


Figure 162 : Photographie des sections de la carotte MD21-3603, 3/3.

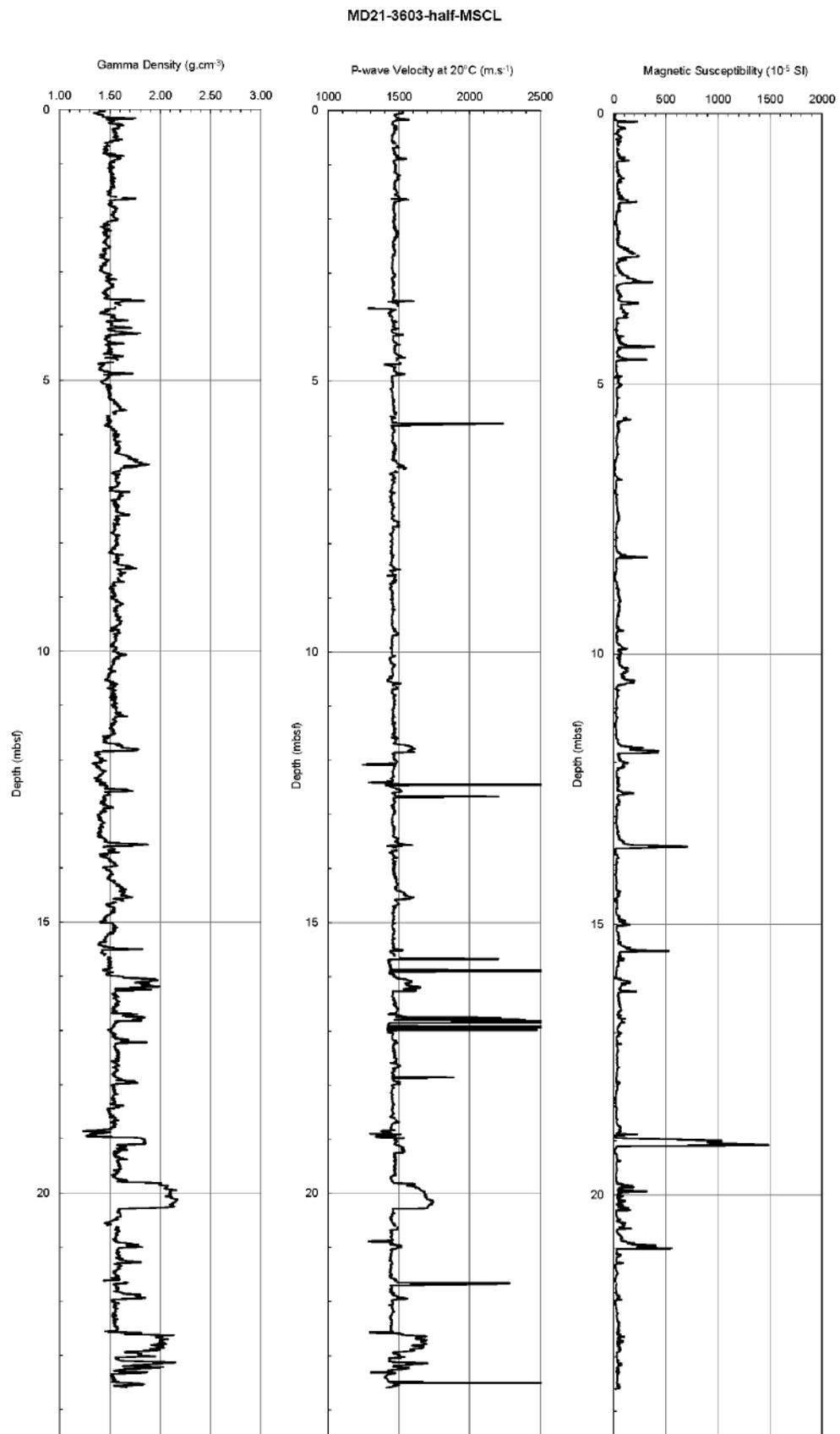


Figure 163 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3603

MD21-3603-half-SPECTRO

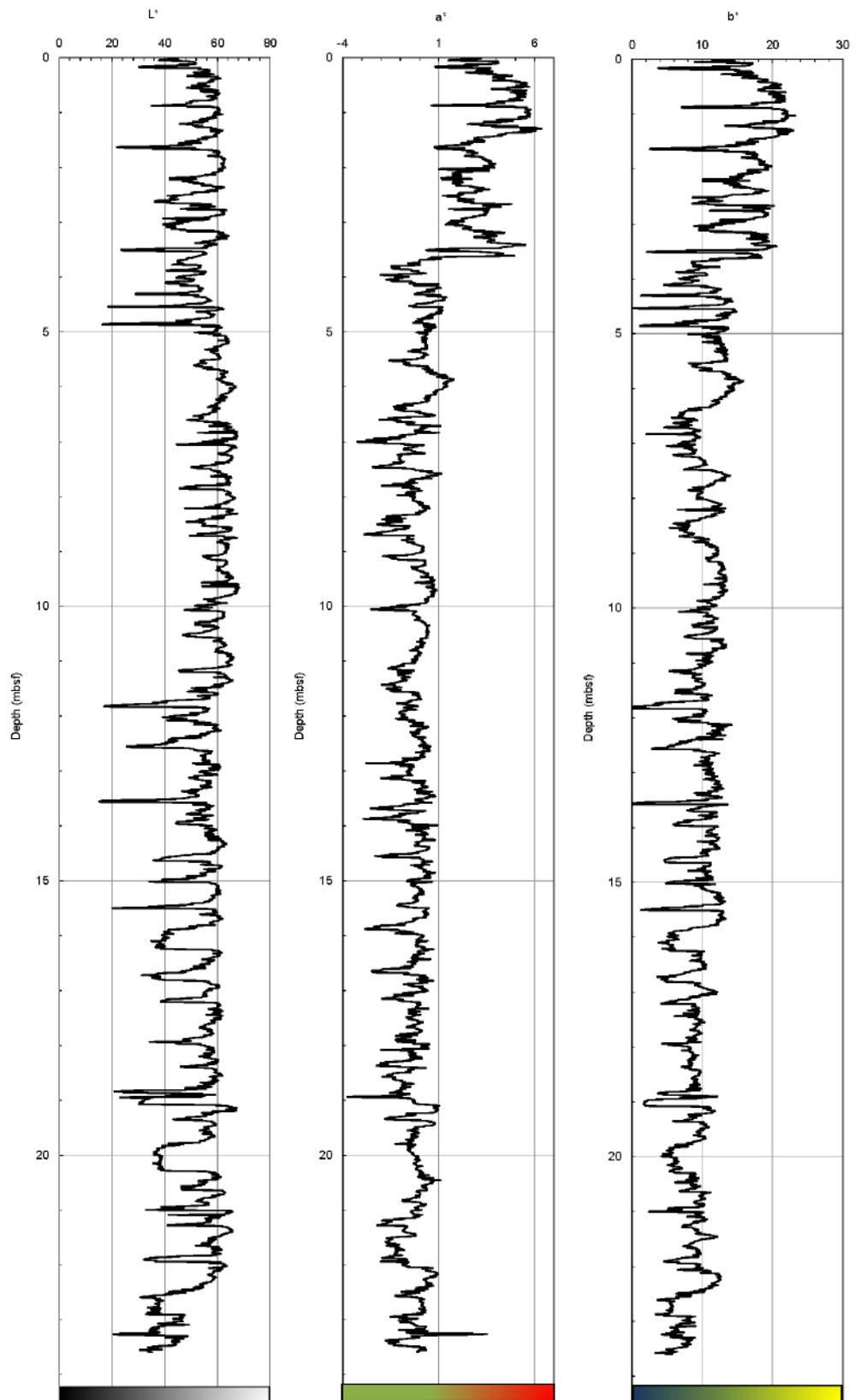


Figure 164 : Colorimétrie de la carotte MD21-3603

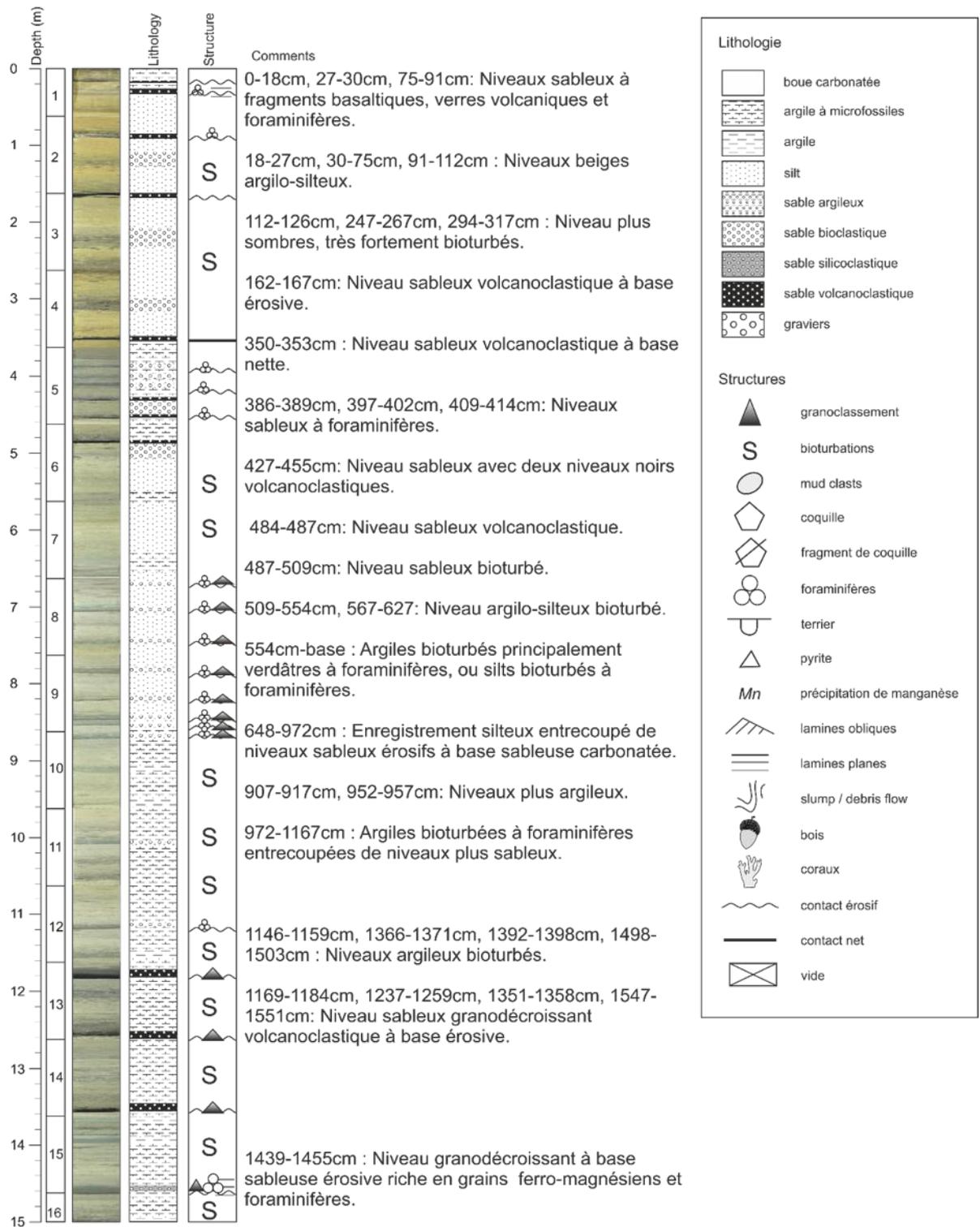


Figure 165 : Log de la carotte MD21-3603 1/2

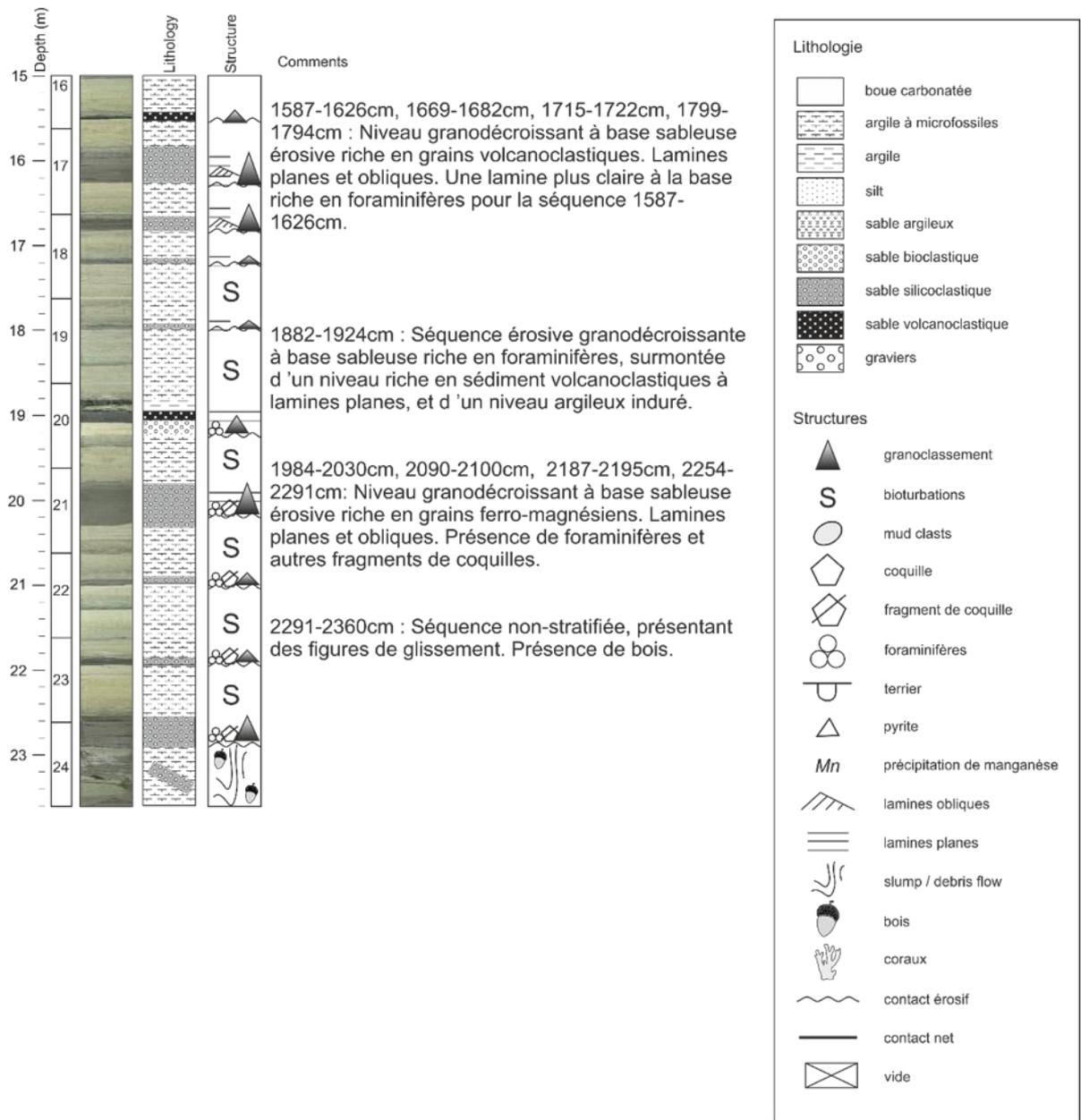


Figure 166 : Log de la carotte MD21-3603 2/2

9.8 Carotte MD21-3604 : levée droite du chenal des Jumelles

9.8.1 Objectif spécifique

Connaître le fonctionnement sédimentaire d'un chenal turbiditique situé au nord des rides volcaniques des Jumelles. Il s'agit de traverser les 20-25 m de dépôts hémipélagiques (Figure 167) afin de prélever les dépôts turbiditiques mis en place durant la période supposée de fonctionnement du chenal, l'objectif étant de connaître la nature et l'âge des dépôts turbiditiques et de pouvoir connaître les périodes d'activités et d'inactivités du chenal.

9.8.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 08/07/2021 avec un déclenchement vers 14 :56. Le tube de 36,29 m a permis une récupération de 34,95 m en 35 sections.

9.8.3 Résultats

La carotte MD21-3604 présente une alternance d'argile ocre et verdâtre bioturbée, d'argile verdâtre parfaitement homogène, et de dépôts turbiditiques carbonatés ou volcanoclastiques. Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les 20 premiers mètres sont principalement constitués d'argiles ocres bioturbées à foraminifères. De 20 à 34,95 m les dépôts argileux sont intercalés avec de nombreuses turbiditiques de nature principalement volcanoclastique. 3 dépôts turbiditiques volcanoclastiques pluridécimétriques sont visibles, de 50 cm (section 22), 70 cm (section 29), et 60 cm (section 30).

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3604 Date: 08/07/2021
Lat.: -11,87811 Long.: 45,97636

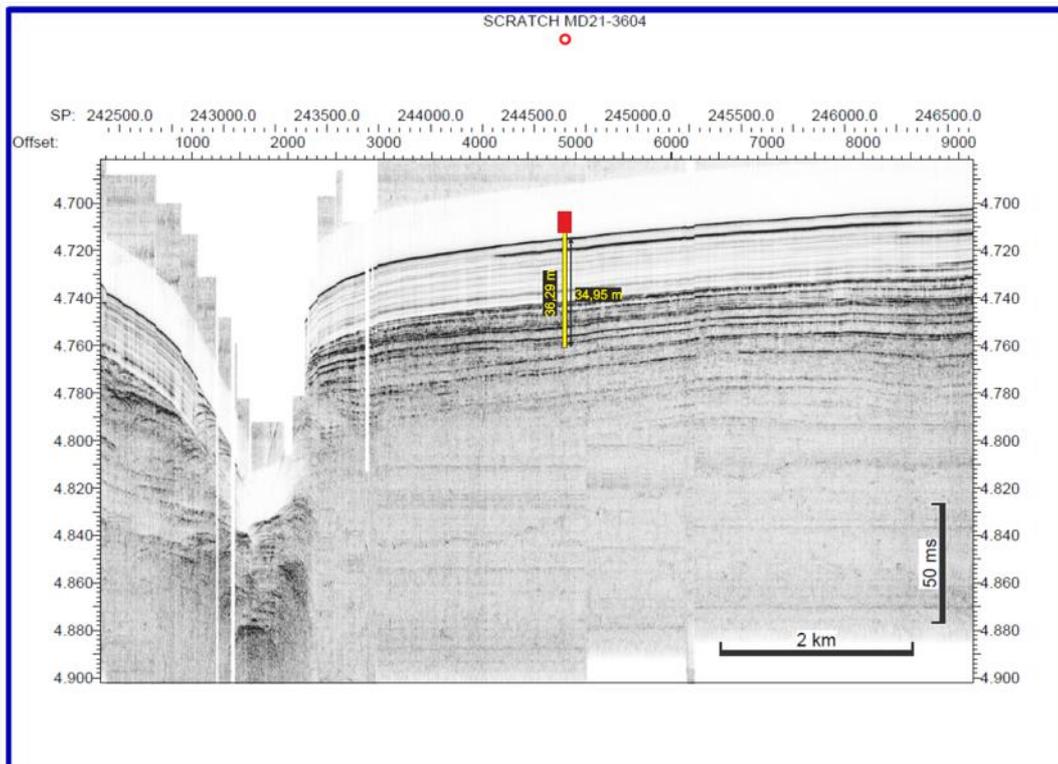
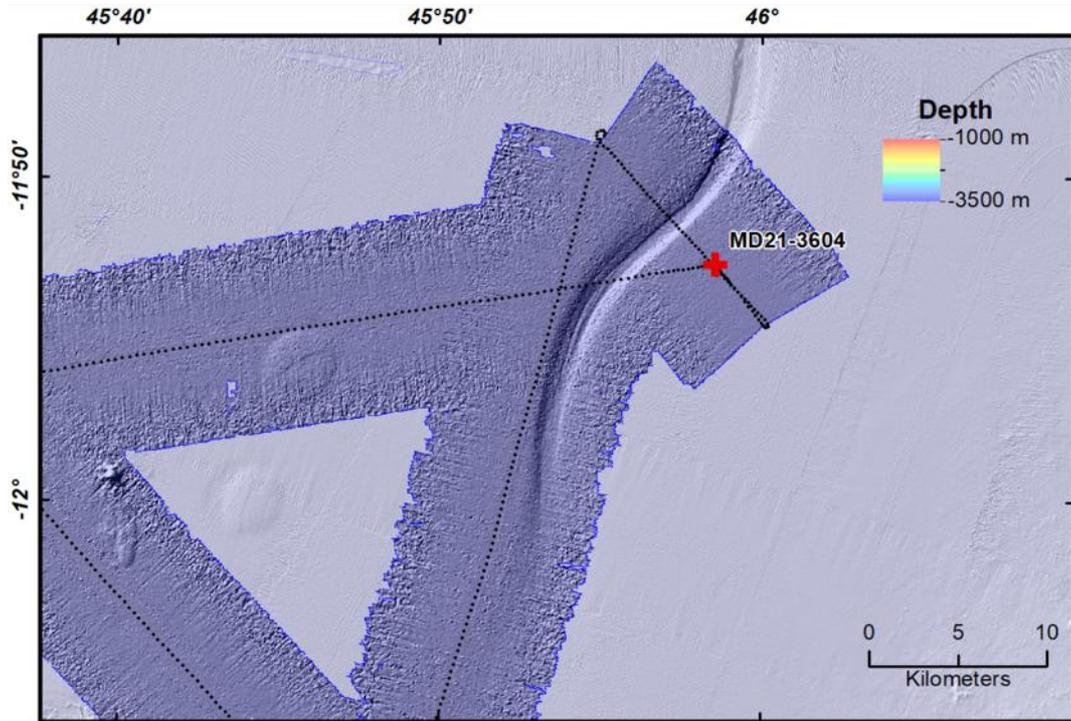


Figure 167 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3604



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	08/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Chenal des Jumelles	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="36.29"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="11.300 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="13:33"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="14:56:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3544.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="17:46:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text" value="24.00 m"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="35.0 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="66%"/>	Sections count	<input type="text" value="35"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="96%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	52.687
Long :	E	45	58.582
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia, Water flow in the 10 deeper sections
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 168 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3604

Core SCRATCH 2021 - MD21-3604
Kinematics

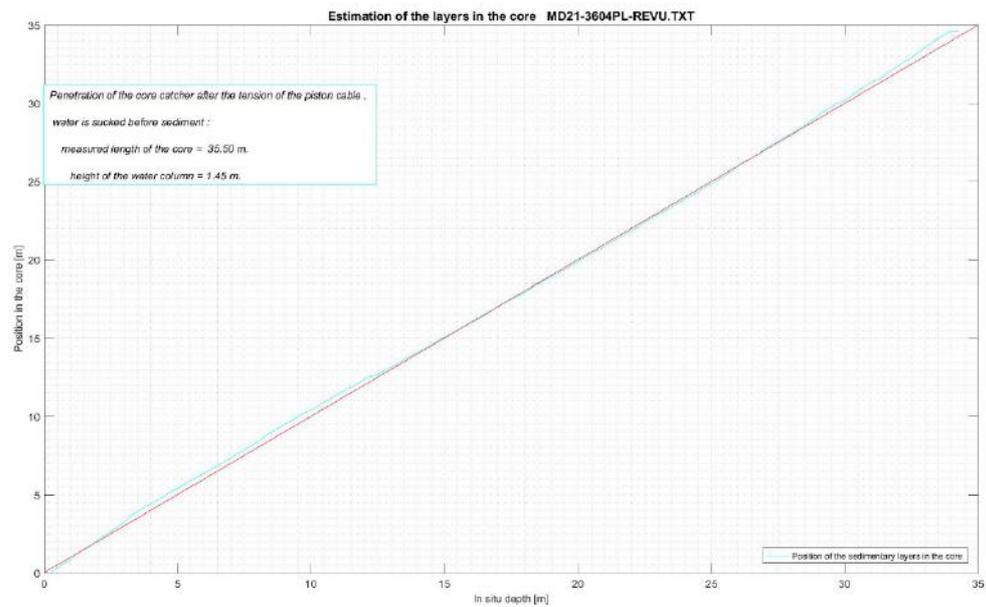
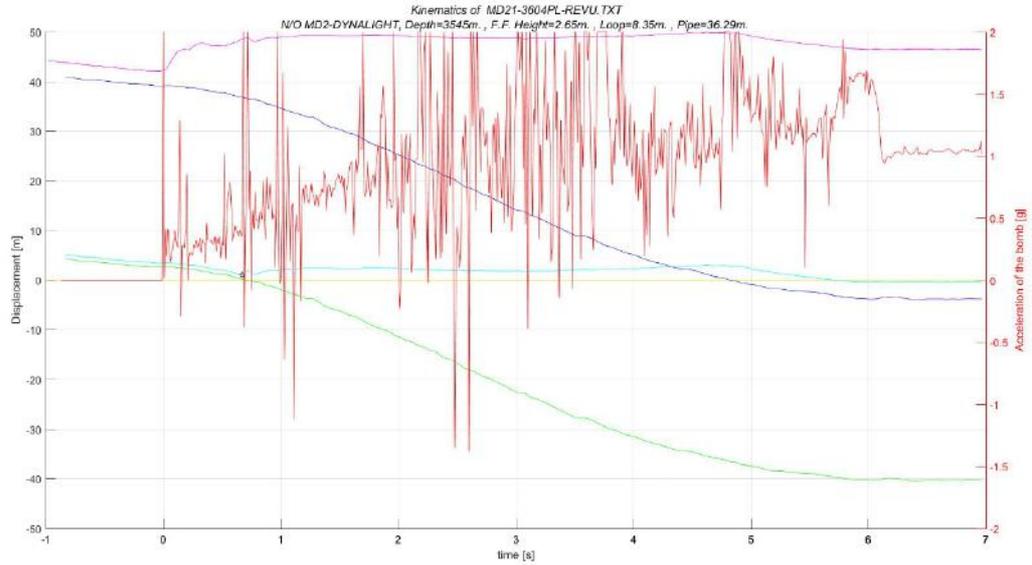


Figure 169 : Cinématique de carottage MD21-3604

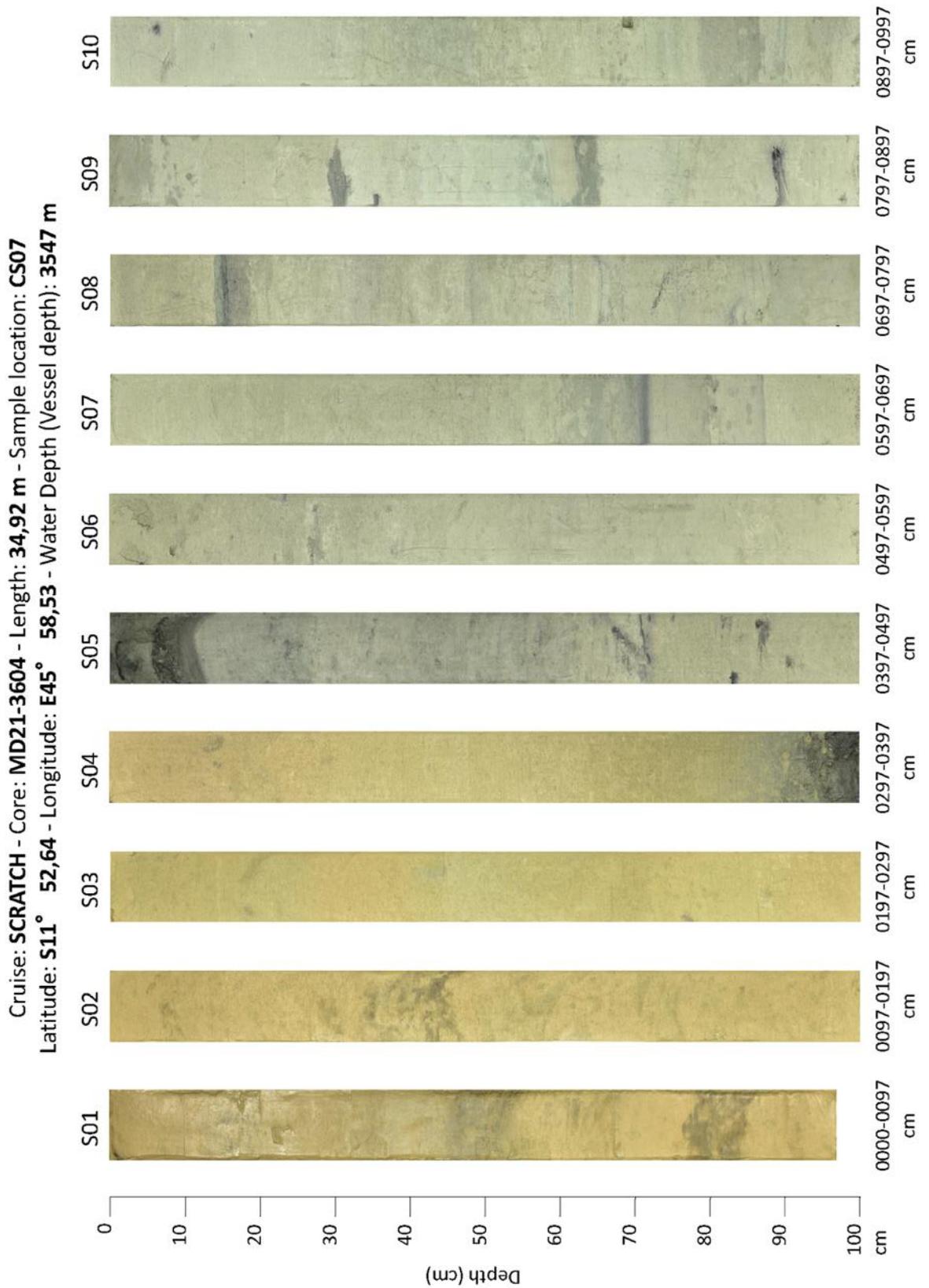


Figure 170 : Photographie des sections de la carotte MD21-3604, 1/4.

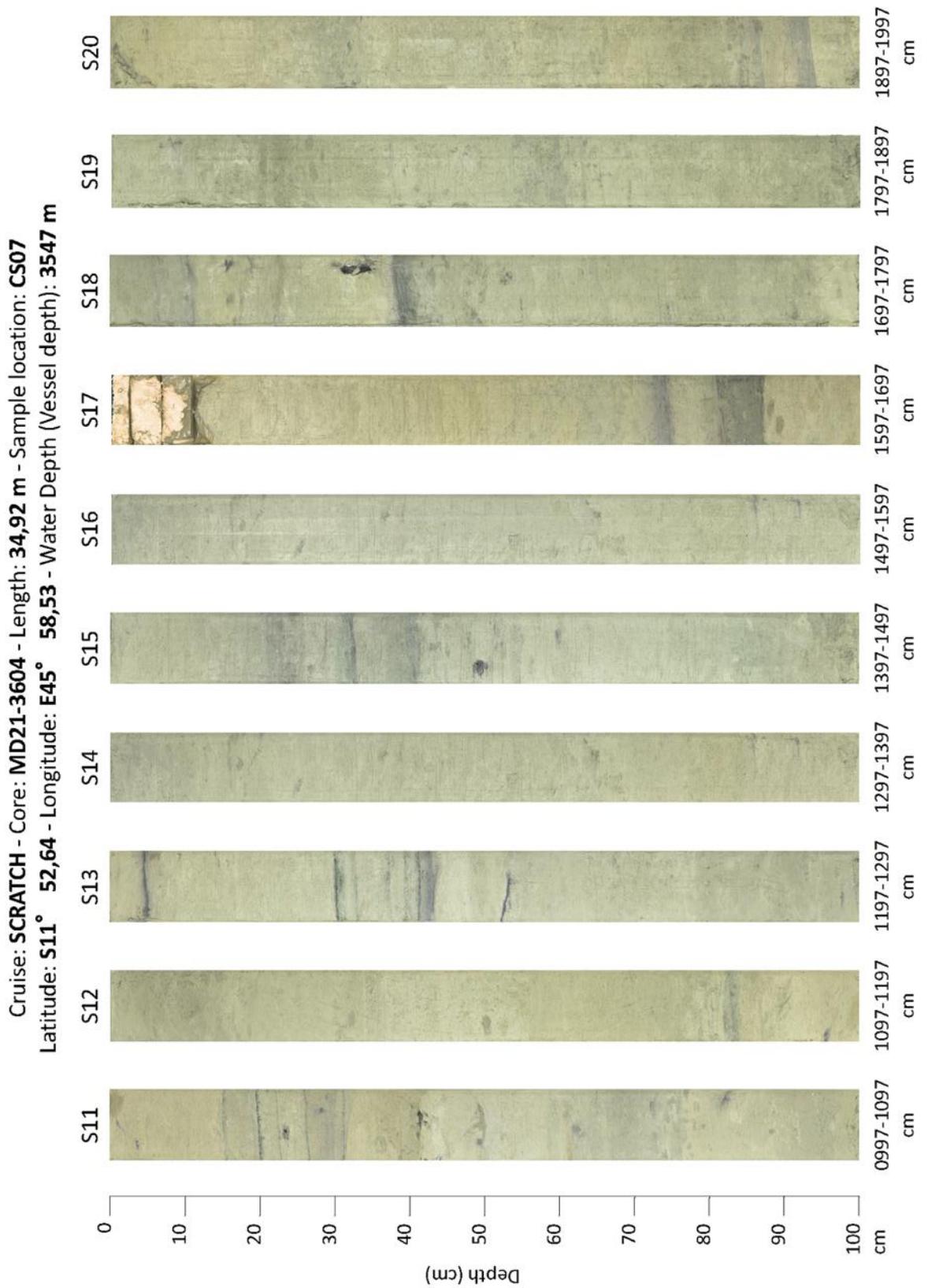


Figure 171 : Photographie des sections de la carotte MD21-3604, 2/4.

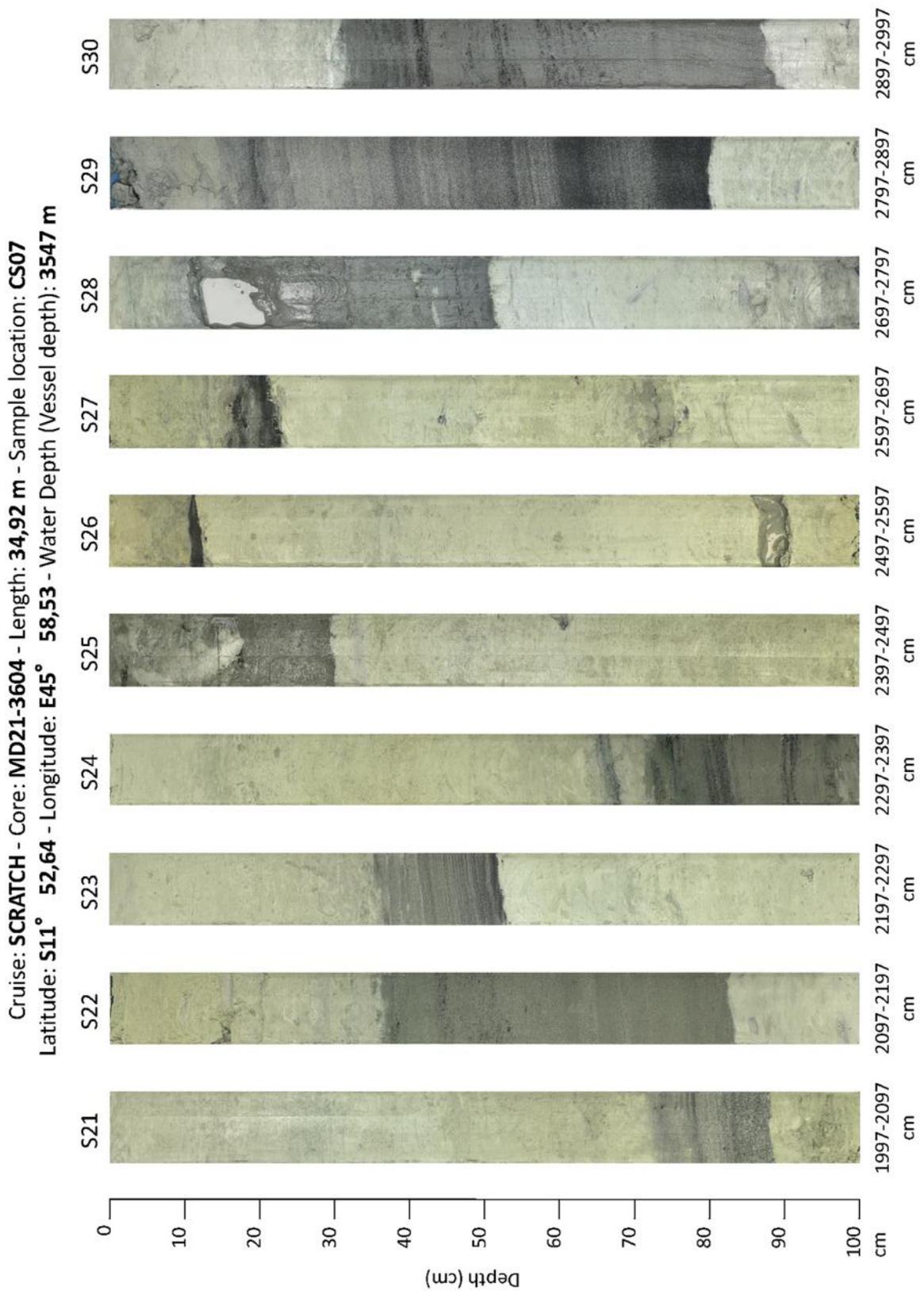


Figure 172 : Photographie des sections de la carotte MD21-3604, 3/4.

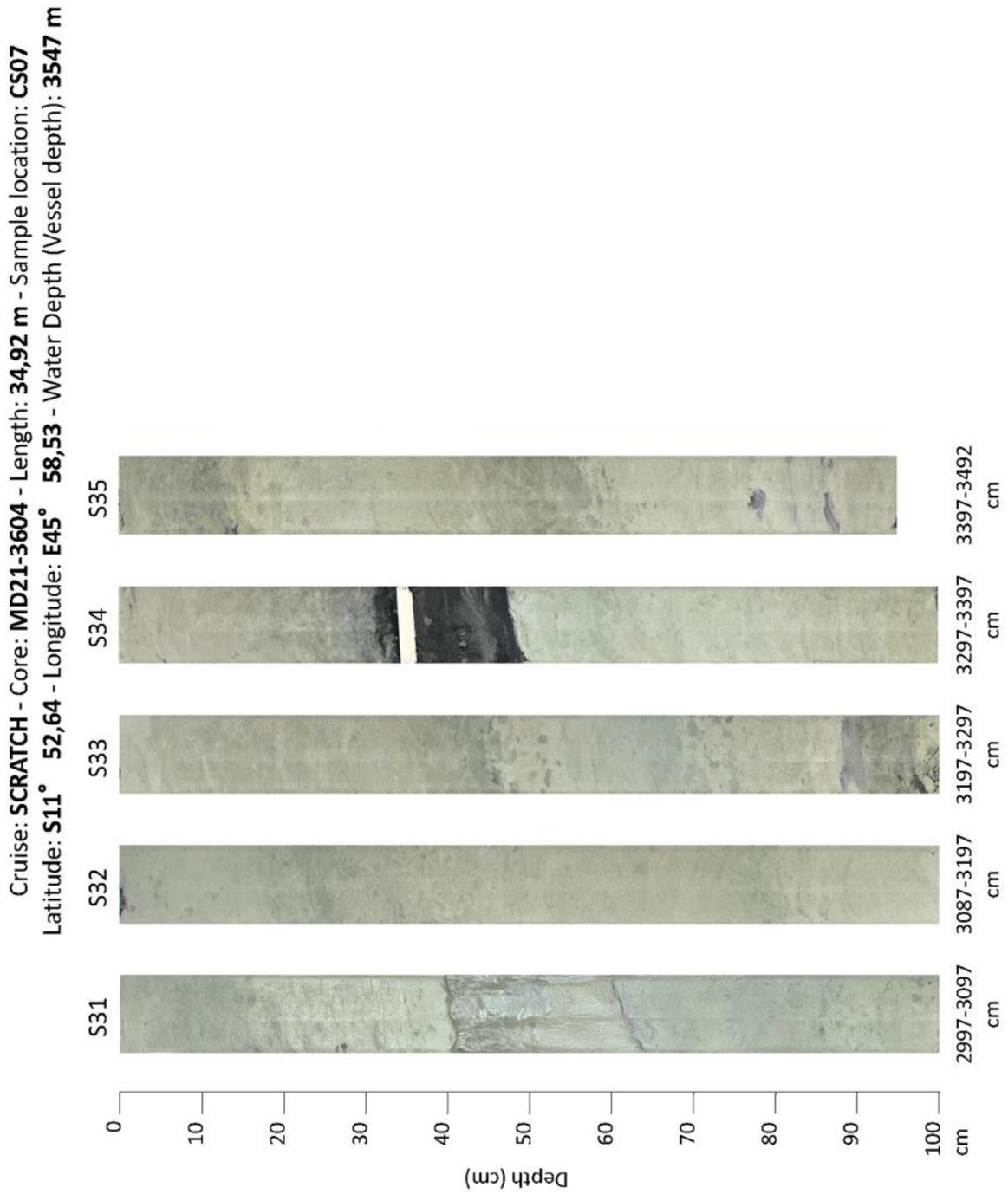


Figure 173 : Photographie des sections de la carotte MD21-3604, 4/4.

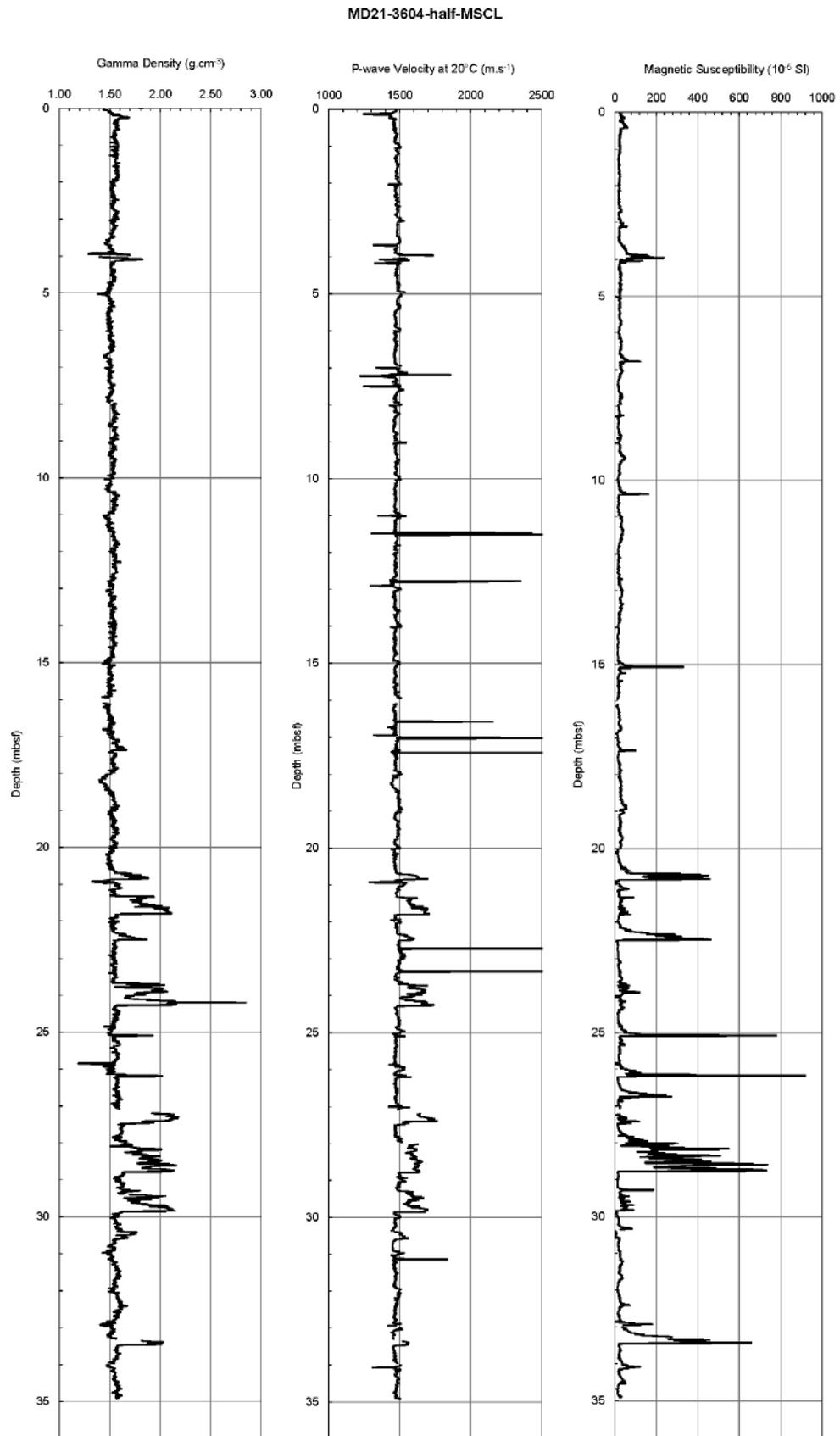


Figure 174 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3604

MD21-3604-half-SPECTRO

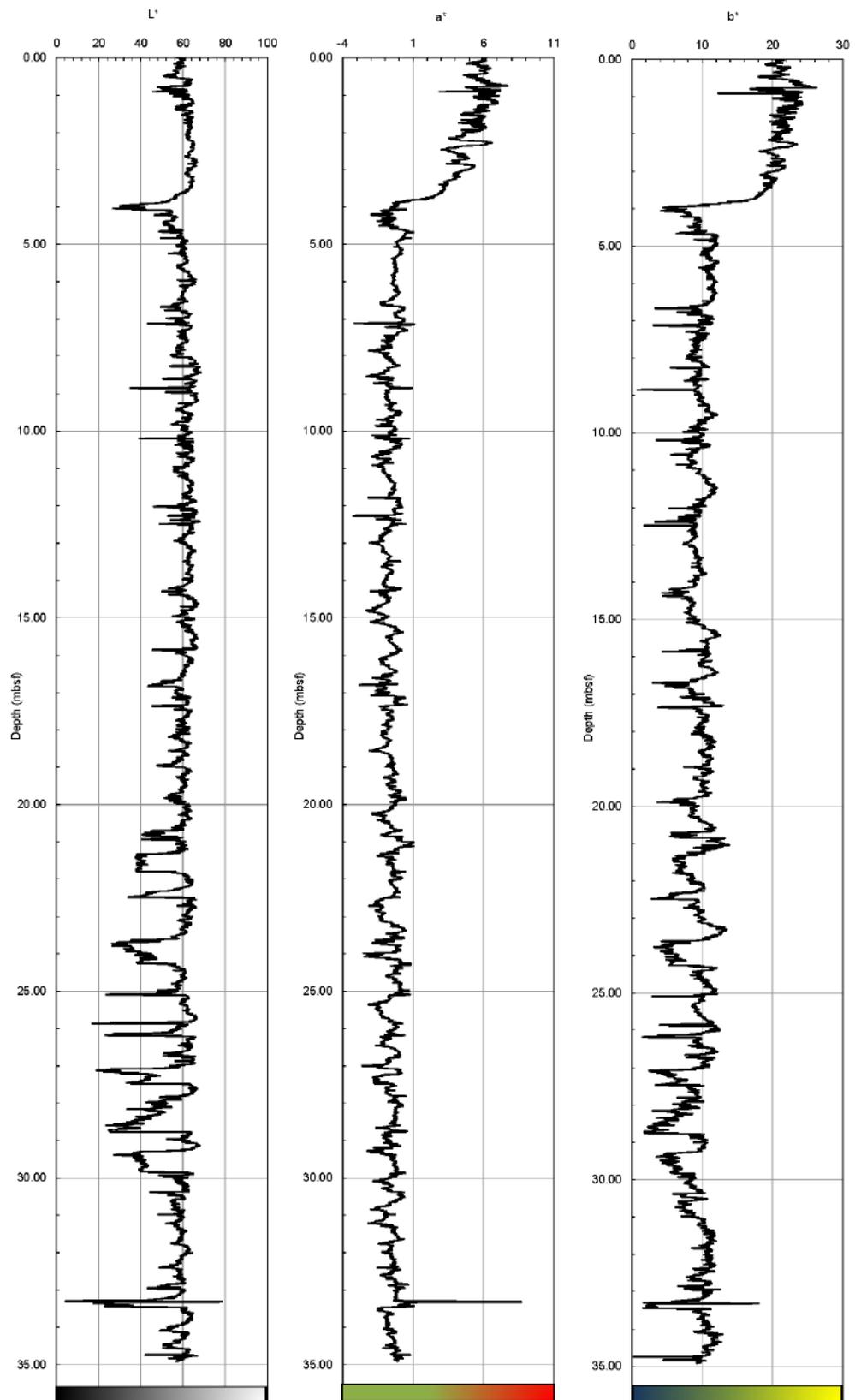


Figure 175 : Colorimétrie de la carotte MD21-3604

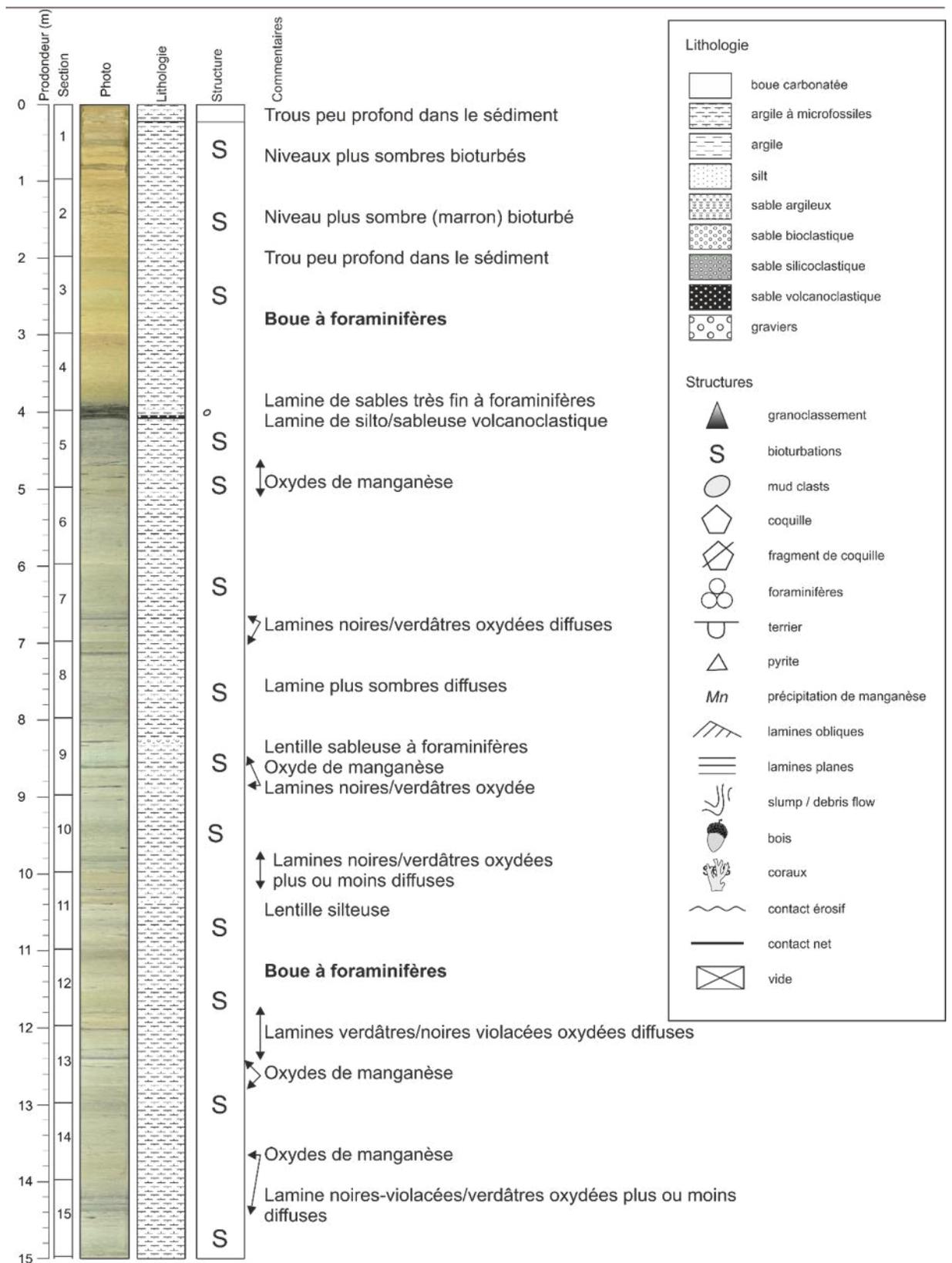


Figure 176 : Log de la carotte MD21-3604 1/3

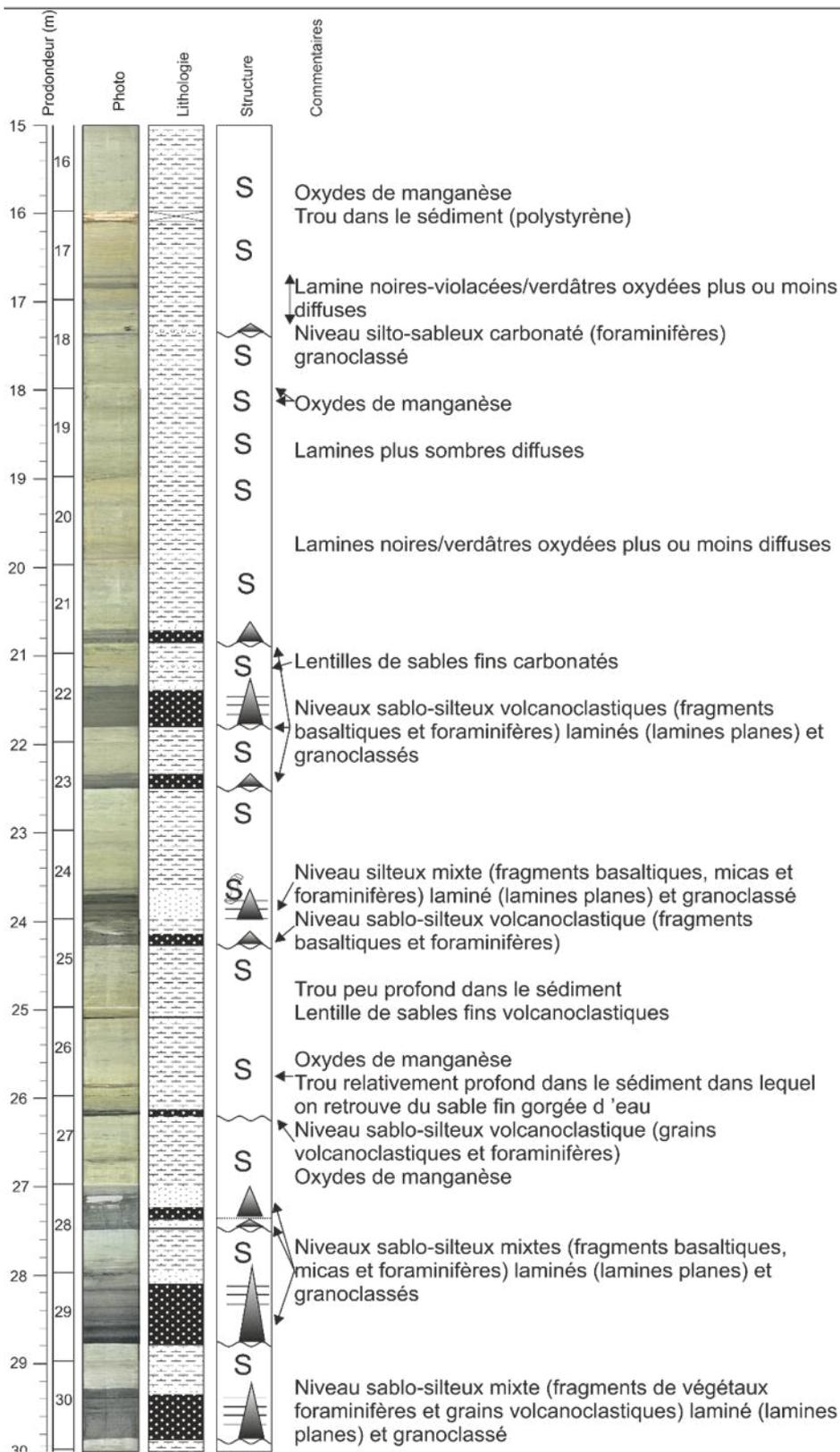


Figure 177 : Log de la carotte MD21-3604 2/3

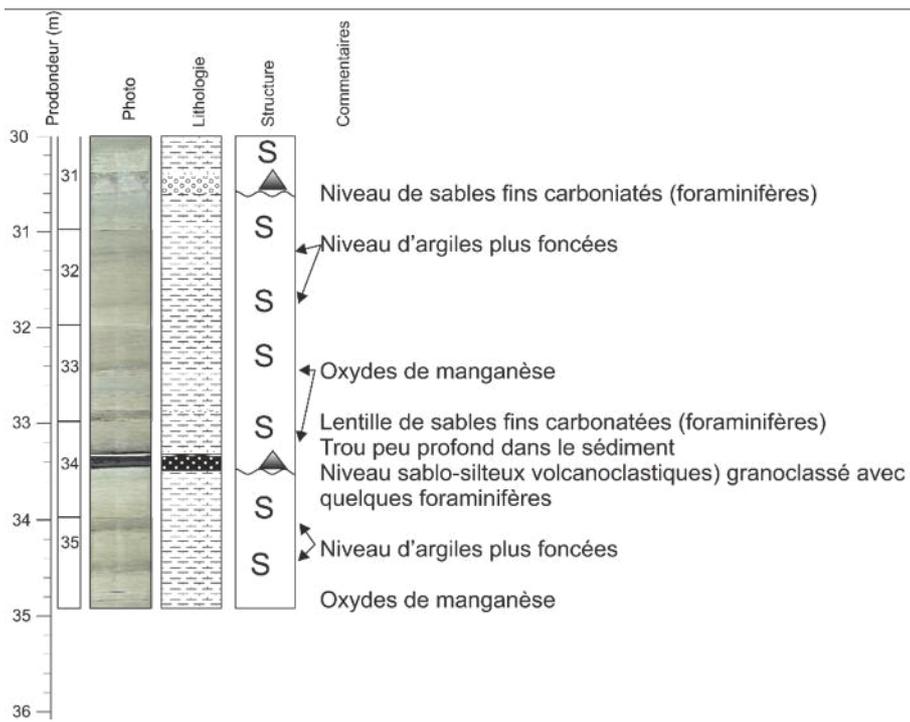


Figure 178 : Log de la carotte MD21-3604 3/3

9.9 Carotte MD21-3605 : instabilités Sud-Ouest Mayotte

9.9.1 Objectif spécifique

Il s'agit de traverser et de prélever un maximum de dépôts en masse (Figure 179) issus des zones instables des parties sud des îles de Mayotte, Anjouan et Mohéli. Ces niveaux forment des unités décimétriques à métriques, horizontales et sourdes sur le profil SDS, leur répartition géographique est régionale. L'objectif est de pouvoir connaître leurs natures, leurs sources, leurs âges ainsi que les processus de déclenchement, de transport et de dépôt à l'origine de ces niveaux (volcanisme, déstabilisation de pente,...).

9.9.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 09/07/2021 avec un déclenchement vers 18:35. Le tube de 46,38 m a permis une récupération de 44,78 m en 46 sections. Deux sections (43 et 44) présentaient des niveaux très liquides (57-100 cm et 0-35 cm, respectivement) qui ont été partiellement perdus lors de la découpe du tube.

9.9.3 Résultats

La carotte MD21-3605 présente une alternance d'argile ocre et verdâtre bioturbée, d'argile verdâtre parfaitement homogène, et de dépôts turbiditiques carbonatés, volcanoclastiques ou mixtes (carbonaté / volcanoclastique). Les argiles présentent souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. Les 50 premiers centimètres de la carotte sont caractérisés par des argiles de couleur ocre avec présence de foraminifères. De nombreux dépôts parfaitement homogènes de couleur verdâtre ou vert olive sont décrits ; certains sont centimétriques ou décimétriques, et 3 dépôts métriques sont visibles de 270 cm (sections 5-6-7), 275 cm (sections 18-19-20) et 360 cm (sections 38 à 42 cm) respectivement. Les 28 dépôts turbiditiques sont d'ordre décimétrique à métrique notamment des dépôts de 60 cm (sections 12-13, dépôts turbiditiques volcanoclastiques avec dominance de verres volcaniques) et (section 42, dépôts turbiditiques carbonatés avec dominance de foraminifères), 80 cm (section 21, dépôts turbiditiques volcanoclastiques), et 100 cm (section 8, dépôts turbiditiques carbonatés avec la présence de verre volcanique et de foraminifères).

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3605 Date: 09/07/2021
Lat.: -13,39655 Long.: 44,12053

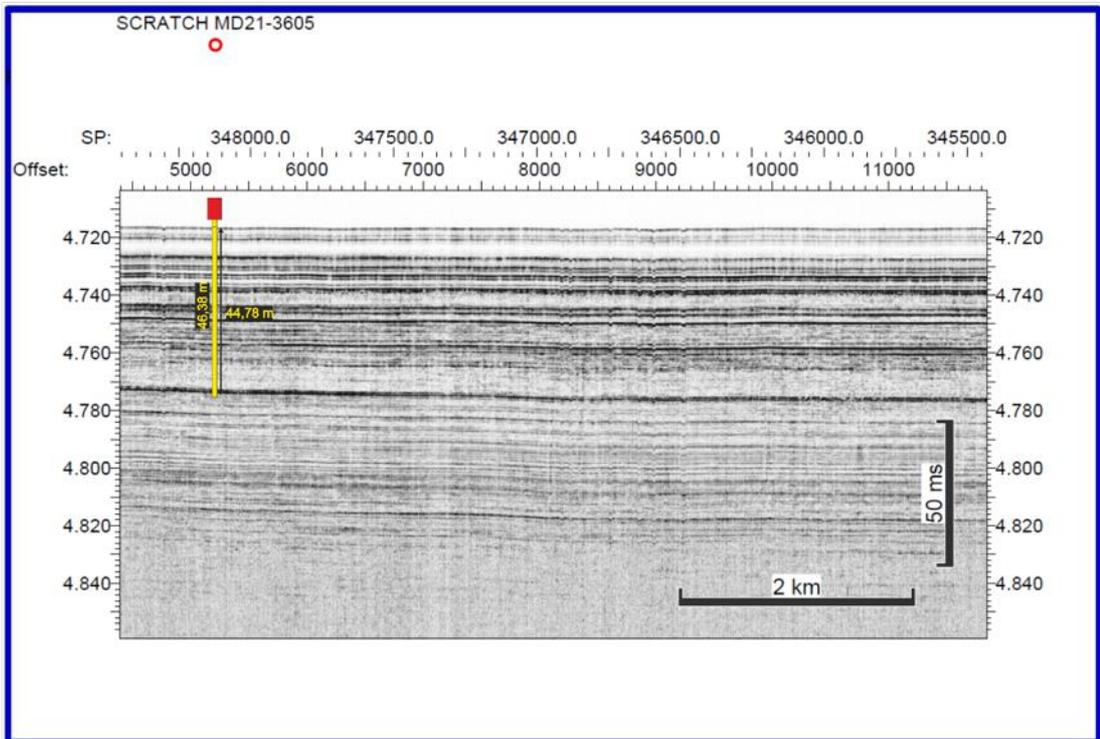
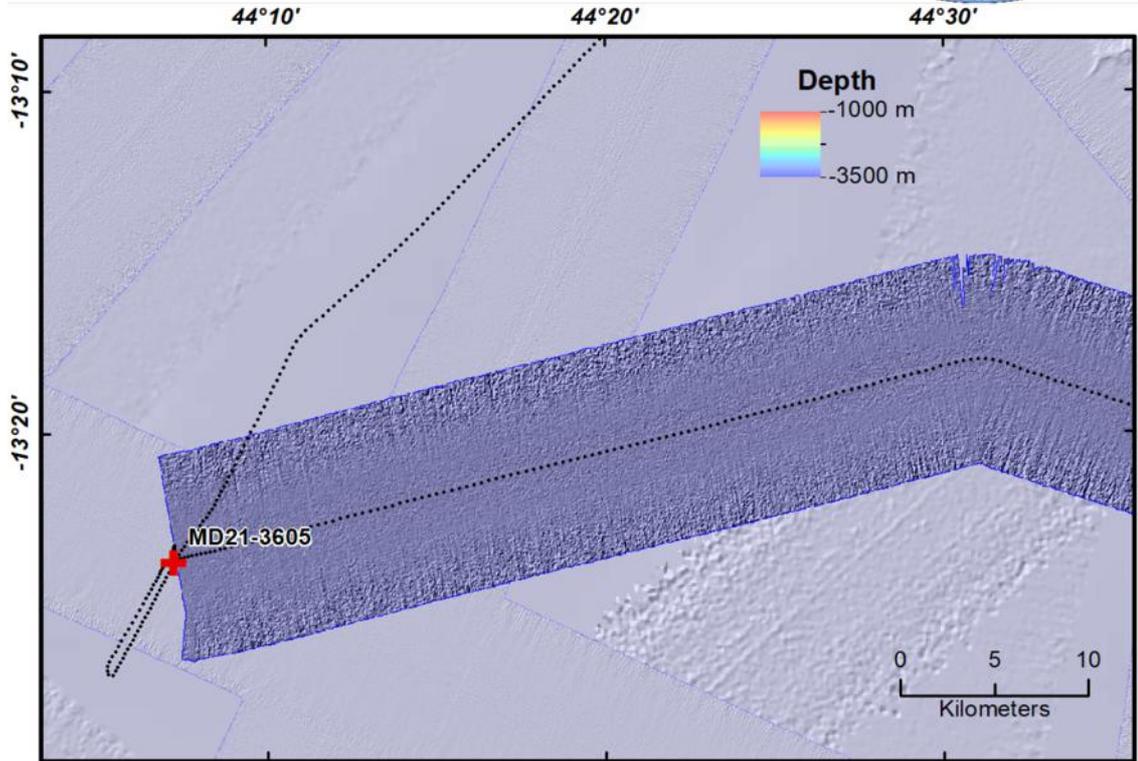


Figure 179 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3605



Coring sheet

Shift supervisor :

NumCamp SISMER

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	09/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Instabilités SO Mayotte	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="46.38"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="7.000 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
	<input type="text" value="3"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
		Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>		
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="18:35:00"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3544.0 m"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="21:05:00"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="44.8 m"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Sections count	<input type="text" value="46"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="97%"/>
		Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	13	23.793
Long :	E	44	7.232
Ex	W	003	22.356

Length pilot corer (m)

Description
BUC/Posidonia, section #43 57-100cm empty (liquid), section #44 0-35cm empty (liquid), 1st segment 14,75m; 2nd segment 30.03m
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 180 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3605

Core SCRATCH 2021 - MD21-3605
Kinematics

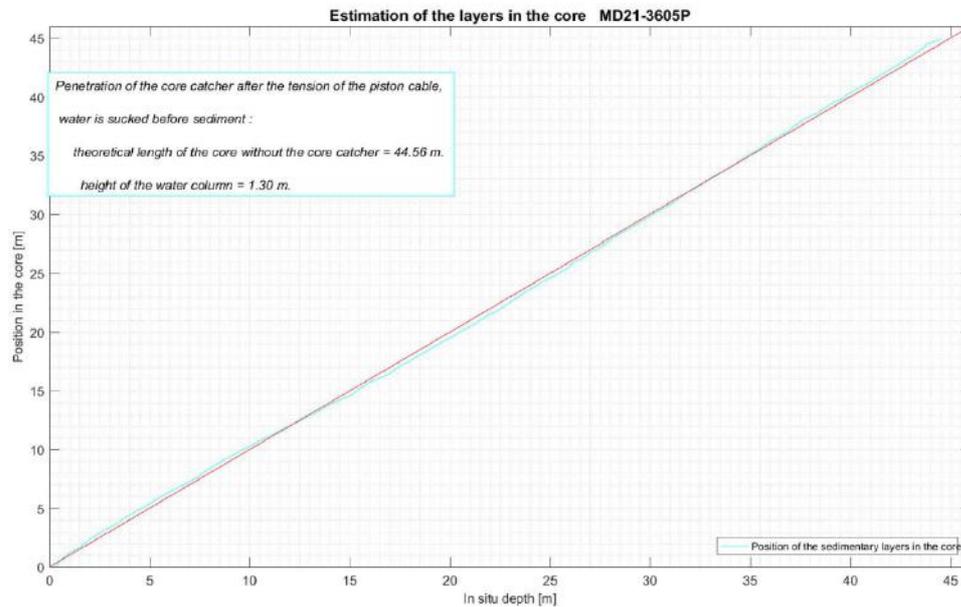
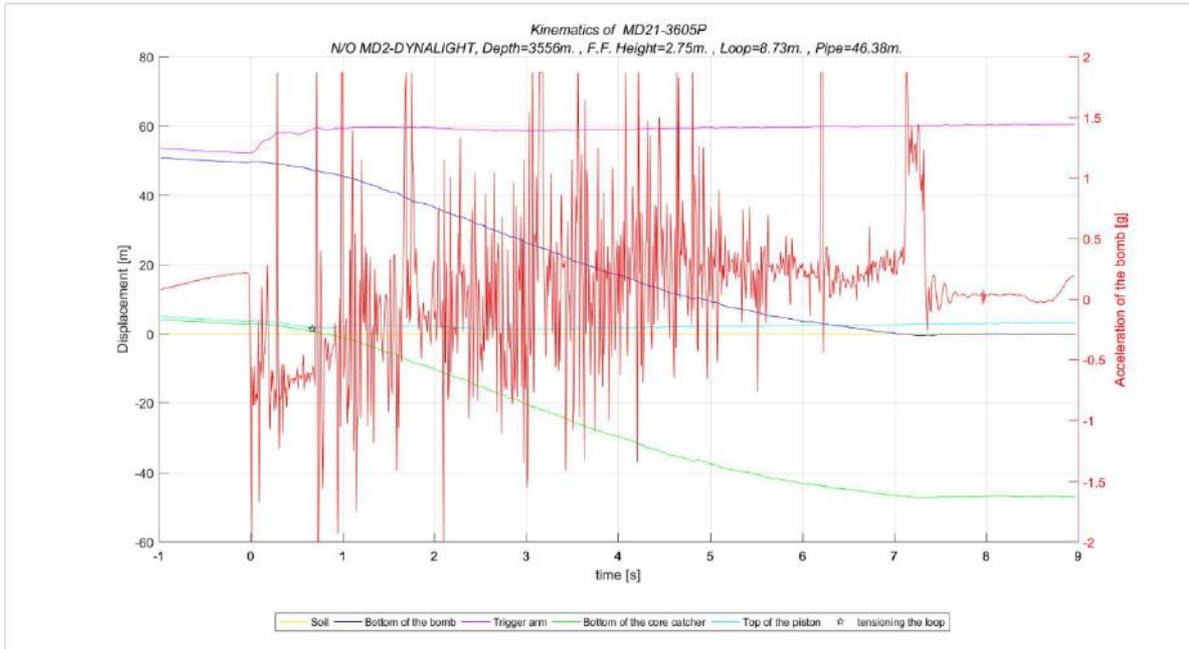


Figure 181 : Cinématique de carottage MD21-3605

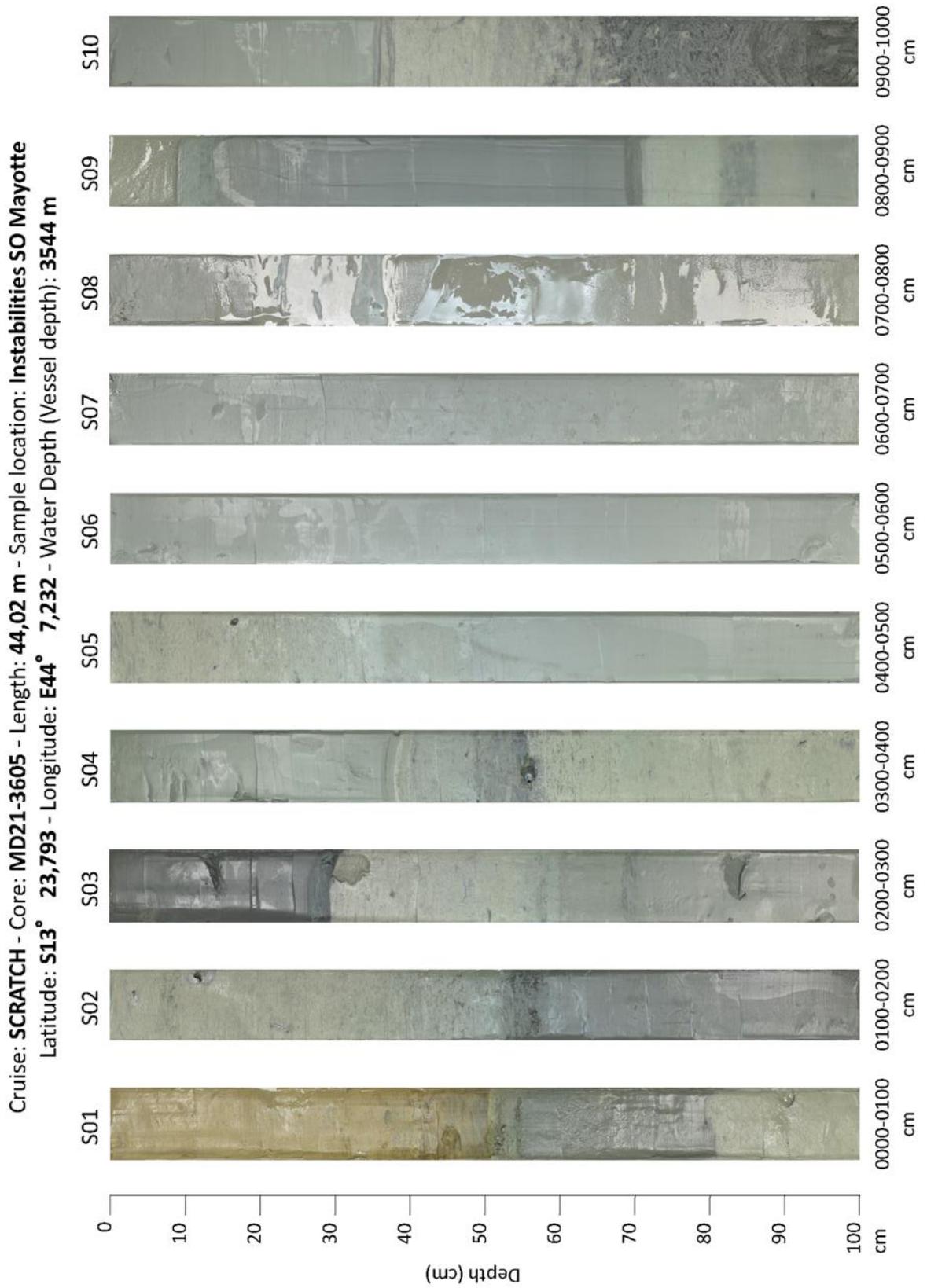


Figure 182 : Photographie des sections de la carotte MD21-3605, 1/5.

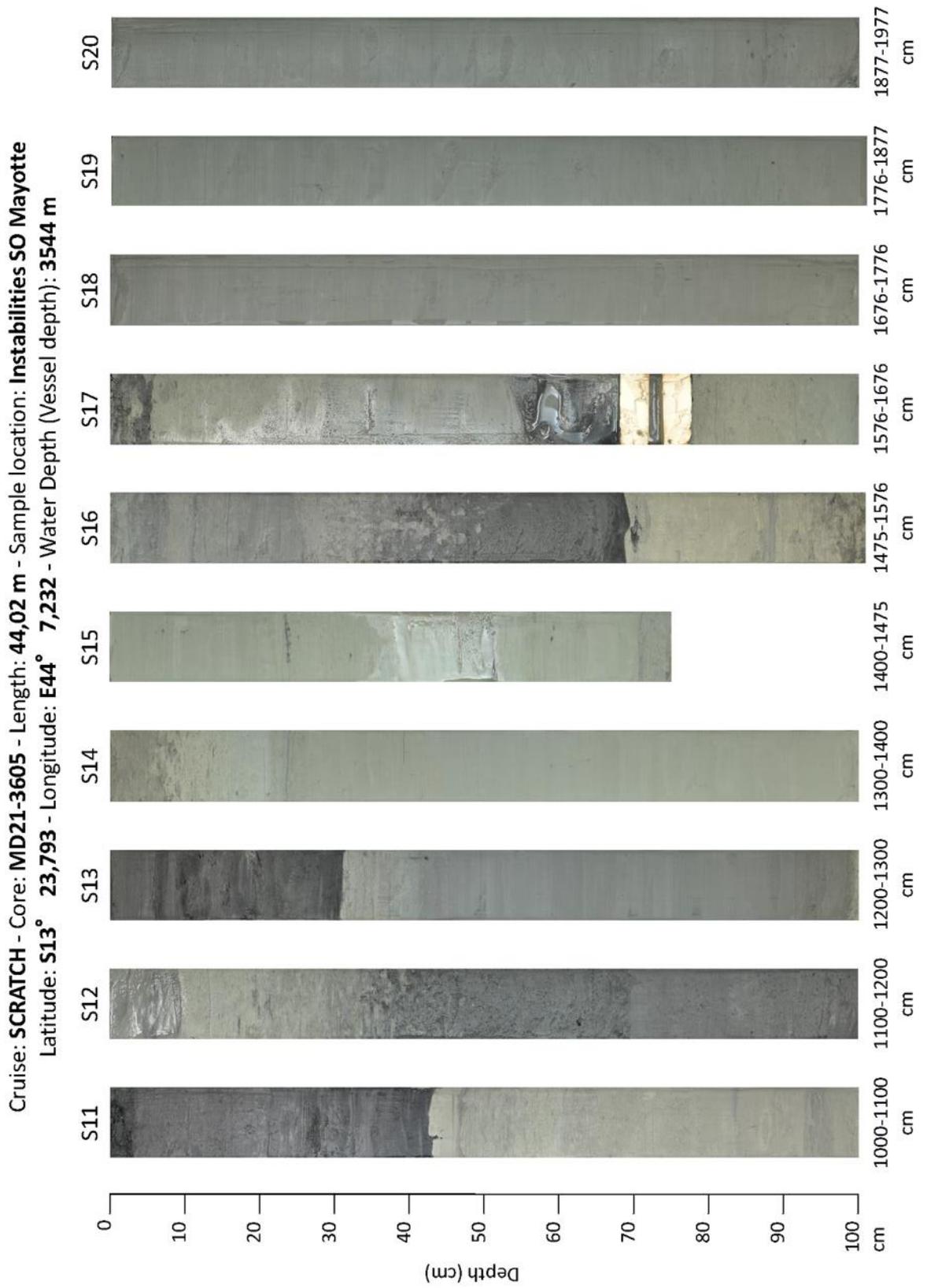


Figure 183 : Photographie des sections de la carotte MD21-3605, 2/5.

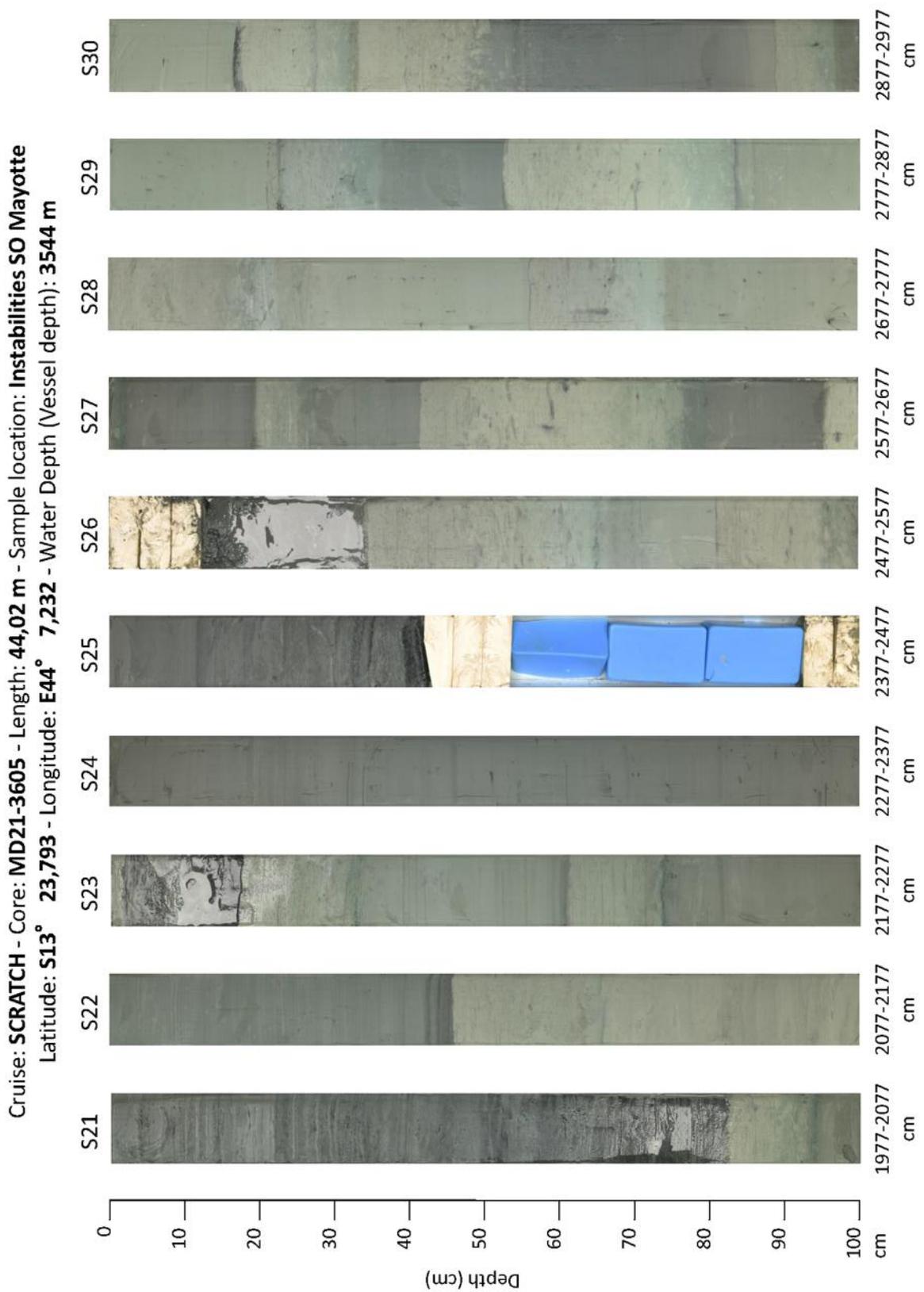


Figure 184 : Photographie des sections de la carotte MD21-3605, 3/5.

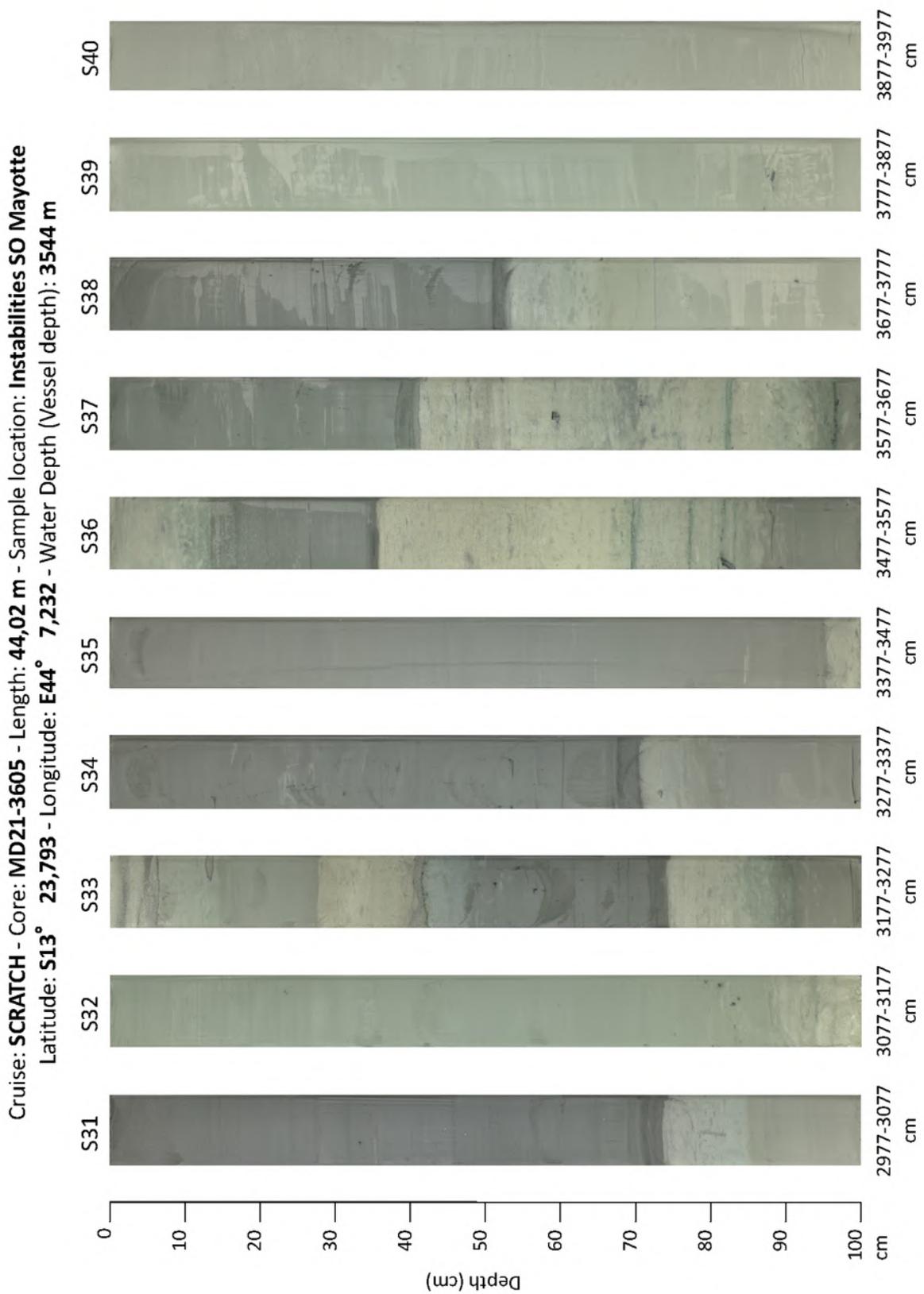


Figure 185 : Photographie des sections de la carotte MD21-3605, 4/5.

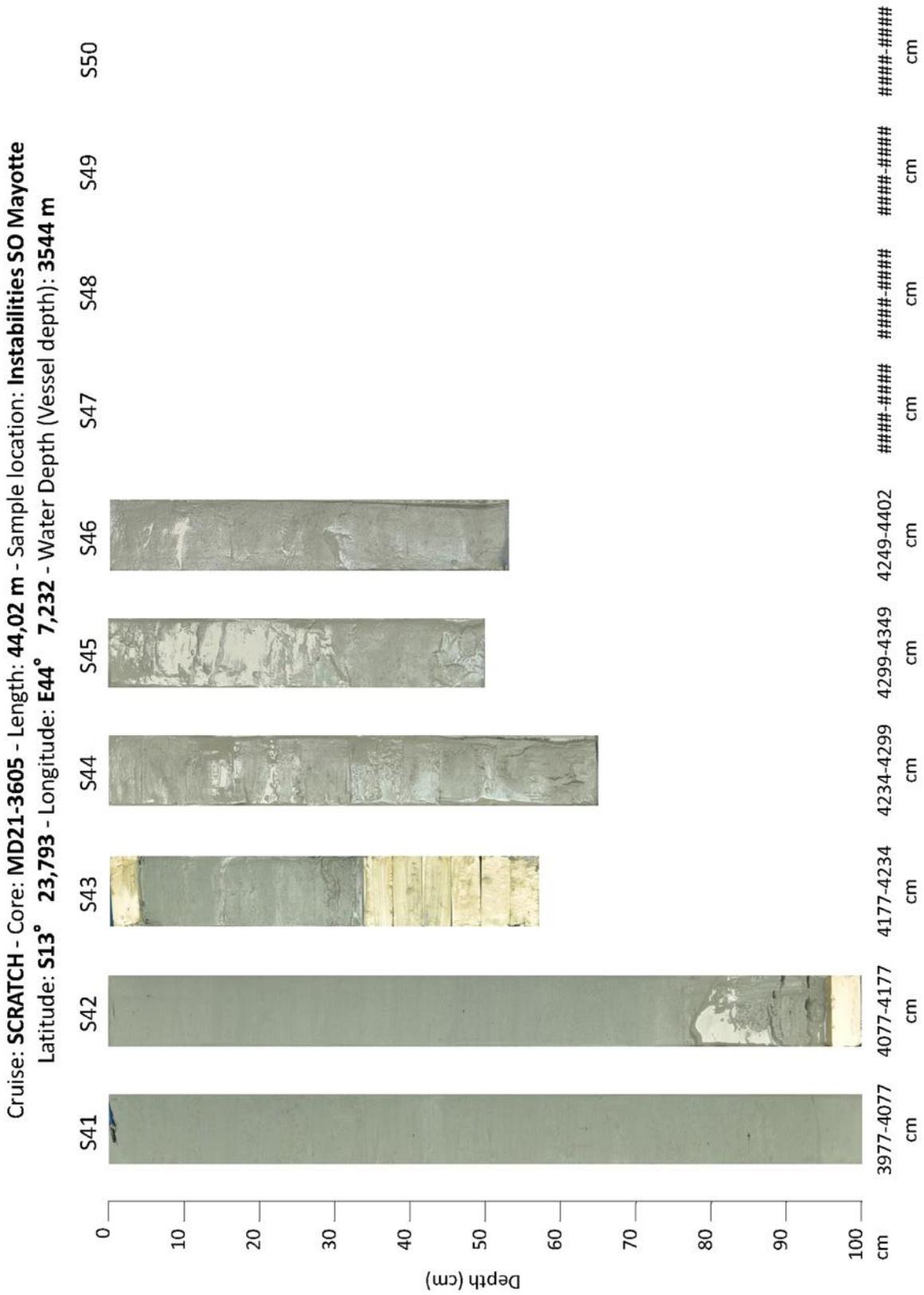


Figure 186 : Photographie des sections de la carotte MD21-3605, 5/5.

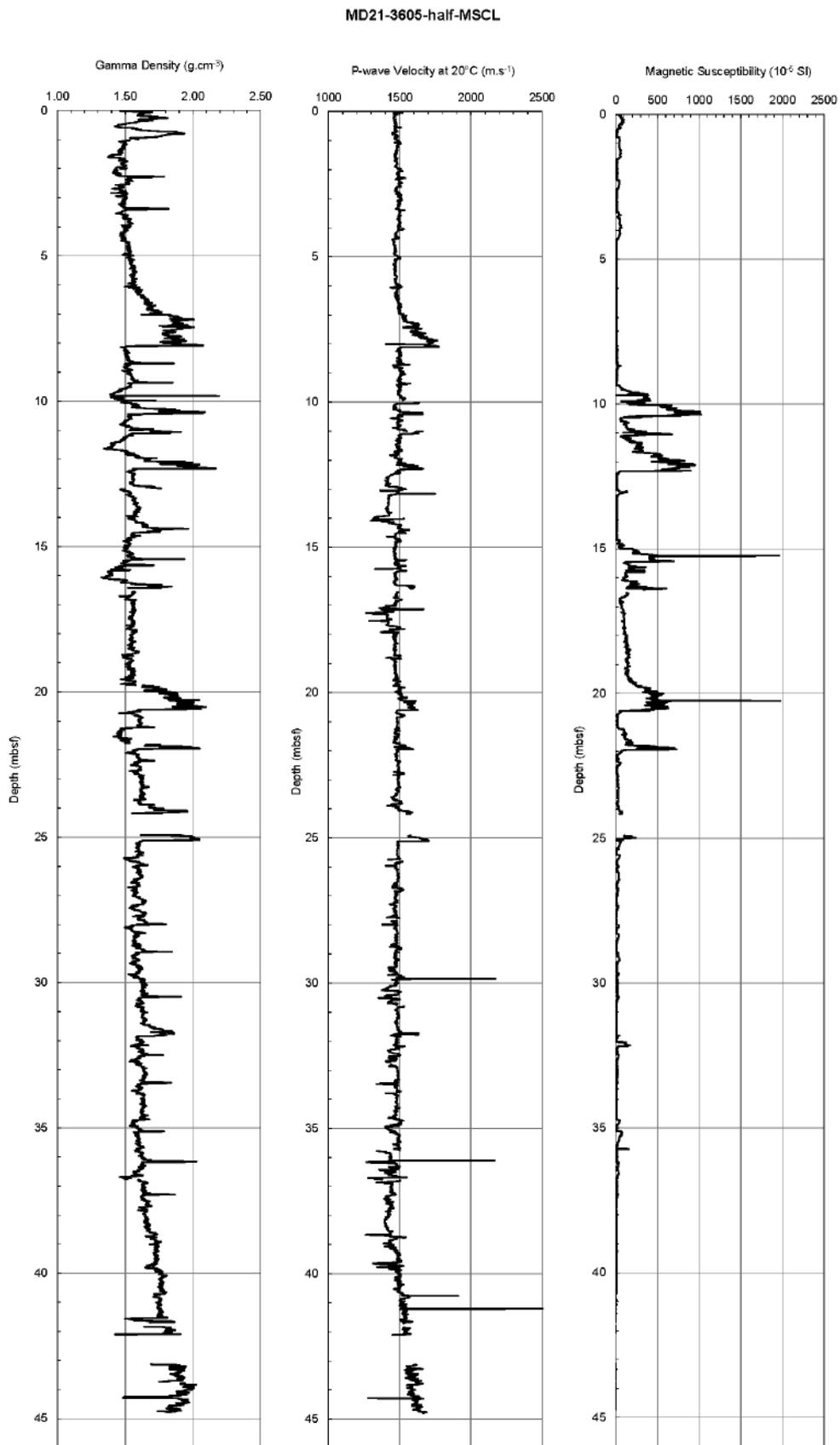


Figure 187 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3605

MD21-3605-half-SPECTRO

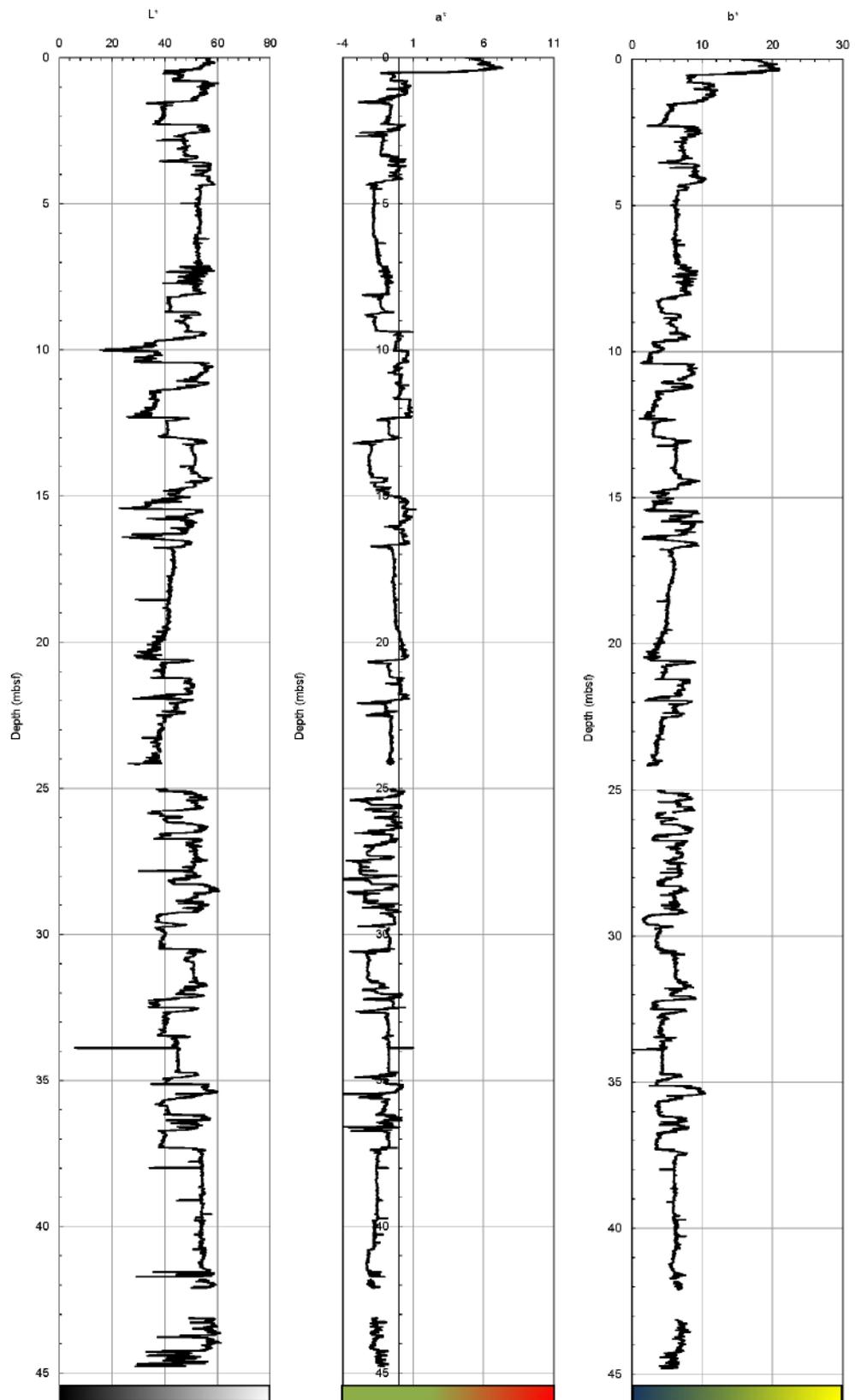


Figure 188 : Colorimétrie de la carotte MD21-3605

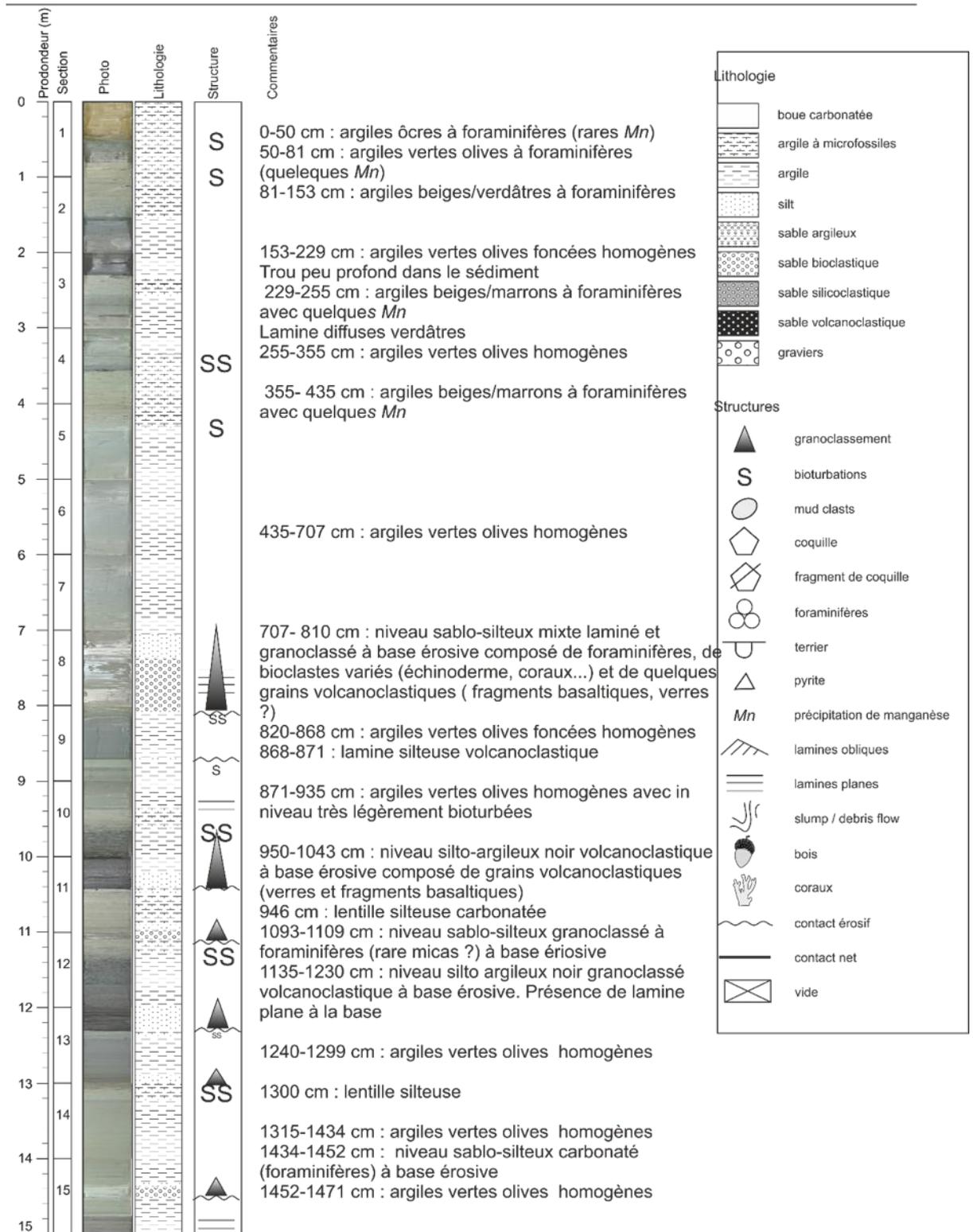


Figure 189 : Log de la carotte MD21-3605 1/3

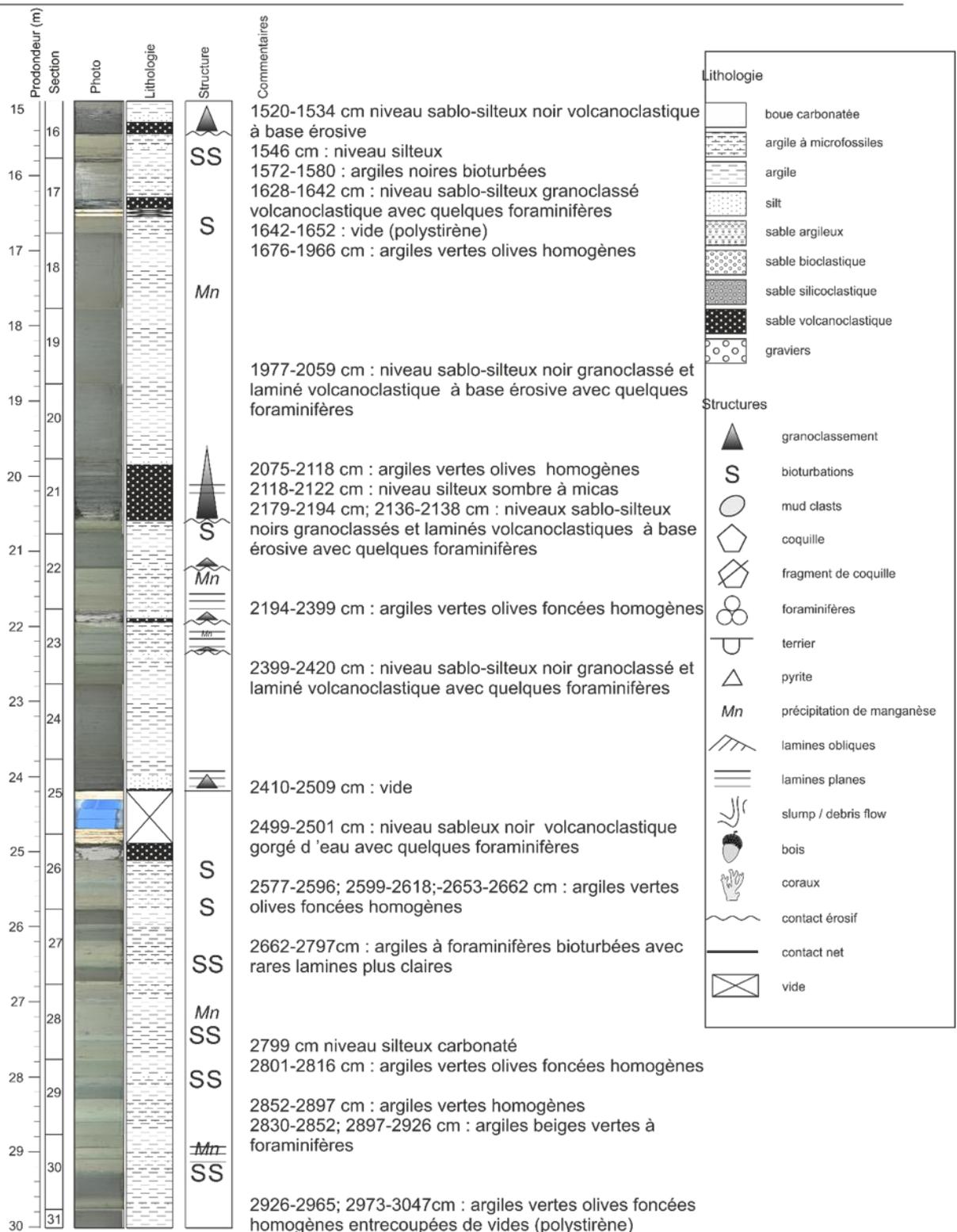


Figure 190 : Log de la carotte MD21-3605 2/3

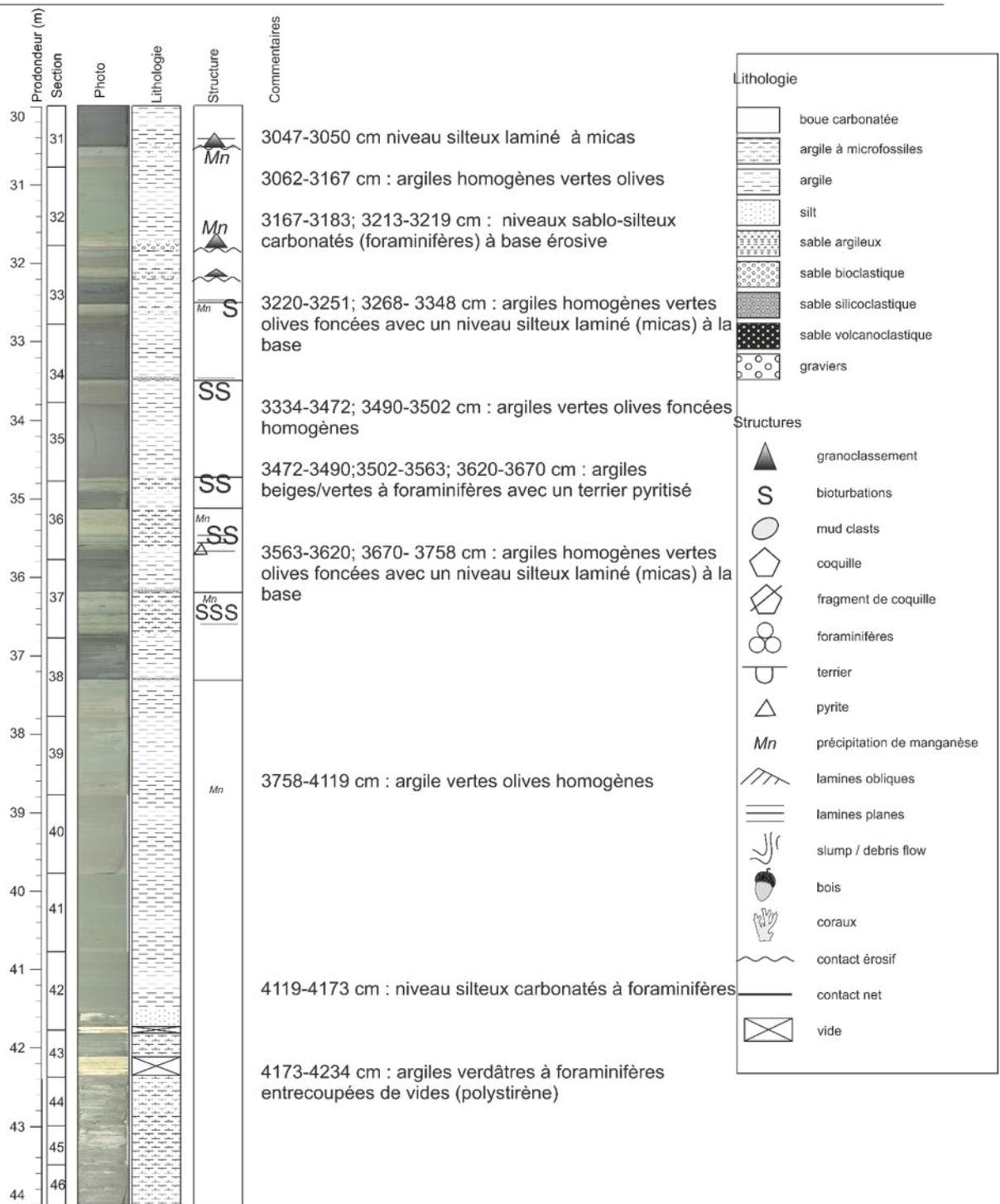


Figure 191 : Log de la carotte MD21-3605 3/3

9.10 Carotte MD21-3606G : Instabilités Sud-Est Mayotte

9.10.1 Objectif spécifique

L'objectif de ce carottage était d'essayer de prélever le dépôt en masse pluri-métrique situé en surface (SDS, Figure 192). Nous ne connaissons jusqu'à présent ni la nature ni l'âge de ce dépôt dont l'extension géographique est régionale et dont la source provient des zones d'instables situées au sud-est de Mayotte. En raison de la difficulté de carotter les masses glissées le carottier a été grée en mode gravité avec un tube court de 13 m.

9.10.2 Déroulement

Le carottage de type GRAVITE a eu lieu le 10/07/2021 avec un déclenchement vers 18:50. Le tube de 13,36 m a permis une récupération de 1,69 m en 2 sections. En raison du très faible enfoncement le tube a été partiellement plié. La cinématique n'est pas disponible pour le carottage en mode gravité.

9.10.3 Résultats

La carotte MD21-3606G présente une succession d'argile de couleur ocre à foraminifères sur les 20 premiers centimètres, suivie d'un dépôt sableux mixte (carbonatée/volcanoclastique) grano-décroissant (20-50 cm) composé de lamines au top, puis de fragments basaltiques, de bioclastes et de foraminifères. Un debris flow de 80 cm est décrit entre 50 et 130 cm (sections 1 et 2), composé de galets de boue pluricentimétriques, de verre volcanique, de pierre ponce, de fragments basaltiques, de bioclastes et de foraminifères. Un dépôt turbiditique centimétrique volcanoclastique composé de grains noirs de provenance volcanique, de micas et de fragments de verres volcaniques est visible dans la section 2. La base de cette carotte est composée de 16 cm d'argile verdâtre.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3606G Date: 10/07/2021
Lat.: -13,34033 Long.: 45,71105

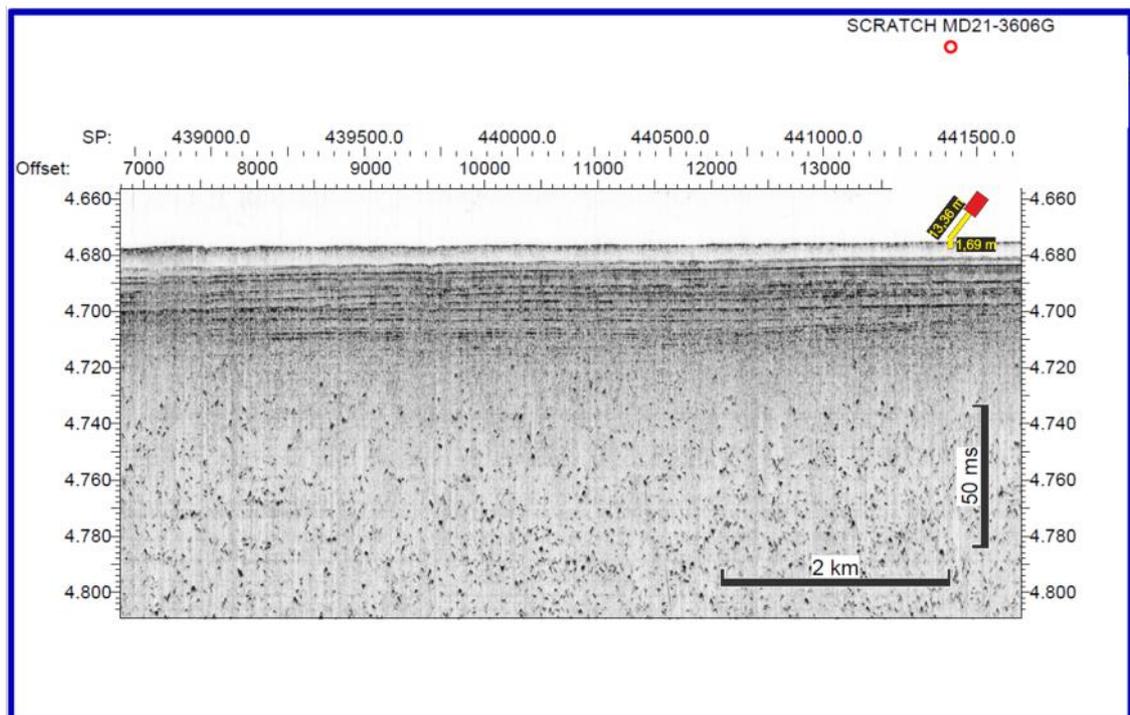
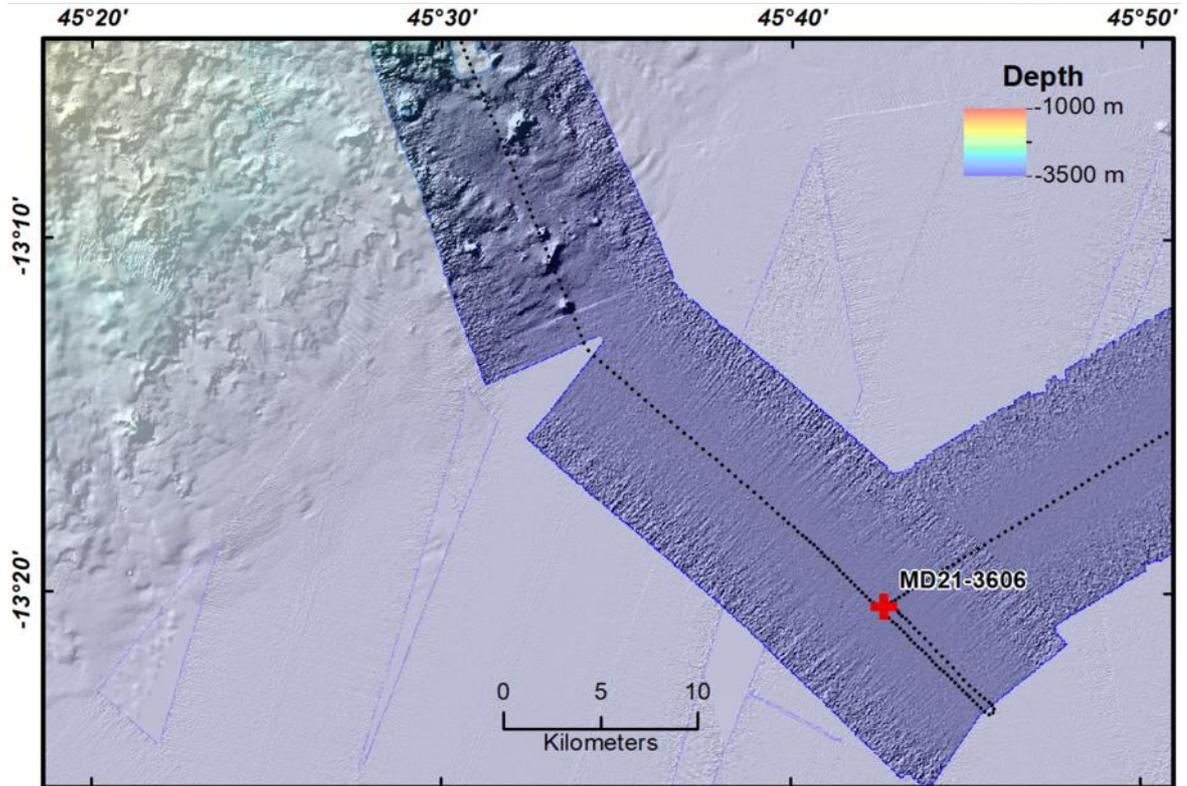


Figure 192 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3606



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	10/07/2021	Instabilités SE Mayotte	

dd/mm/yyyy

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="13.36"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="5.500 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="17:50"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="18:50:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3507.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="20:00:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="1.7 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Sections count	<input type="text" value="2"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="13%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	13	20.420
Long :	E	45	42.663
Ex	W	003	22.356

Description
Gravity core, beaucoup de graviers à 100 cm
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Carotte pliée, seulement <2m de sédiment au fond du tube
Incidents

Figure 193 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3606

Cruise: **SCRATCH** - Core: **MD21-3606G** - Length: **1,60 m** - Sample location: **Instabilities SE Mayotte**
Latitude: **S13° 20,43** - Longitude: **E45° 42,71** - Water Depth (Vessel depth): **3524 m**

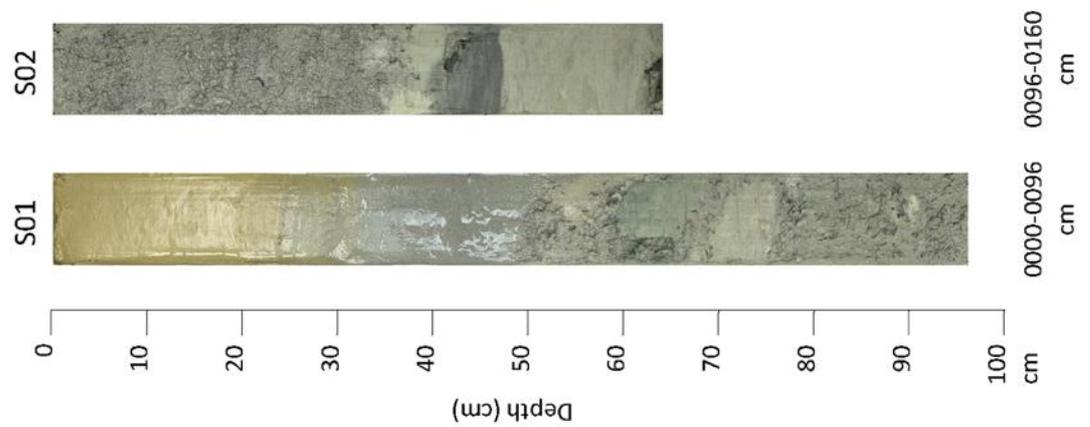


Figure 194 : Photographie des sections de la carotte MD21-3606

MD21-3606G-half-MSCL

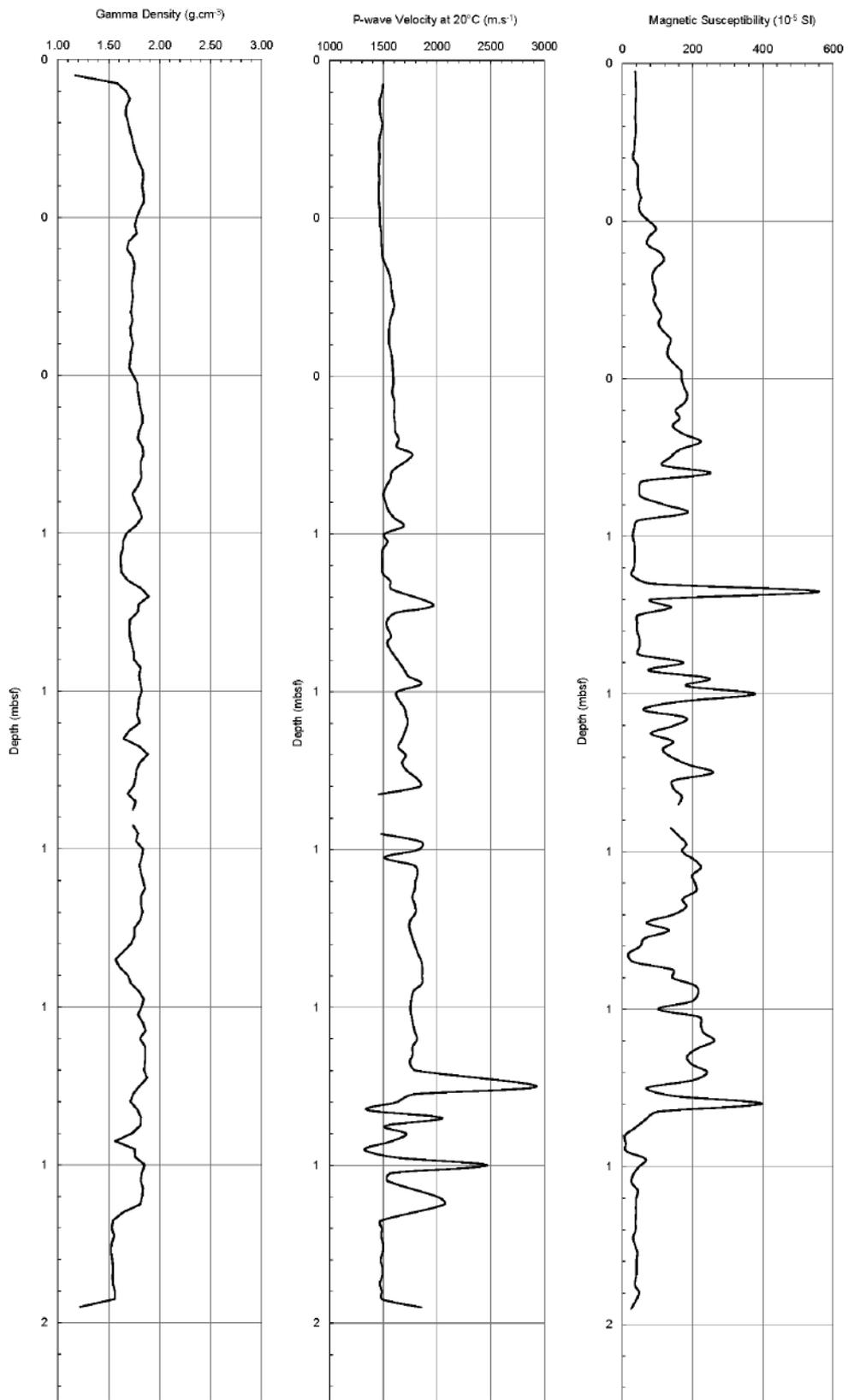


Figure 195 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3606

MD21-3600G-half-SPECTRO

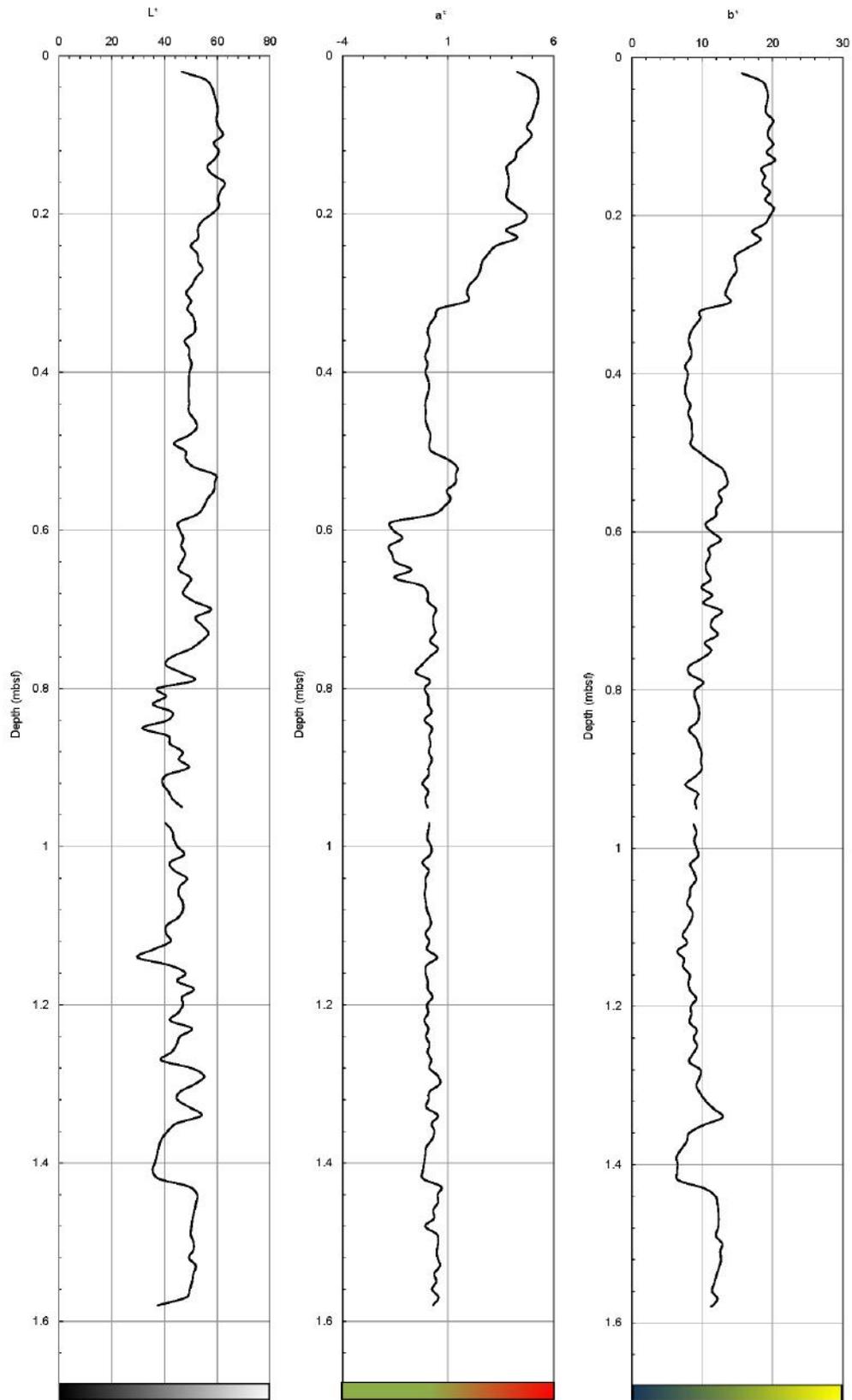


Figure 196 : Colorimétrie de la carotte MD21-3606

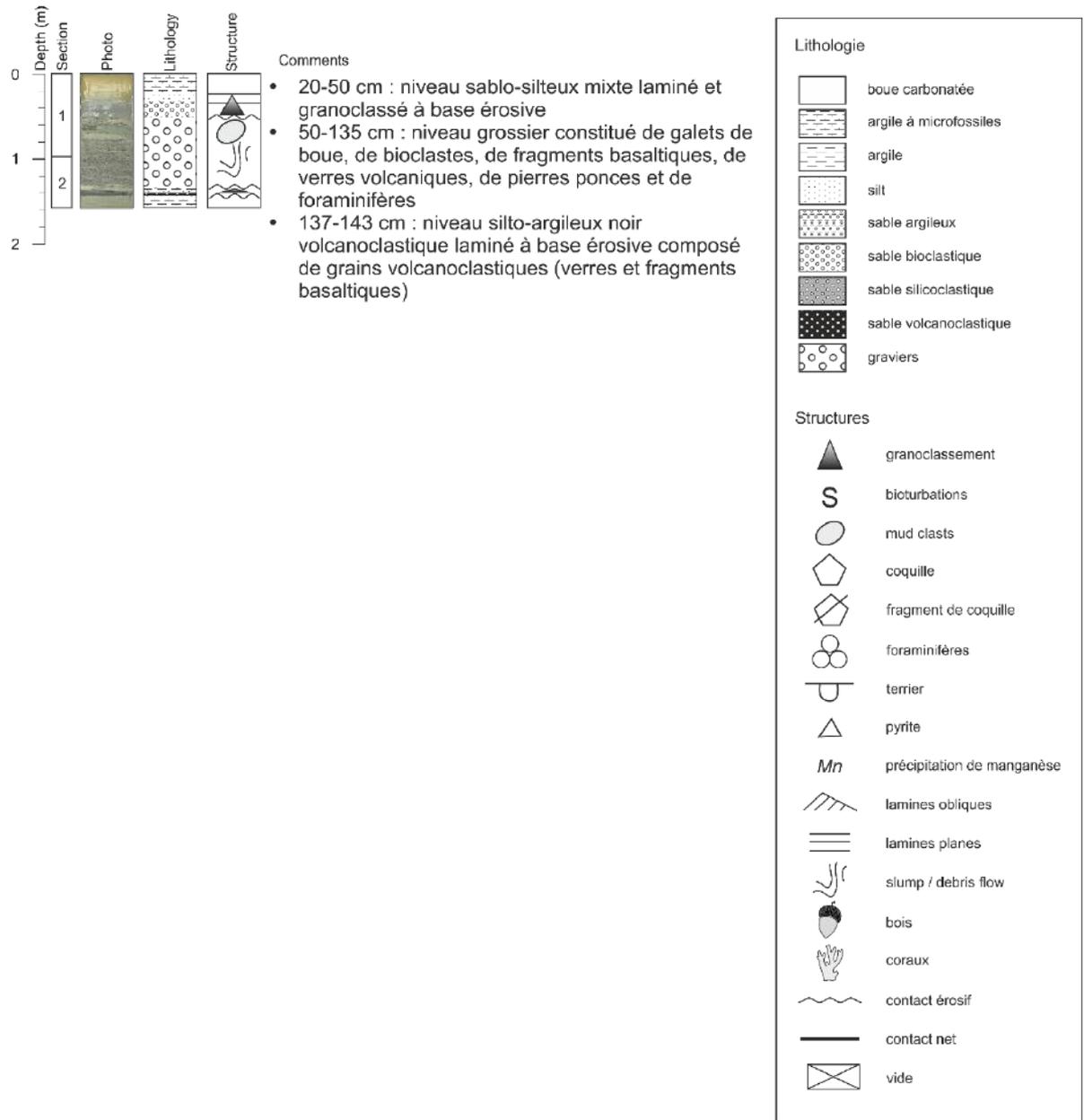


Figure 197 : Log de la carotte MD21-3606G.

9.11 Carotte MD21-3607 : Ouest du banc du banc Leven

9.11.1 Objectif spécifique

L'objectif de ce carottage était de se rapprocher du banc Leven et de la marge malgache afin d'obtenir une séquence sédimentaire à plus fort taux de sédimentation. Cela afin d'obtenir une série sédimentaire recouvrant les derniers 100 000 ans et exploitable pour les reconstructions paléoclimatiques.

9.11.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 11/07/2021 avec un déclenchement vers 20:53. Le tube de 52,51 m a permis une récupération de 51,67 m en 52 sections.

9.11.3 Résultats

La carotte MD21-3607 est constituée d'une alternance d'argiles verdâtres hémipélagiques bioturbées et de dépôts turbiditiques centimétriques à décimétriques. Les argiles présentent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox. 56 dépôts turbiditiques ont été observés, leur nature est mixte carbonatée et/ou silicoclastique. Les niveaux turbiditiques carbonatés sont principalement constitués de fragments de coquilles et des foraminifères. Les niveaux turbiditiques à composant plus silicoclastiques sont constitués de micas, quartz, foraminifères, et présentent également des grains sombres (d'origine probablement volcanoclastique).

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne

Core: MD21-3607

Date: 11/07/2021

Lat.: -12,62231

Long.: 47,10588

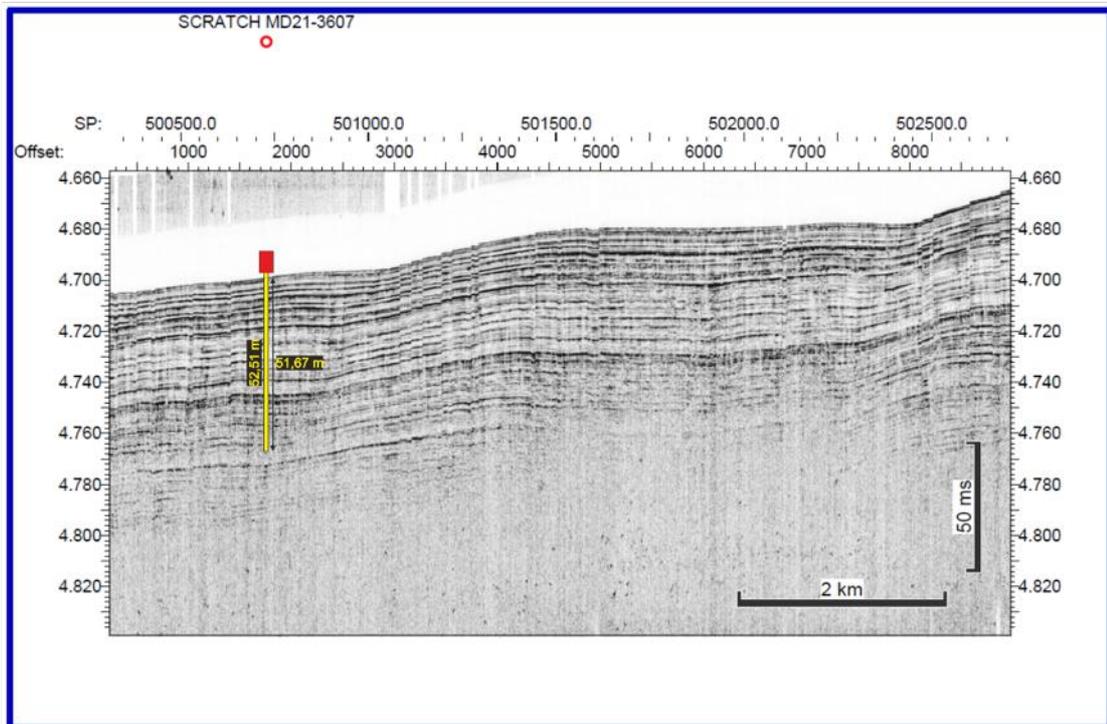
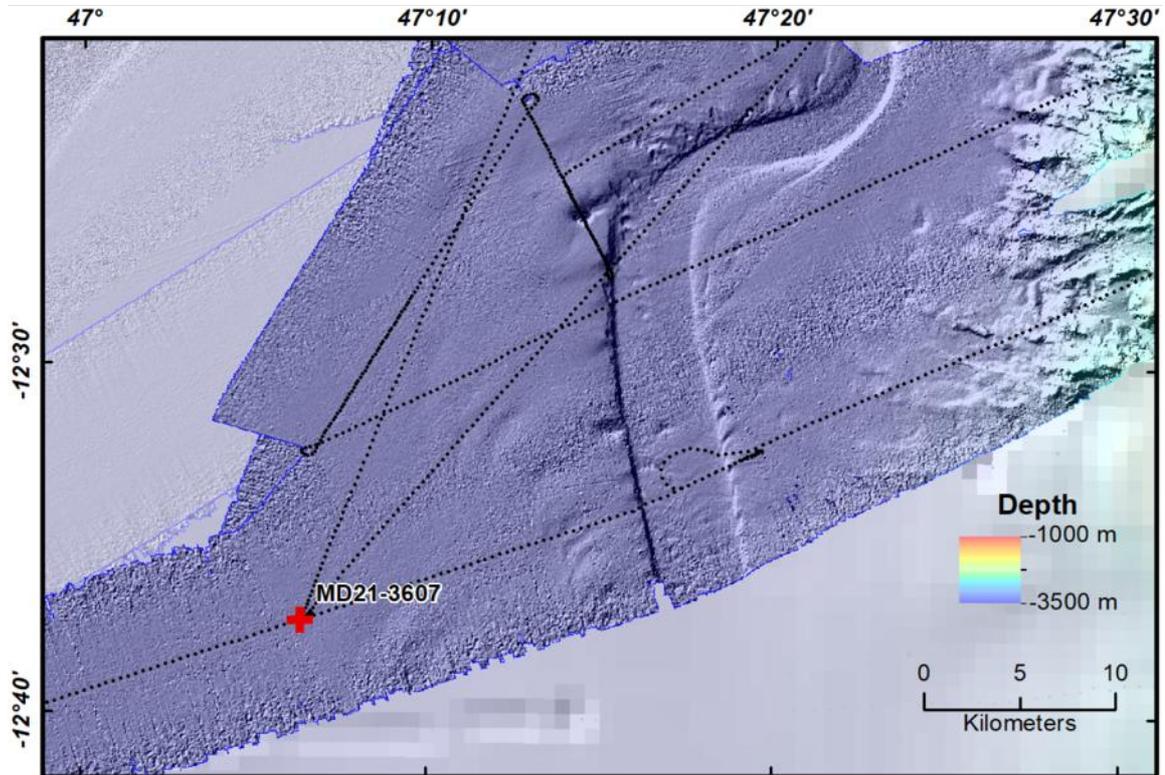


Figure 198 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3607



Coring sheet

Shift supervisor :

NumCamp SISMER

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	11/07/2021 dd/mm/yyyy	Ouest banc du Leven	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="52.51"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="7.000 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="19:30"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="20:53:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3533.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="23:50:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="51.7 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Sections count	<input type="text" value="52"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="98%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	12	37.339
Long :	E	47	6.353
Ex	W	003	22.356

Description
BUC/Posidonia, 1st half: 0-21.67m, 2nd half: 30-51.67m
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro, Flux de chaleur</i>
DNA sampling
Incidents

Figure 199 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3607

Core SCRATCH 2021 - MD21-3607
Kinematics

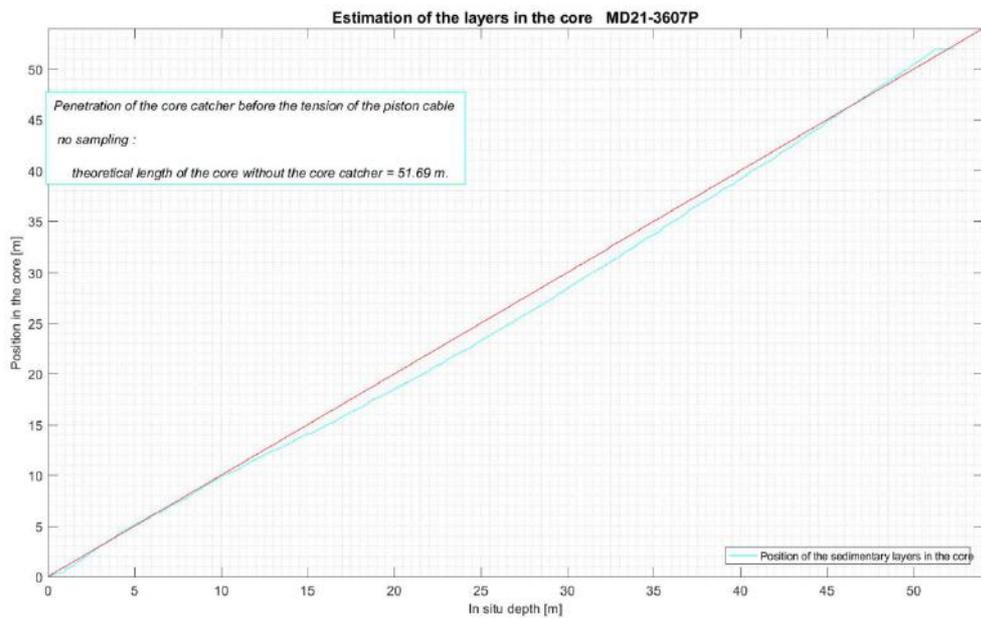
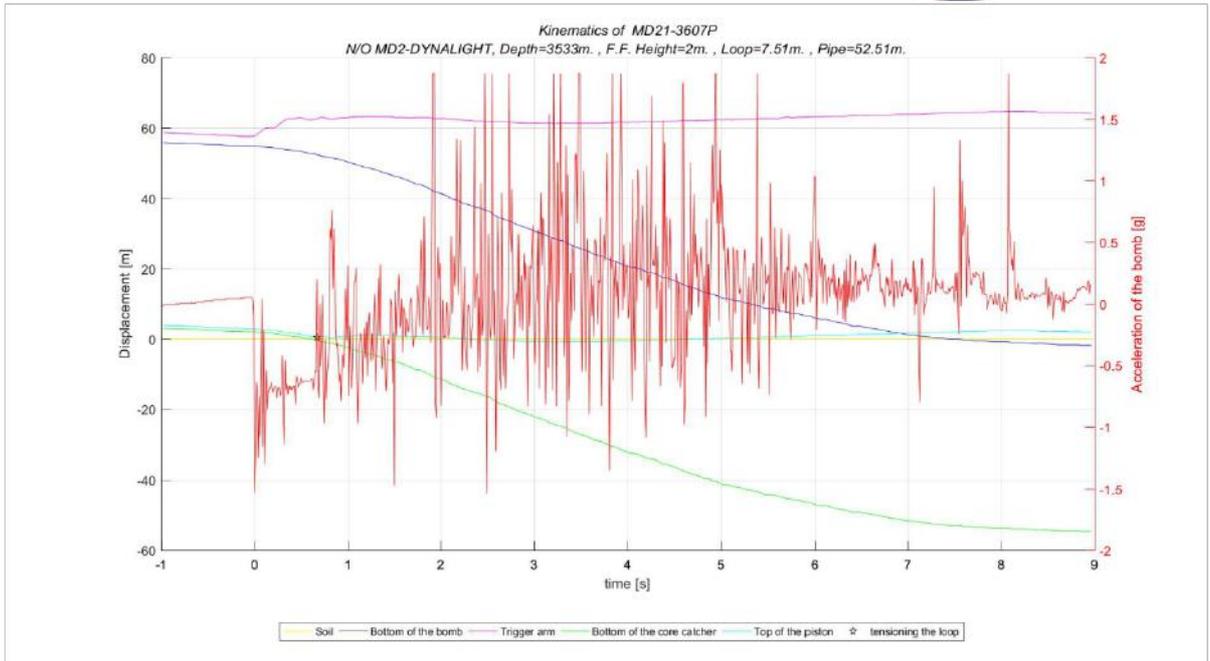


Figure 200 : Cinématique de carottage MD21-3607

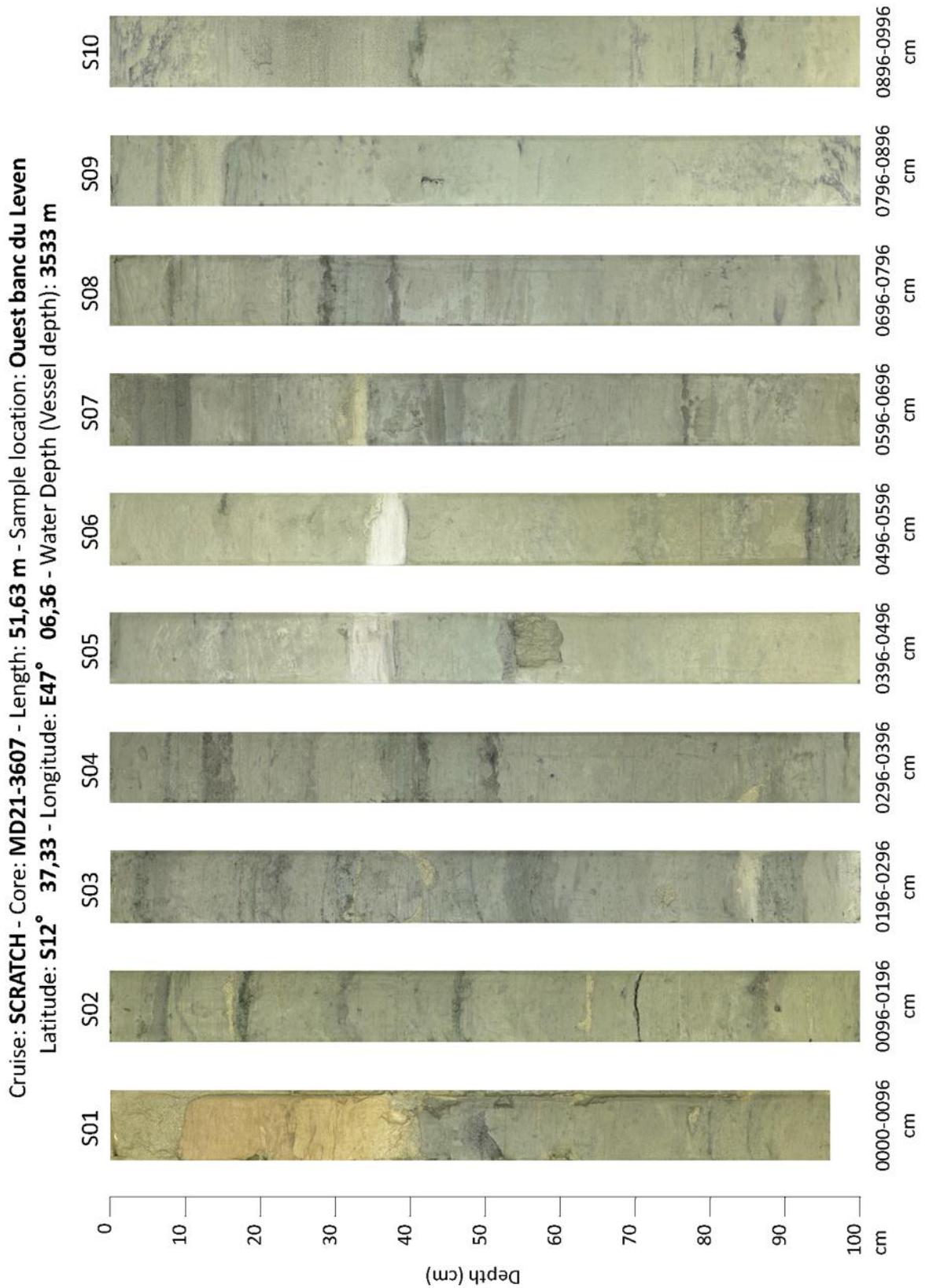


Figure 201 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 1/6.

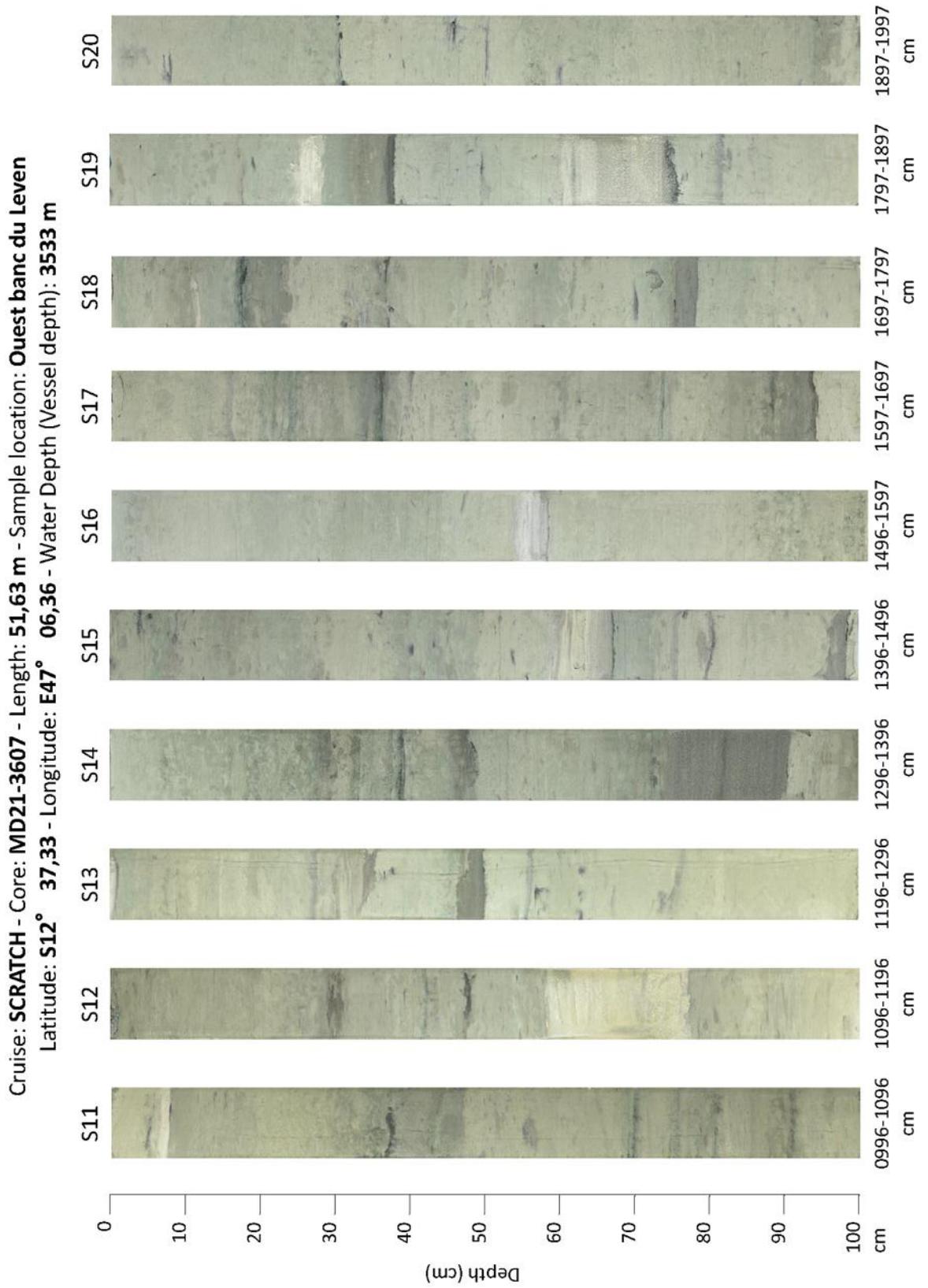


Figure 202 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 2/6.

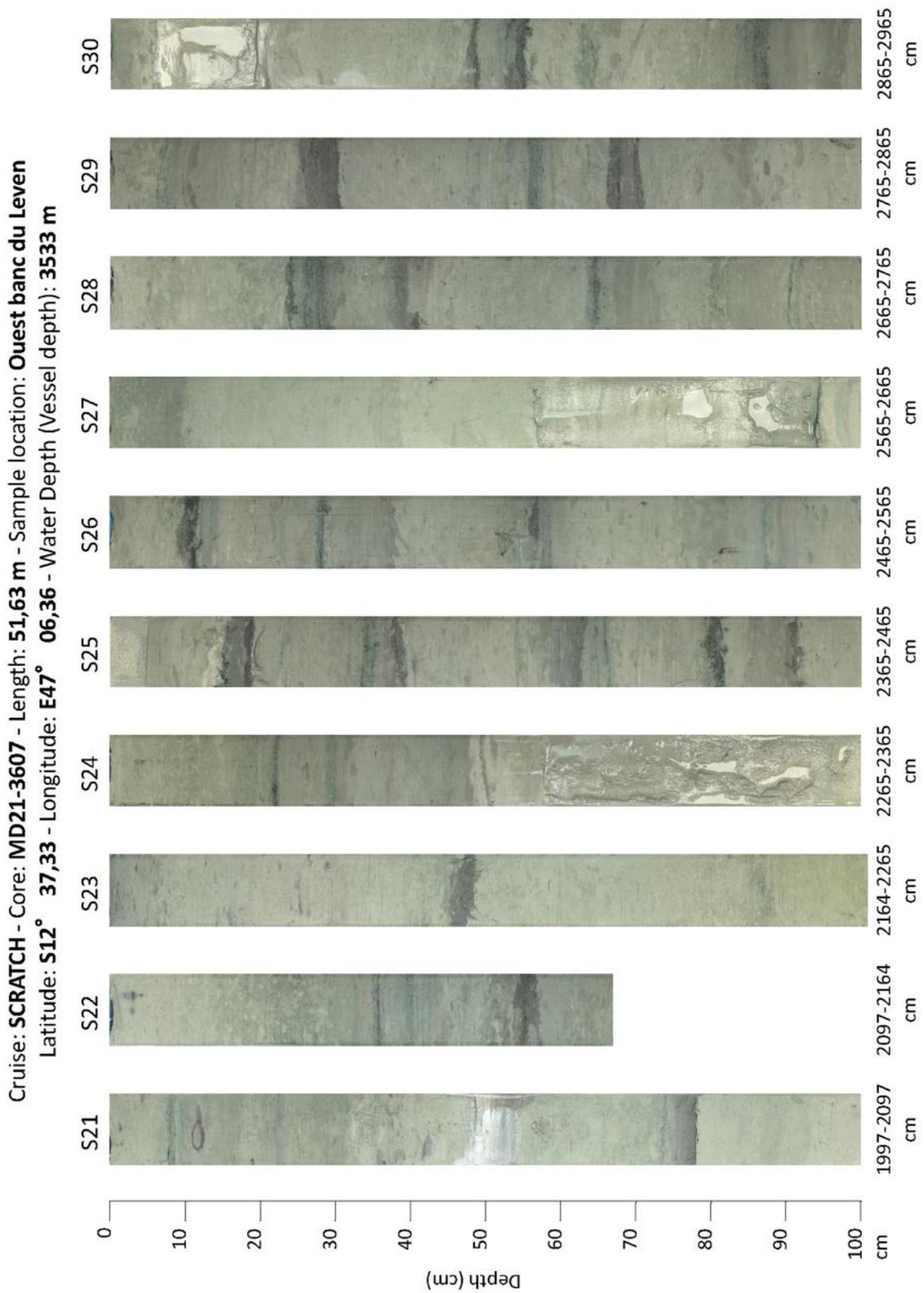


Figure 203 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 3/6.

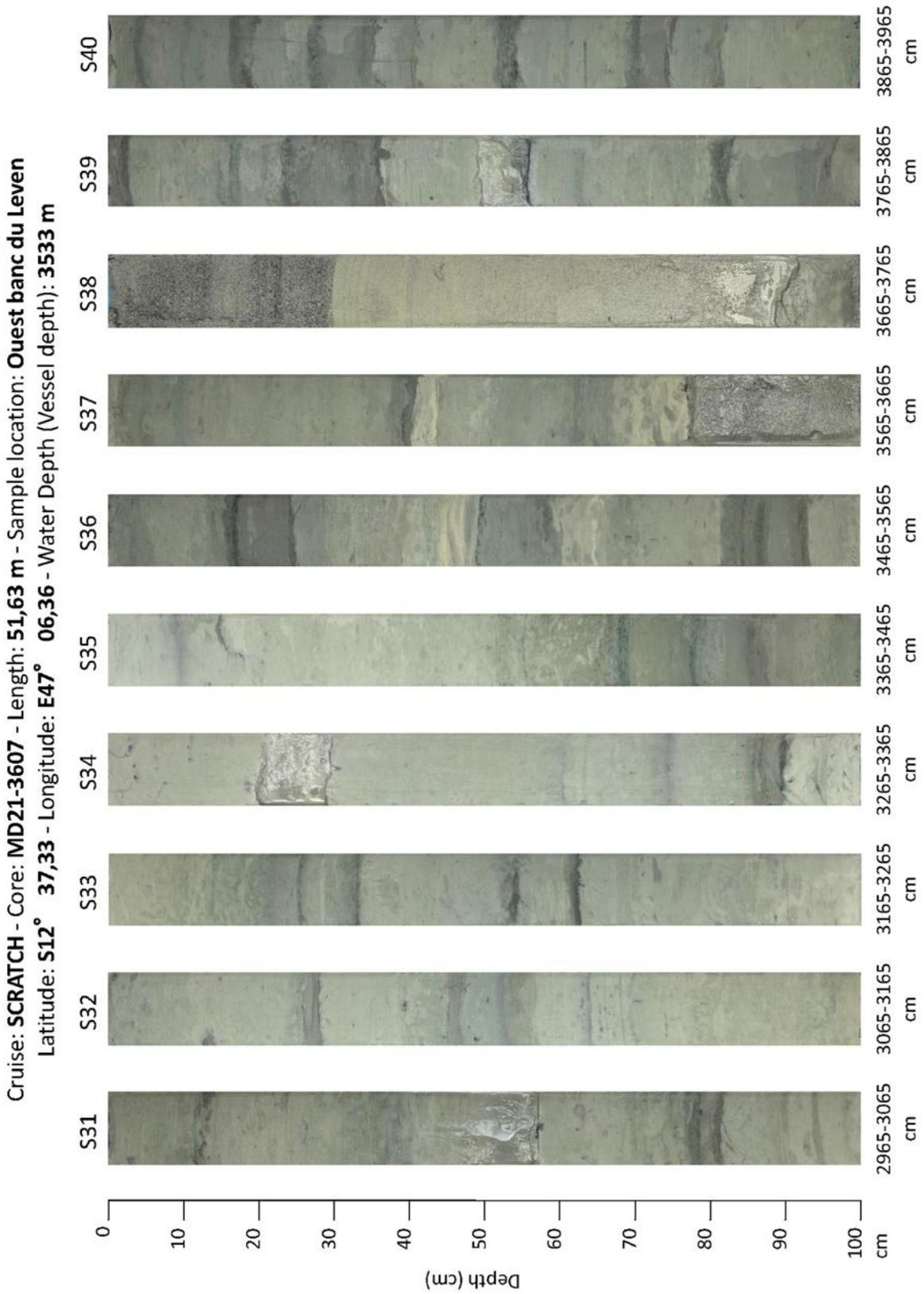


Figure 204 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 4/6.

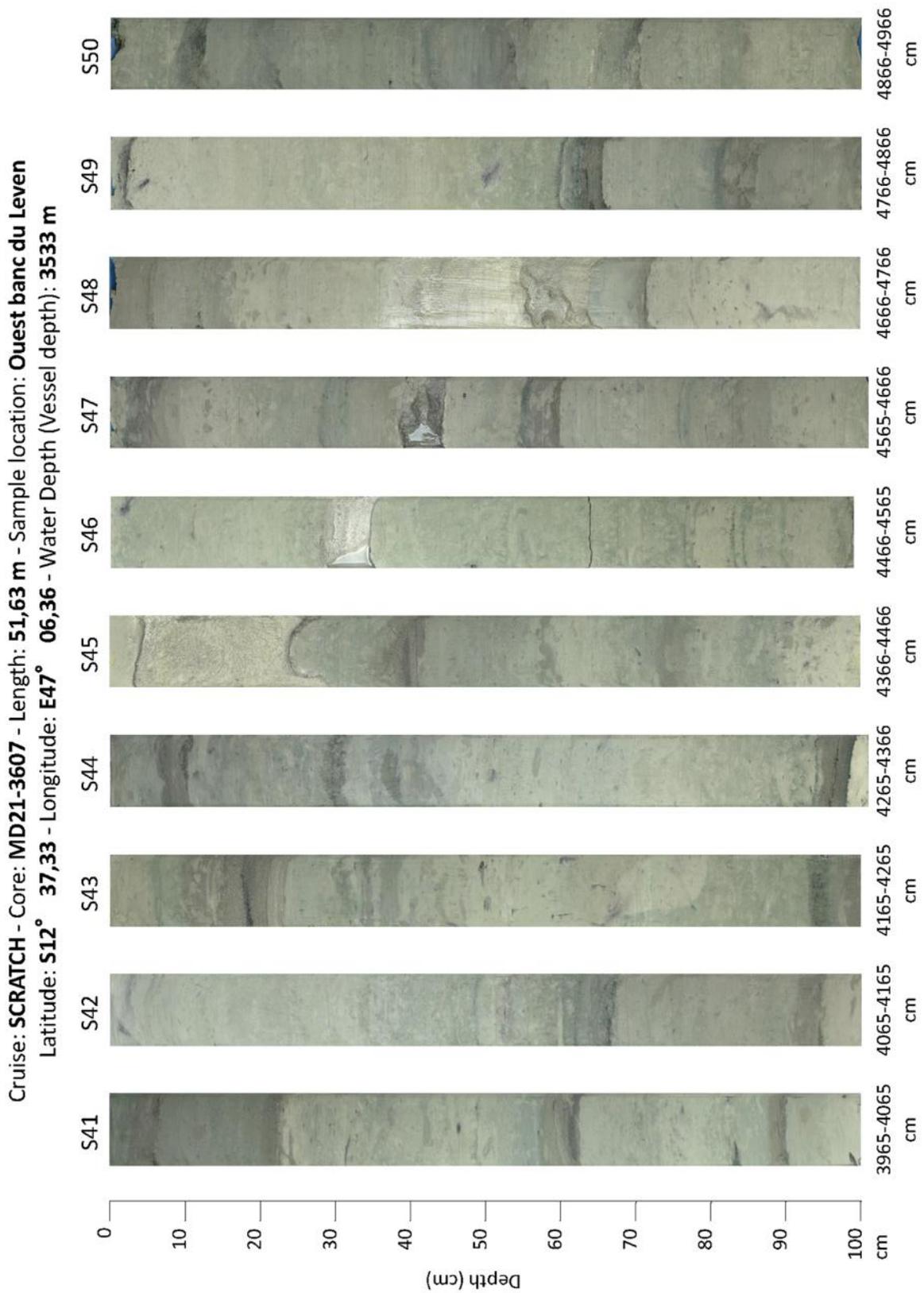


Figure 205 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 5/6.

Cruise: **SCRATCH** - Core: **MD21-3607** - Length: **51,63 m** - Sample location: **Ouest banc du Leven**
Latitude: **S12° 37,33** - Longitude: **E47° 06,36** - Water Depth (Vessel depth): **3533 m**

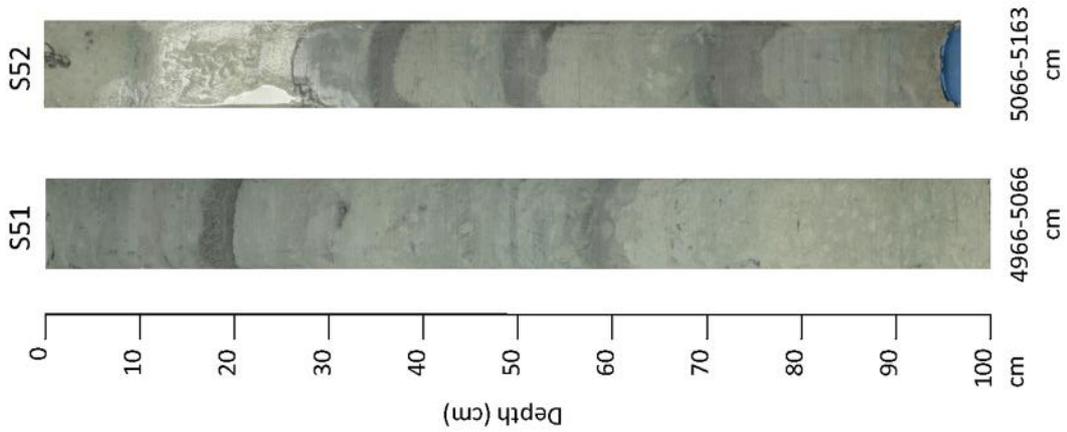


Figure 206 : Photographie des sections de la carotte MD21-3607, 6/6.

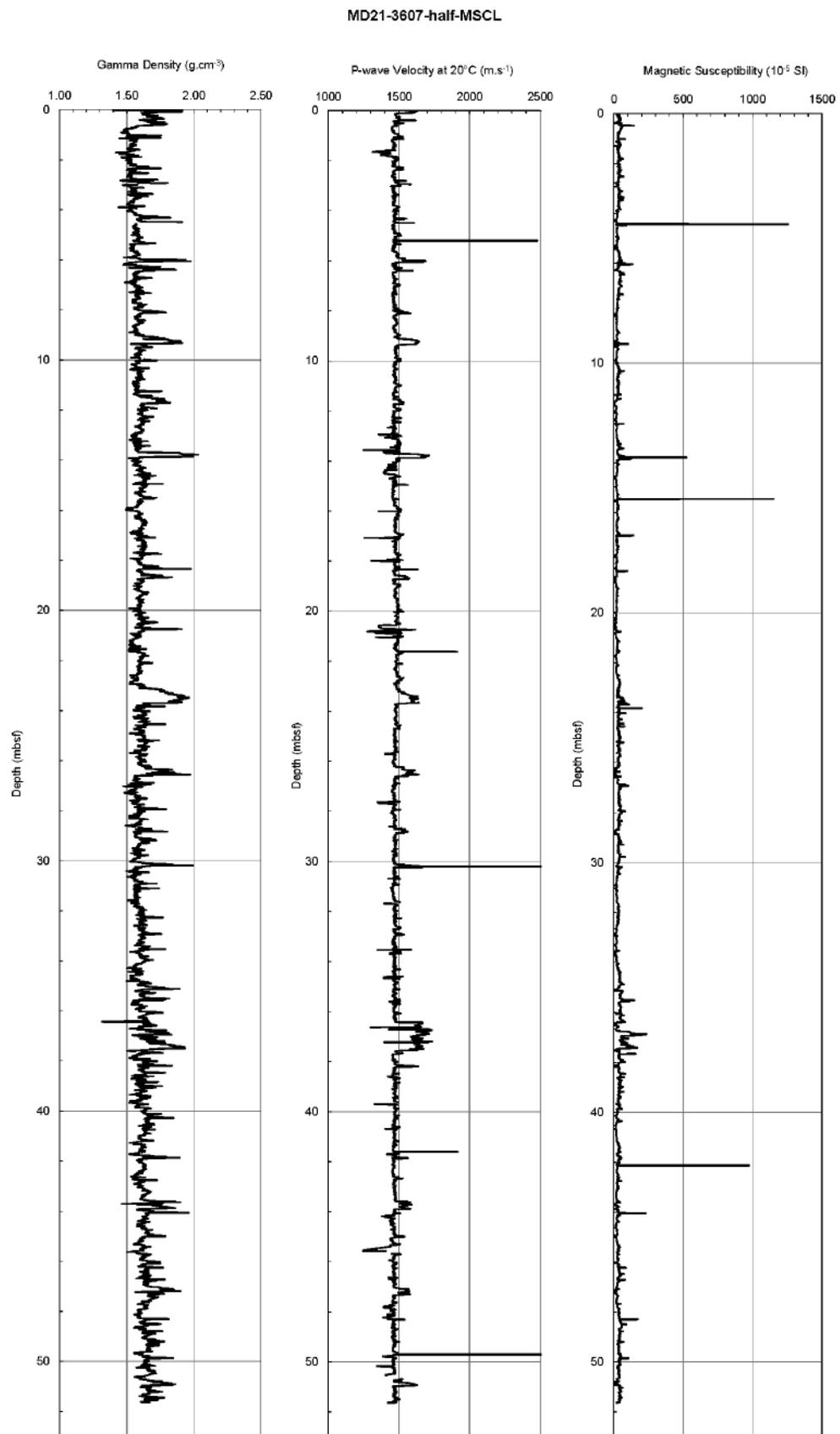


Figure 207 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3607

MD21-3607-half-SPECTRO

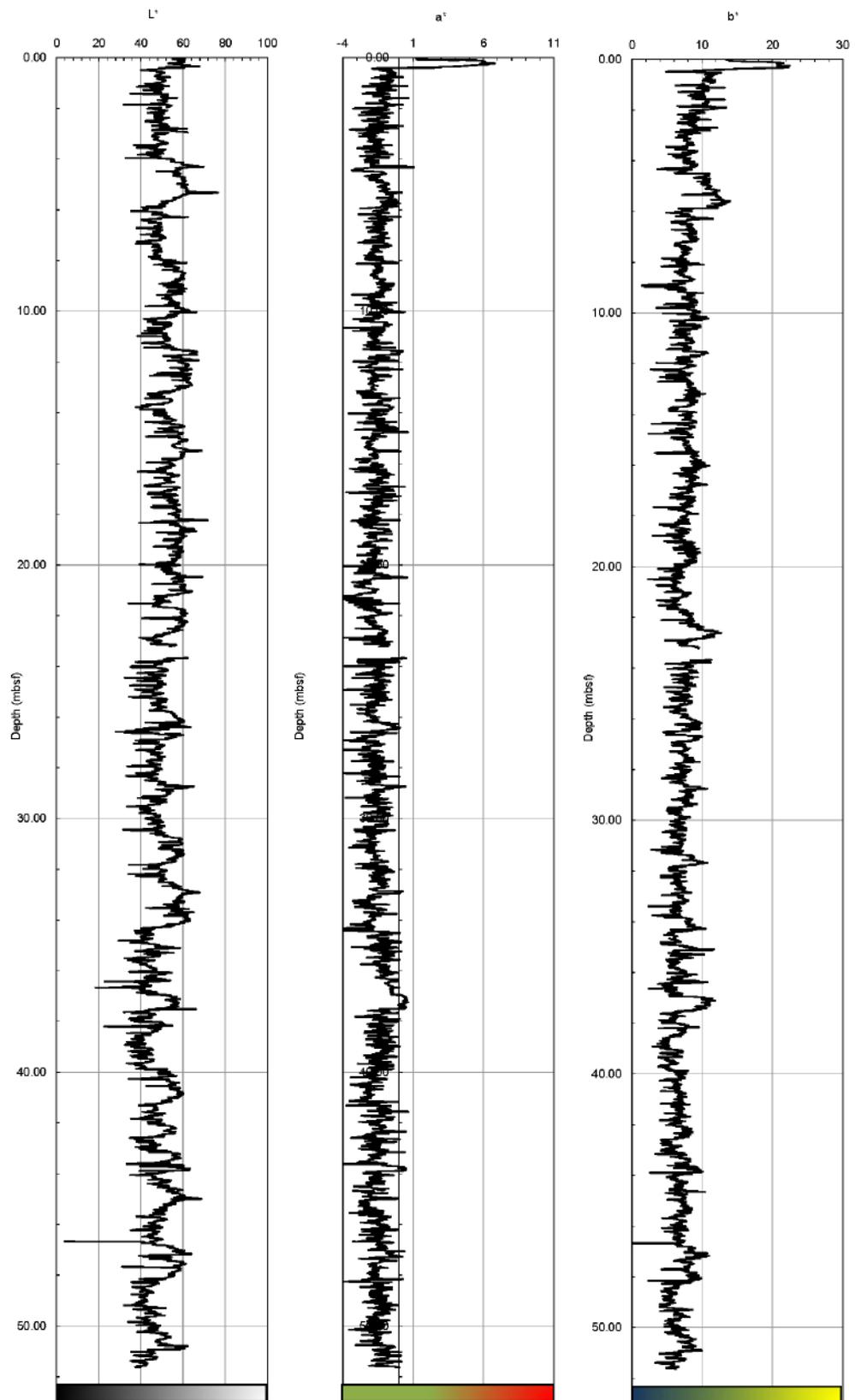


Figure 208 : Colorimétrie de la carotte MD21-3607

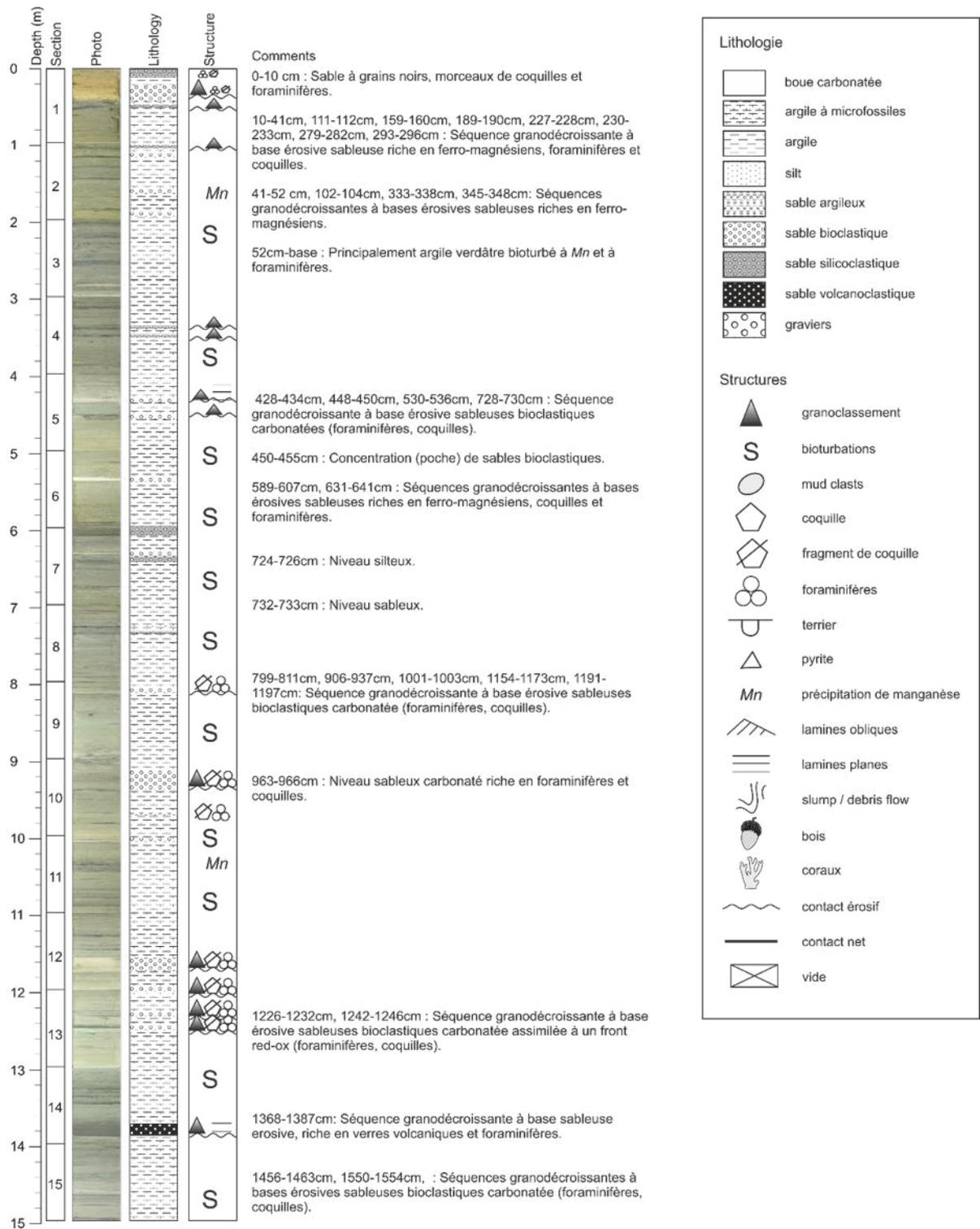


Figure 209 : Log de la carotte MD21-3607 1/4

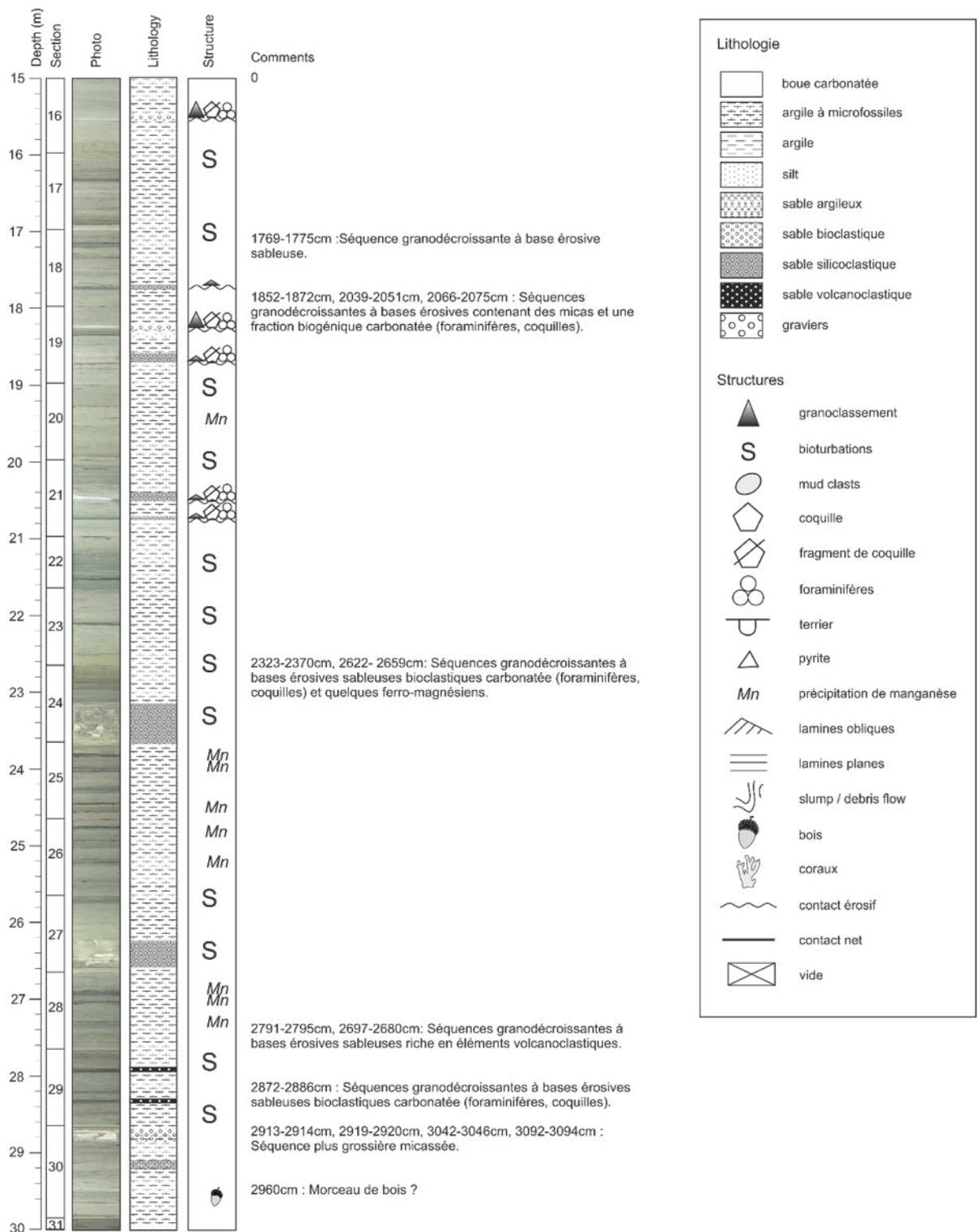


Figure 210 : Log de la carotte MD21-3607 2/4

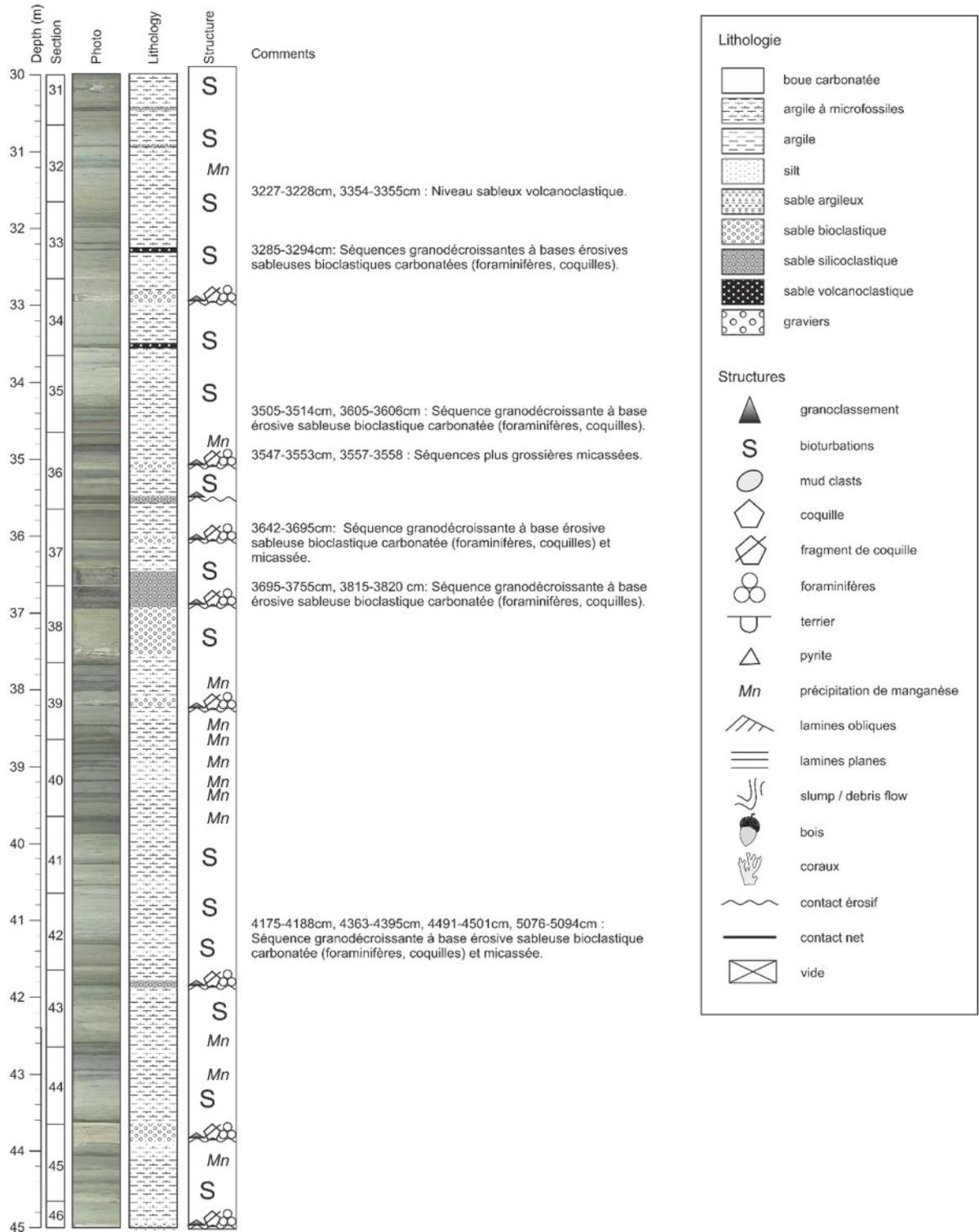


Figure 211 : Log de la carotte MD21-3607 3/4

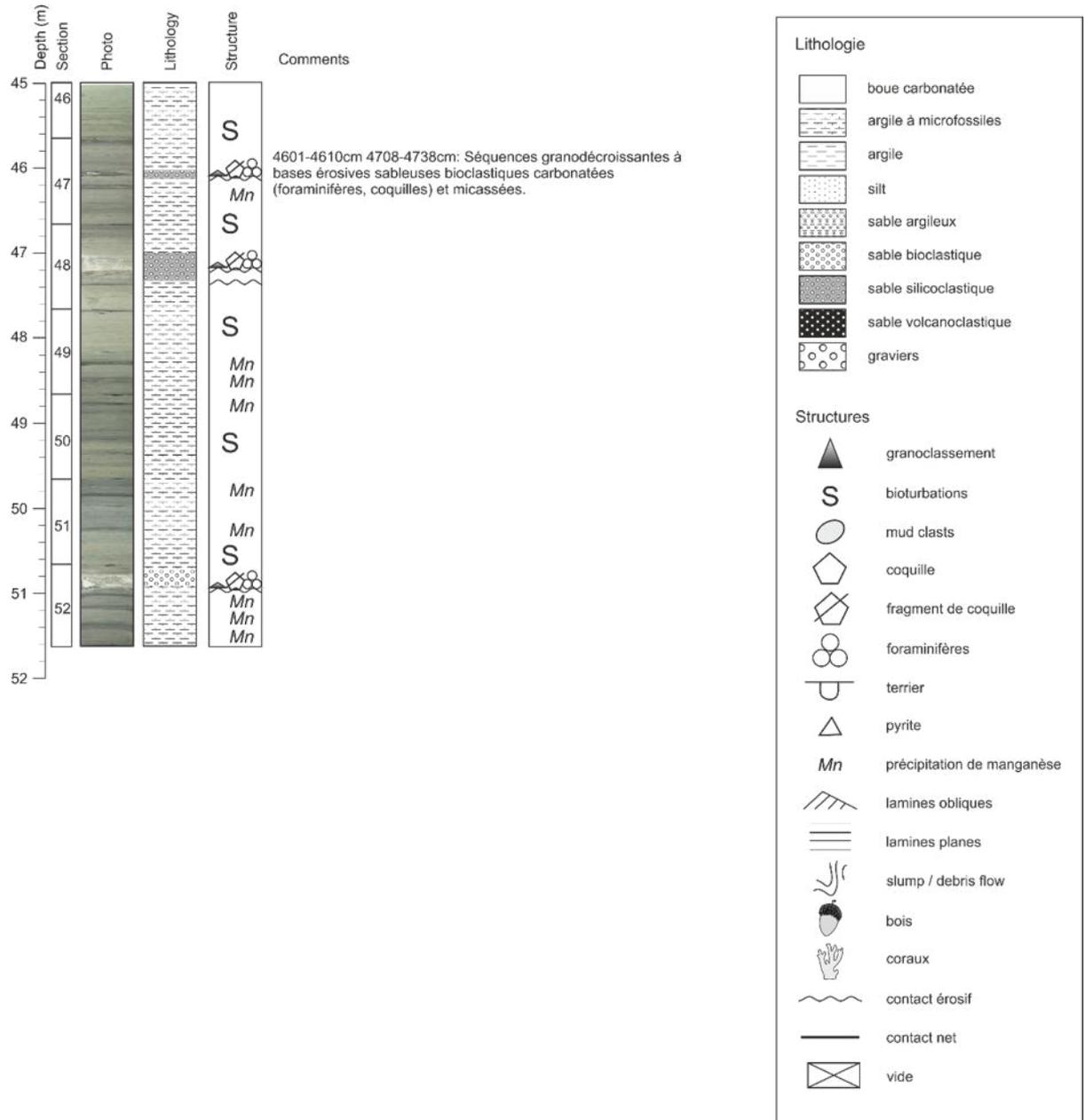


Figure 212 : Log de la carotte MD21-3607 4/4

9.12 Carotte MD21-3608 : nord du banc du banc Leven

9.12.1 Objectif spécifique

Les taux de sédimentation étant globalement très faibles dans la zone (de l'ordre de quelques centimètres/1000 ans), l'objectif de ce carottage était de se rapprocher du banc Leven afin de se rapprocher des sources continentales tout en restant dans la ZEE française. Ce site a été réalisé, malgré le risque de rencontrer des dépôts gravitaires, afin d'obtenir une résolution temporelle suffisante, idéalement dans l'Holocène pour des études paléoclimatiques

9.12.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 12/07/2021 avec un déclenchement vers 11:41. Le tube de 25,62 m a permis une récupération de 23,8 m en 24 sections.

9.12.3 Résultats

La carotte MD21-3608 présente une succession de 83 dépôts turbiditiques sablo-silteux centimétriques à décimétriques. Leur composition est majoritairement carbonatée : sables à foraminifères, fragments de coquilles et de pétales d'haliméda. Entre les dépôts turbiditiques, des argiles beiges à verdâtres présentant souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne
Core: MD21-3608 Date: 12/07/2021
Lat.: -12,04523 Long.: 47,7284

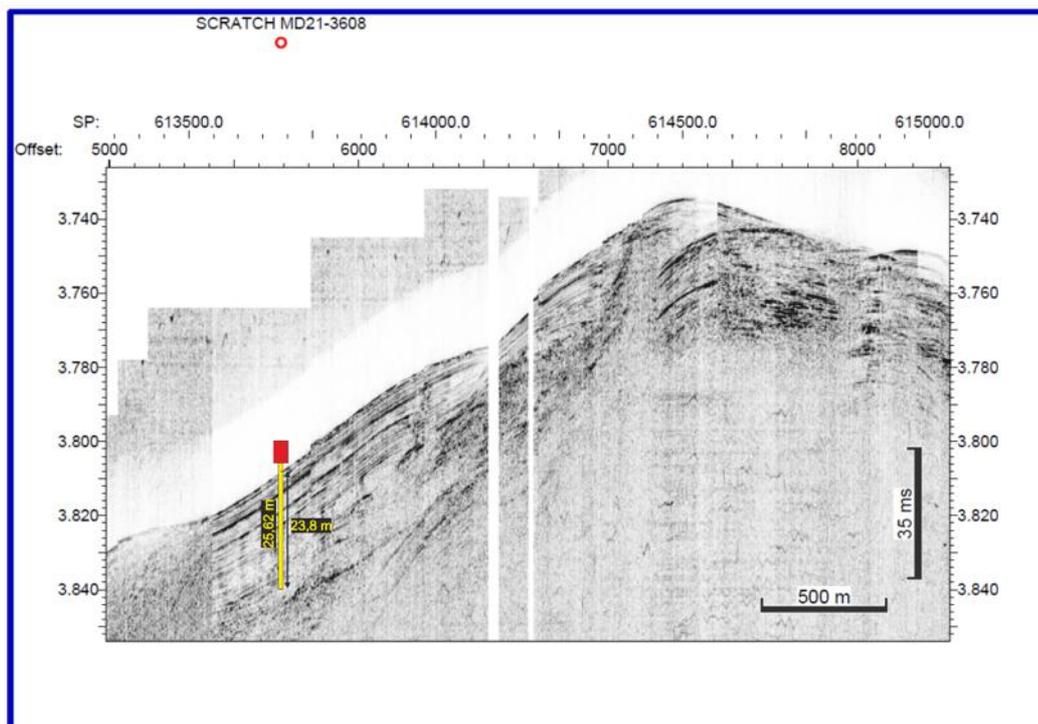
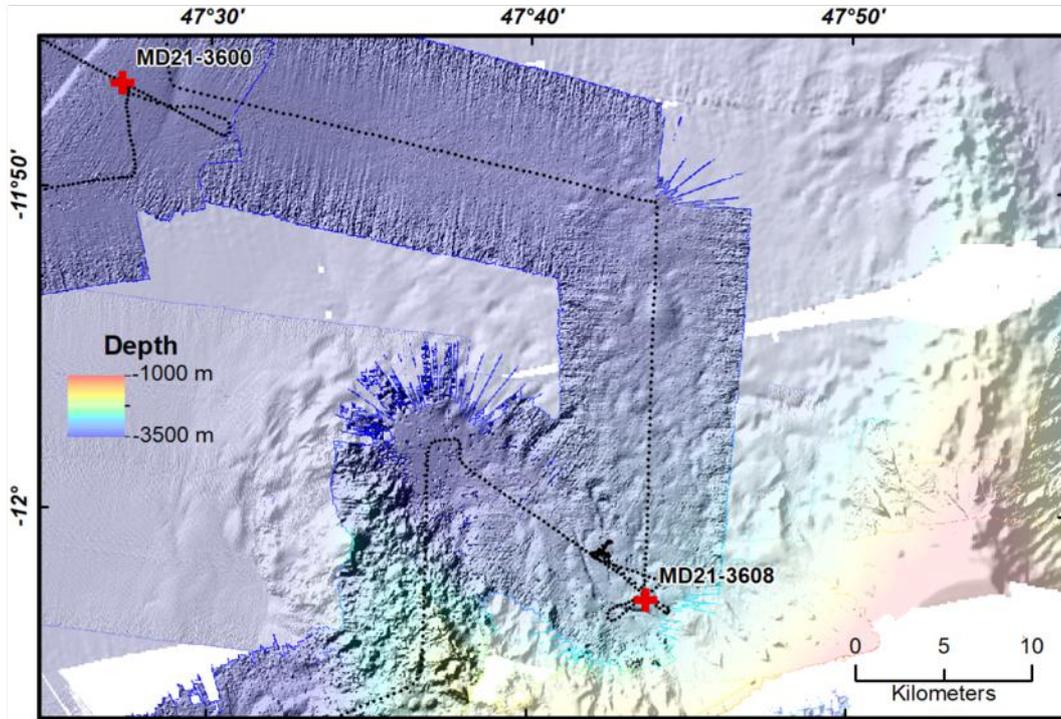


Figure 213 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3608



Coring sheet

Shift supervisor :

NumCamp SISMER

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	12/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	Nord banc du Leuven	<input type="text"/>

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="25.62"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="11:41:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="2857.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="13:34:00"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="23.8 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Sections count	<input type="text" value="24"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="93%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Ex	N	47	25.362
Lat :	S	12	2.714
Long :	E	47	43.704
Ex	W	003	22.356

Core name

Description
BUC/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 214 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3608

Core SCRATCH 2021 - MD21-3608
Kinematics

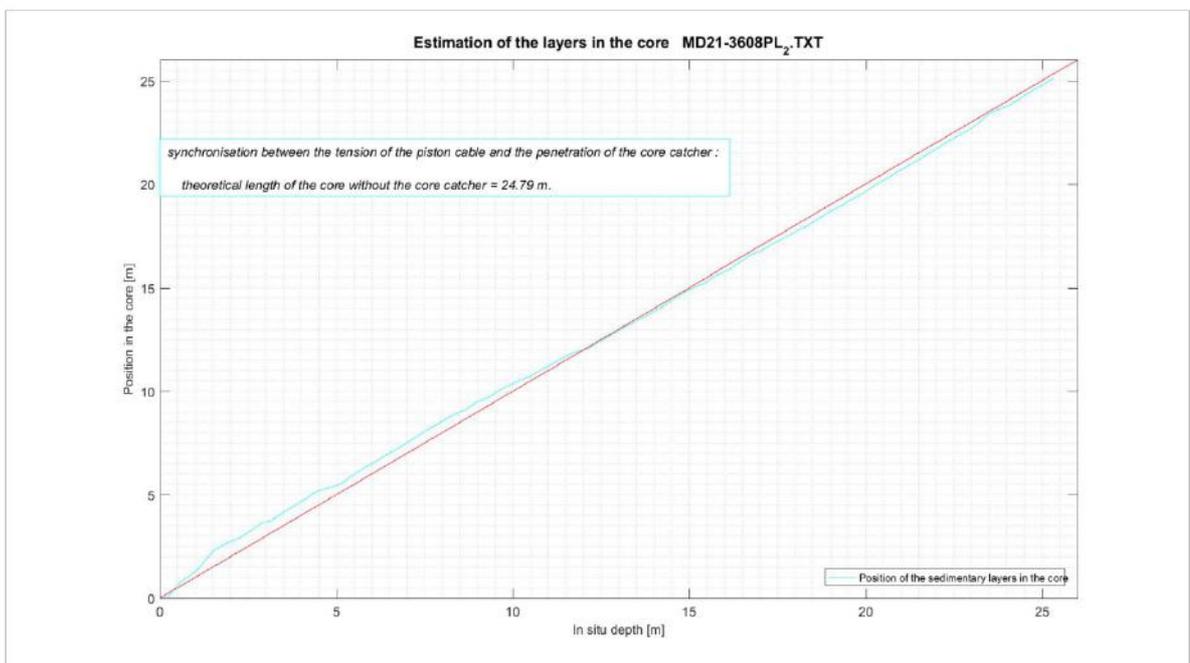
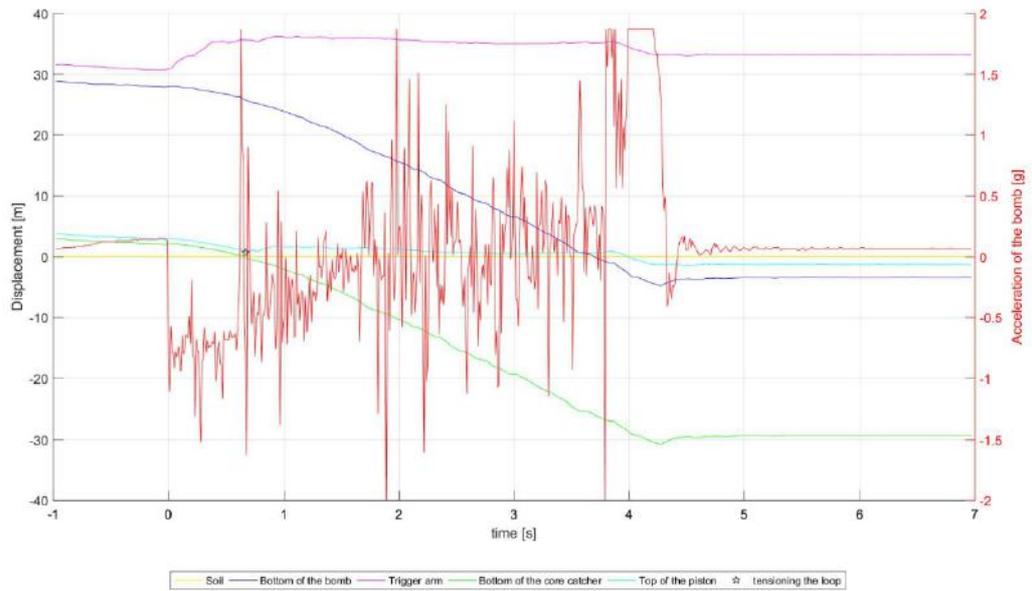


Figure 215 : Cinématique de carottage MD21-3608

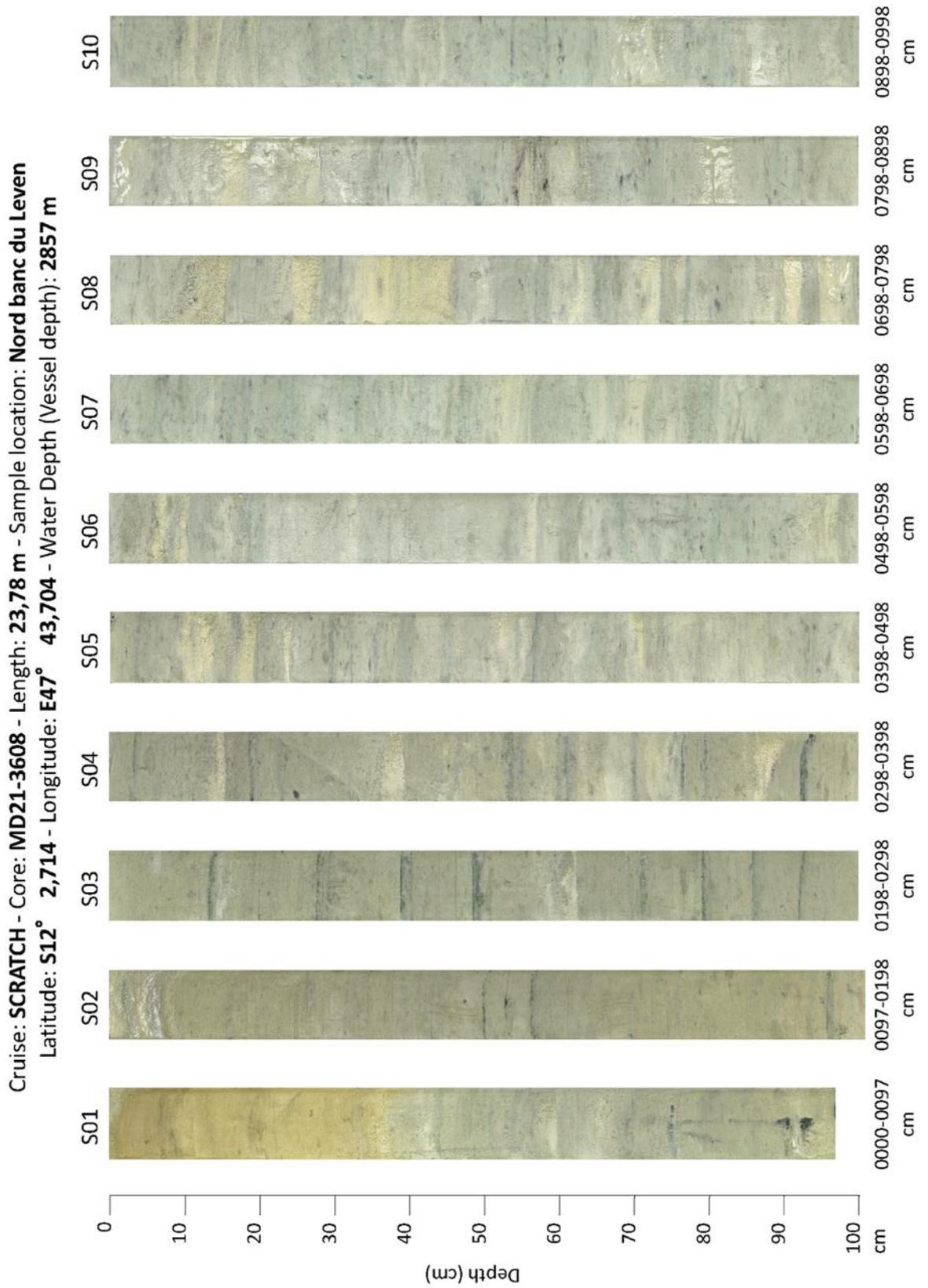


Figure 216 : Photographie des sections de la carotte MD21-3608, 1/3.

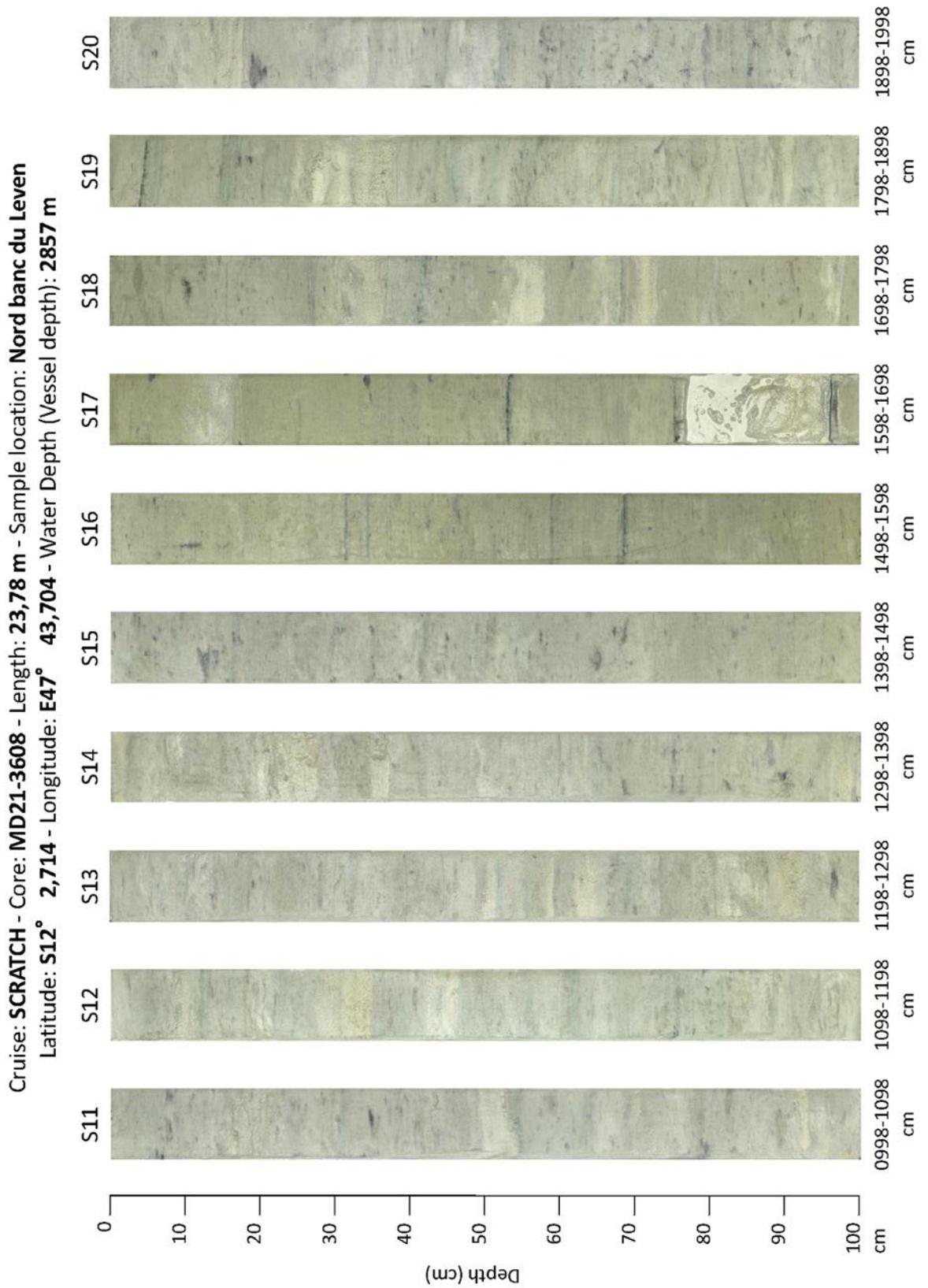


Figure 217 : Photographie des sections de la carotte MD21-3608, 2/3.

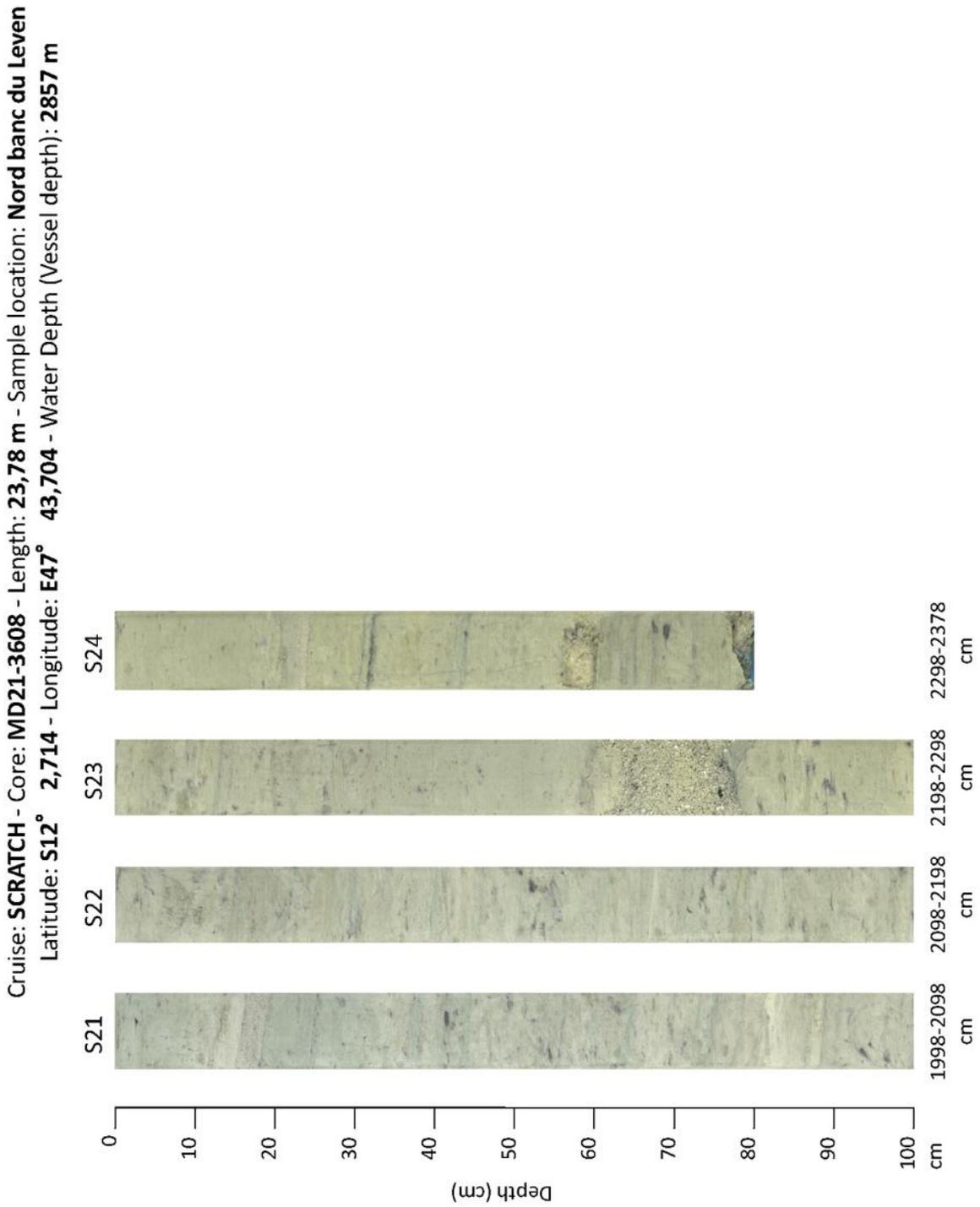


Figure 218 : Photographie des sections de la carotte MD21-3608, 3/3.

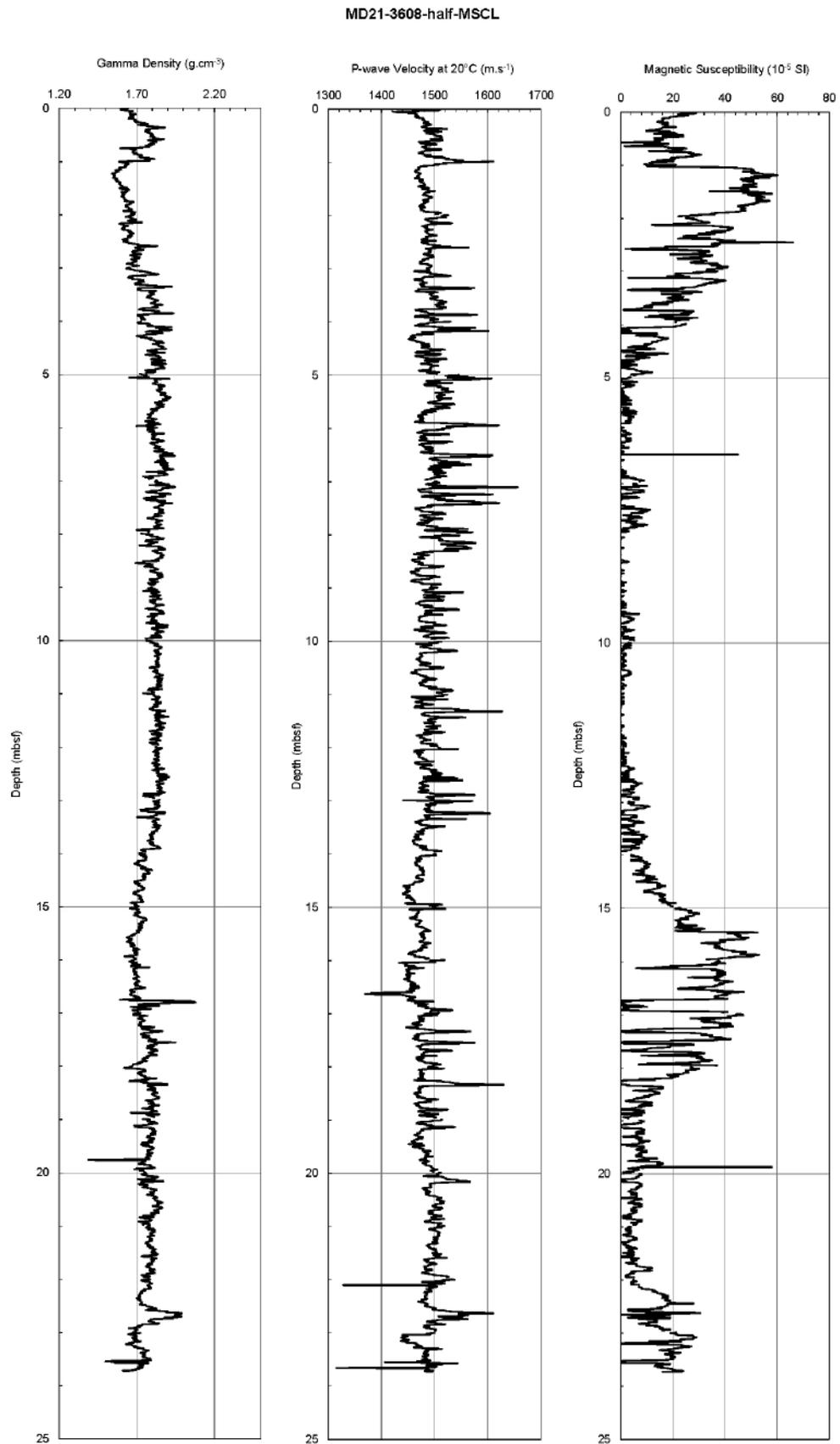


Figure 219 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3608

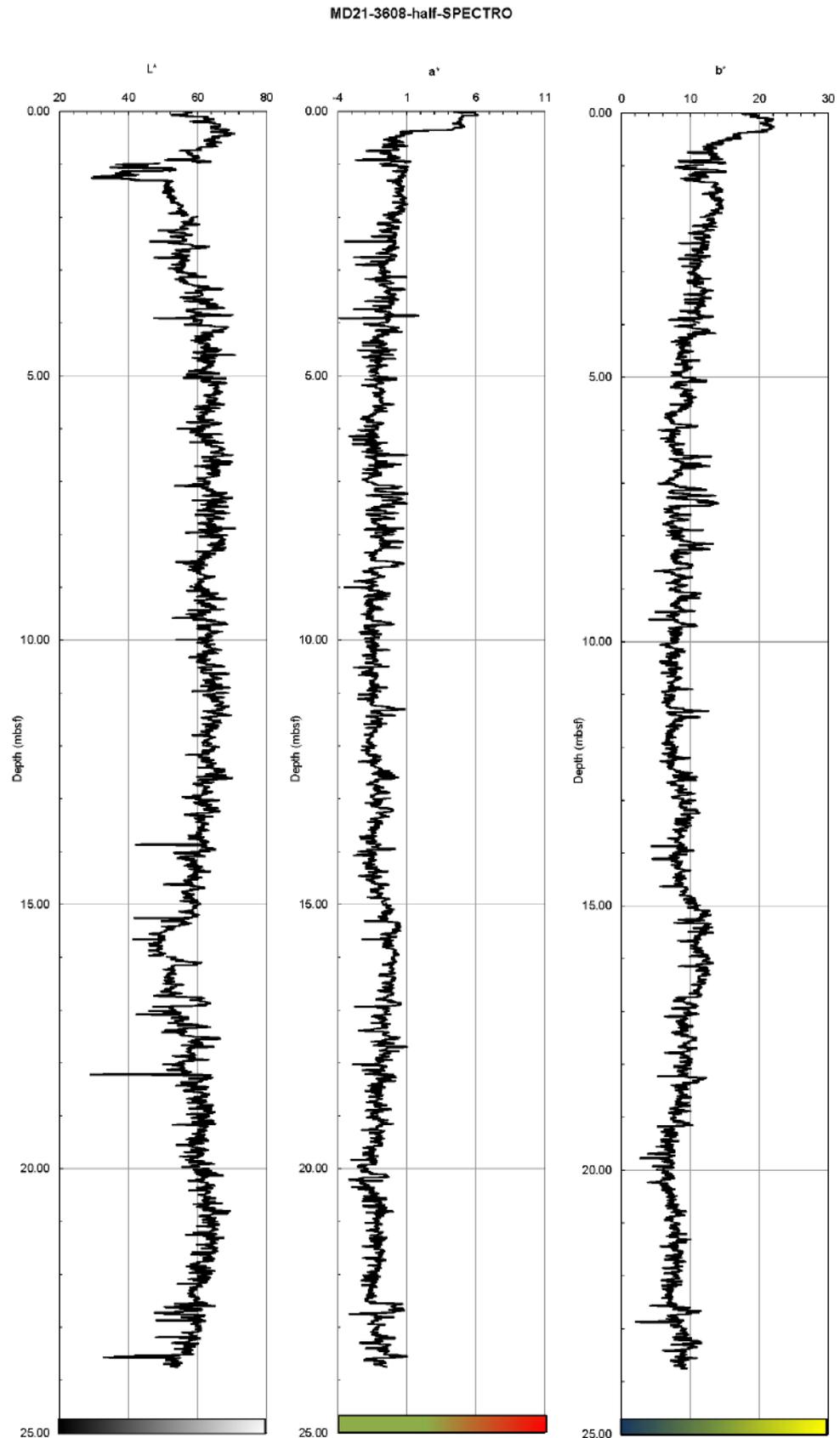


Figure 220 : Colorimétrie de la carotte MD21-3608

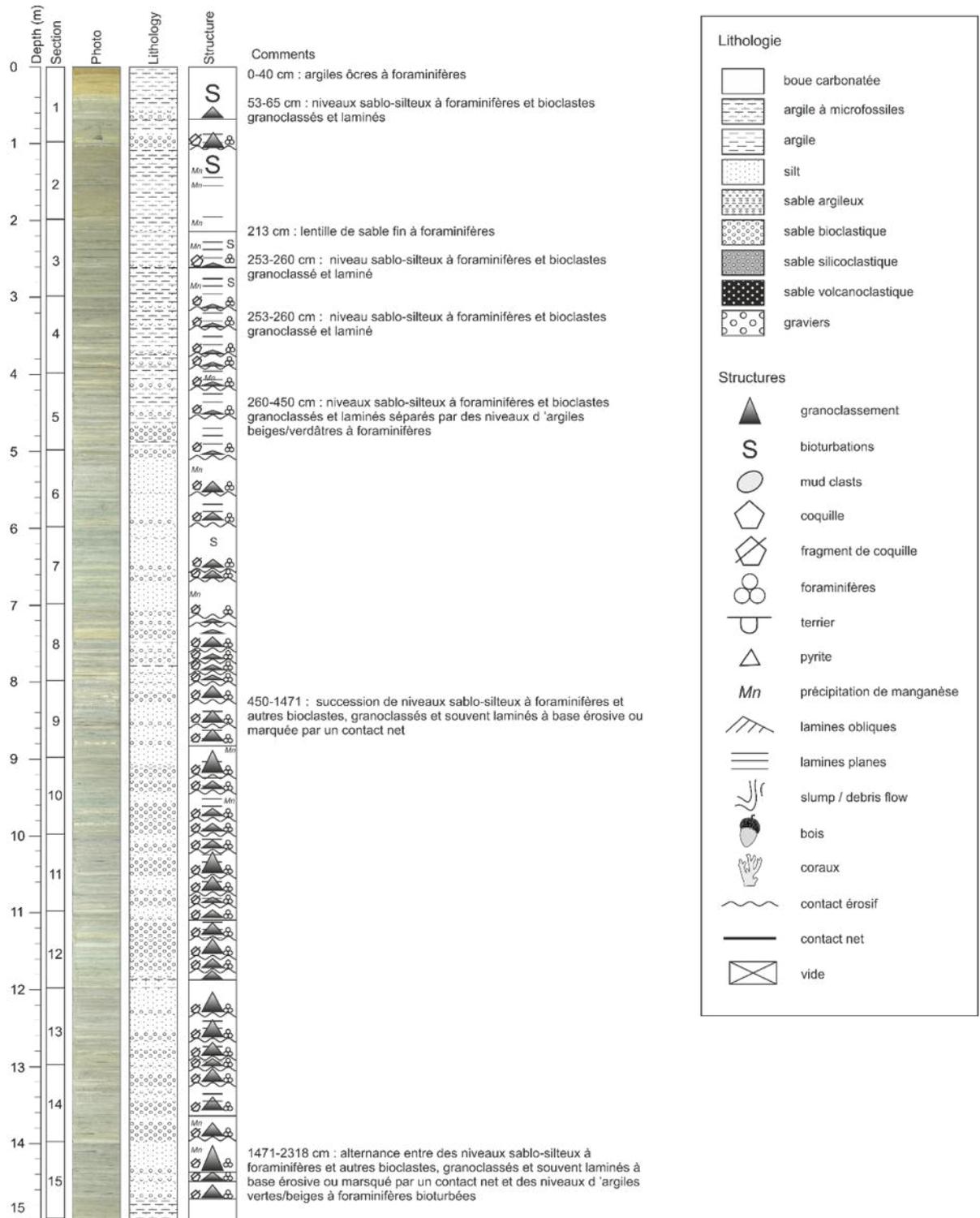


Figure 221 : Log de la carotte MD21-3608 1/2

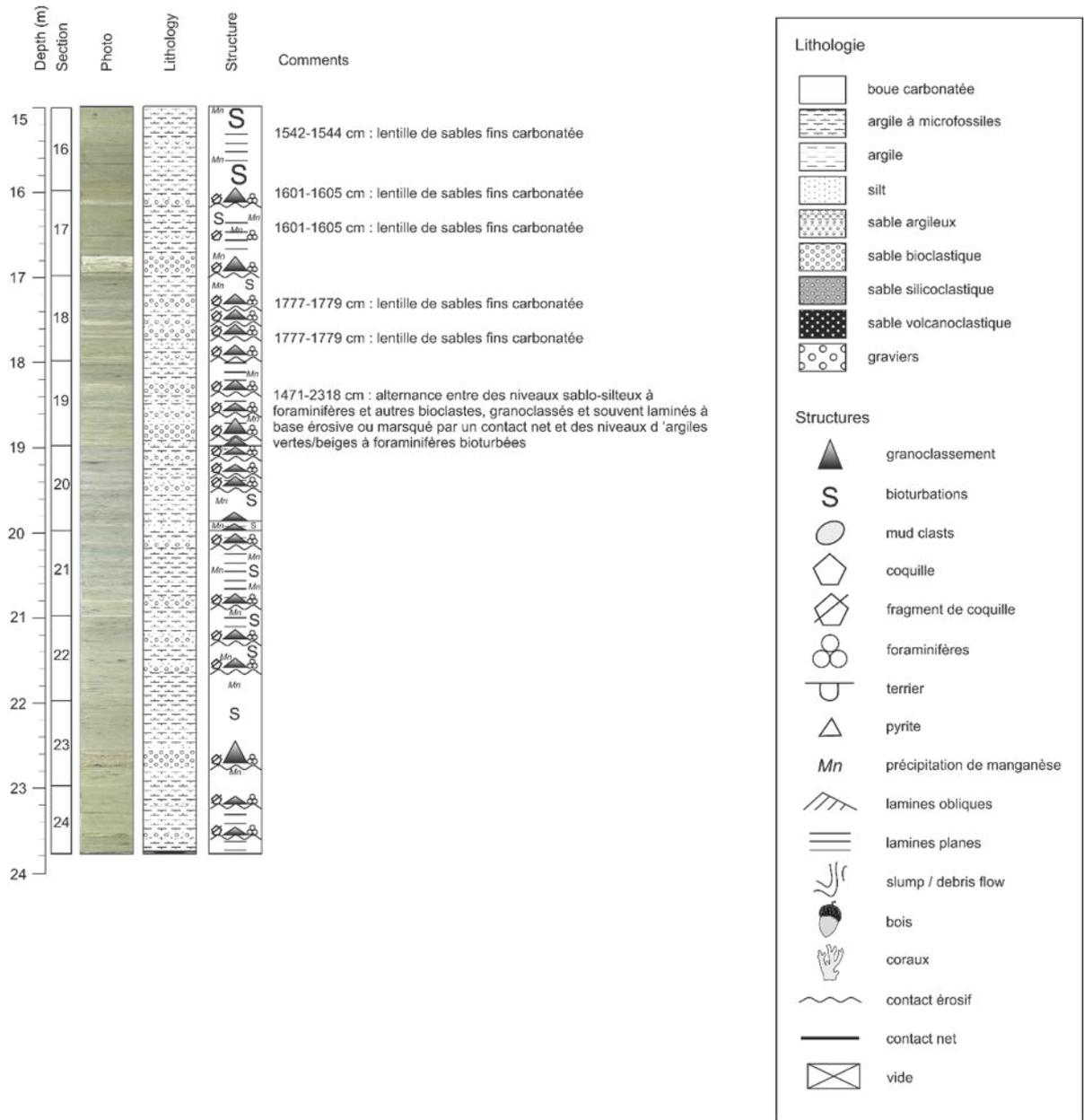


Figure 222 : Log de la carotte MD21-3608 2/2

9.13 Carotte MD21-3609 : nord-ouest des Glorieuses

9.13.1 Objectif spécifique

L'objectif de ce carottage était est de pouvoir dater et caractériser la nature des dépôts provenant de l'export de sédiments depuis le toit de la plate-forme de Glorieuses et accumulés au pied de l'archipel, dans sa partie nord-ouest.

9.13.2 Déroulement

Le carottage de type CALYPSO a eu lieu le 13/07/2021 avec un déclenchement vers 08:00. Le tube de 30,69 m a permis une récupération de 28,12 m en 29 sections. Les mesures de cinématique du carottage ne sont disponibles pour cette carotte.

9.13.3 Résultats

La carotte MD21-3609 présente une succession de 13 dépôts turbiditiques carbonatés centimétriques à décimétriques composés de sables à foraminifères, de fragments de bivalves, de bioclastes et de fragments de coraux pour certains. Trois dépôts décimétriques sont notables, de 85 cm (sections 8-9), 65 cm (section 15) et 80 cm (section 26). Entre les dépôts turbiditiques, des argiles beiges à verdâtres présentant souvent des taches sombres apparentées à des oxydes de manganèse, et des lamines vertes foncées ou sombres assimilables à des fronts Red-Ox sont visibles.

Cruise: SCRATCH 2021 Vessel: Marion Dufresne

Core: MD21-3609 Date: 13/07/2021

Lat.: -11,37573 Long.: 47,01188

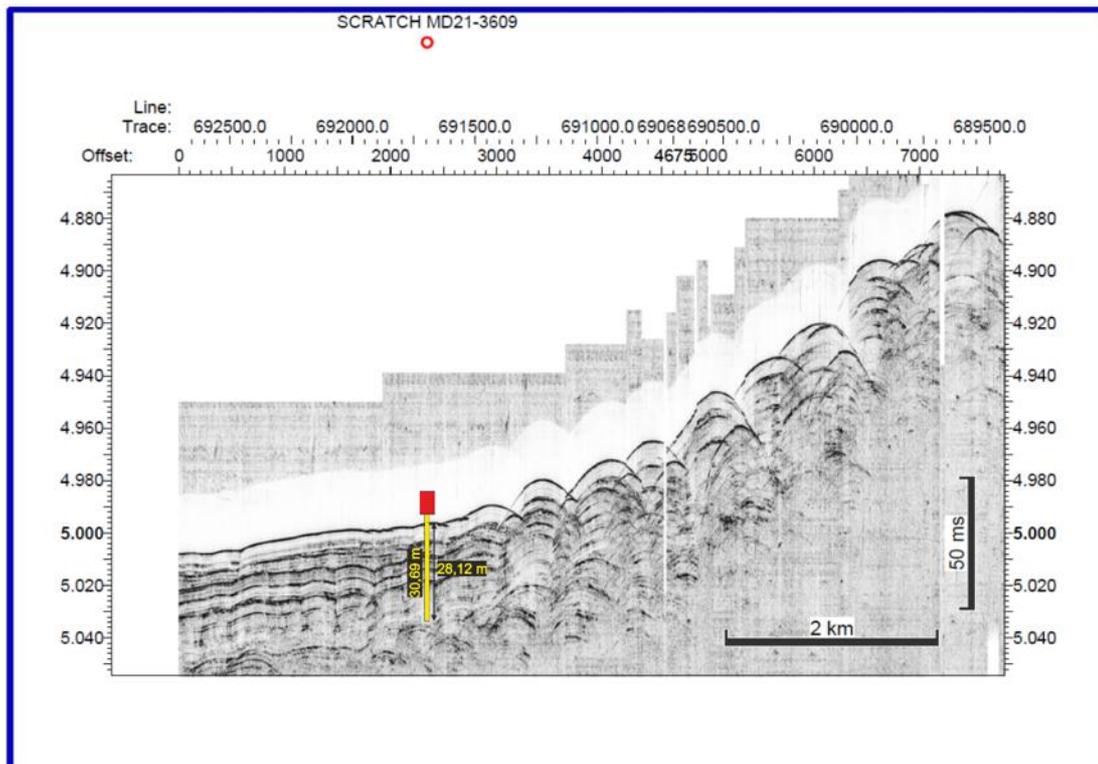
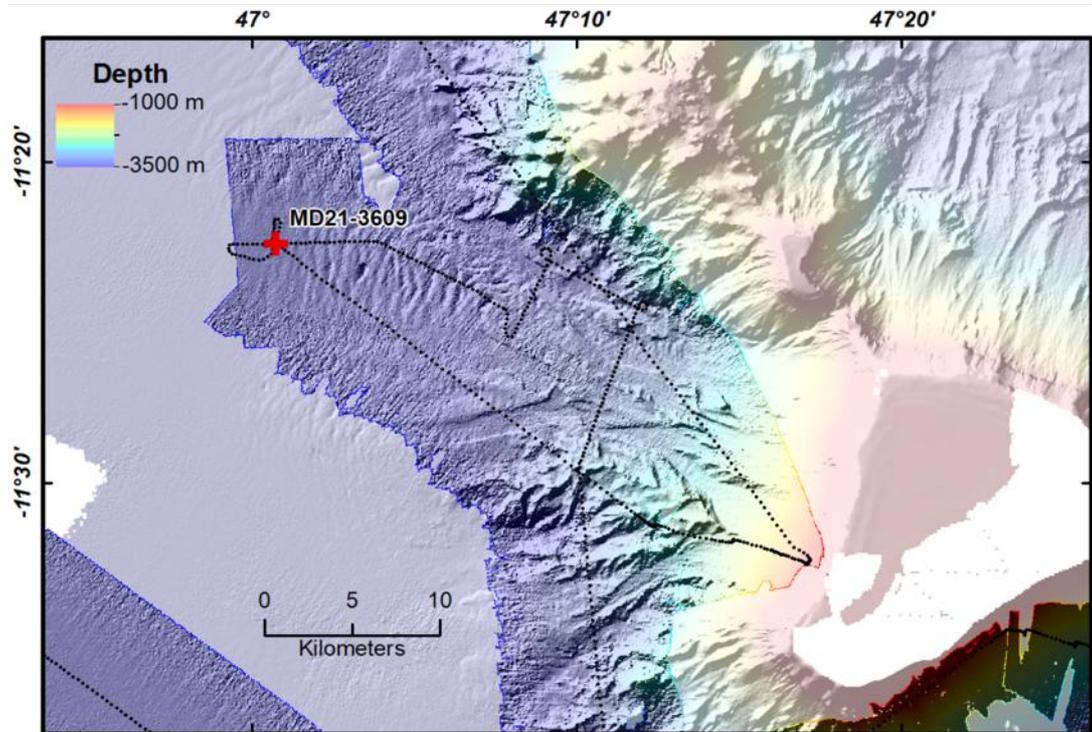


Figure 223 : Bathymétrie et profil SDS au niveau du site de carottage MD21-3609



Coring sheet

Shift supervisor :

VESSEL	CRUISE	DATE	SITE	Theoretical Station
Marion Dufresne	SCRATCH	13/07/2021 <small>dd/mm/yyyy</small>	N.O. Glorieuses	

Corer type	<input type="text" value="CALYPSO"/>	Mass units number (ingots or ballast)	<input type="text"/>
Tube length (m)	<input type="text" value="30.69"/>	Total mass of air core	<input type="text"/>
Pilot corer (1 = Yes / 0 = No)	<input type="text" value="Non"/>	Free fall (m)	<input type="text"/>
Total mass of the corer in the water (t)	<input type="text" value="6.700 t"/>	Loop (m)	<input type="text"/>
Corer outboard (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="06:30"/>	Piston cable length (m)	<input type="text"/>
Launching (hh:mm) (UT)	<input type="text" value="08:00:00"/>	Pilot cable length (m)	<input type="text"/>
Line spun (m)	<input type="text"/>	Water depth (m) (Vessel depth)	<input type="text" value="3761.0 m"/>
Corer on board (hh:mm) (UT)	<input type="text"/>	Tension max (t)	<input type="text"/>
Penetration (visual measurement)	<input type="text"/>	Extraction (t)	<input type="text"/>
Penetration (measured by kinematics)	<input type="text"/>	Core length (m)	<input type="text" value="28.1 m"/>
Penetration rate (penetration/L_tube)	<input type="text" value="0%"/>	Sections count	<input type="text" value="29"/>
Gross recovery rate (L_core/L_tube)	<input type="text" value="92%"/>	Length pilot corer (m)	<input type="text" value="#"/>
Net recovery rate (L_core/L_penetration)	<input type="text"/>		

Position	Ex	N	47	25.362
Lat :	S	11	22.544	
Long :	E	47	0.713	
	Ex	W	003	22.356

Core name

Description
BUC/Posidonia
Seabed description
Secondary instrument <i>ex: Gopro; Flux de chaleur</i>
Incidents

Figure 224 : Fiche descriptive de la carotte MD21-3609

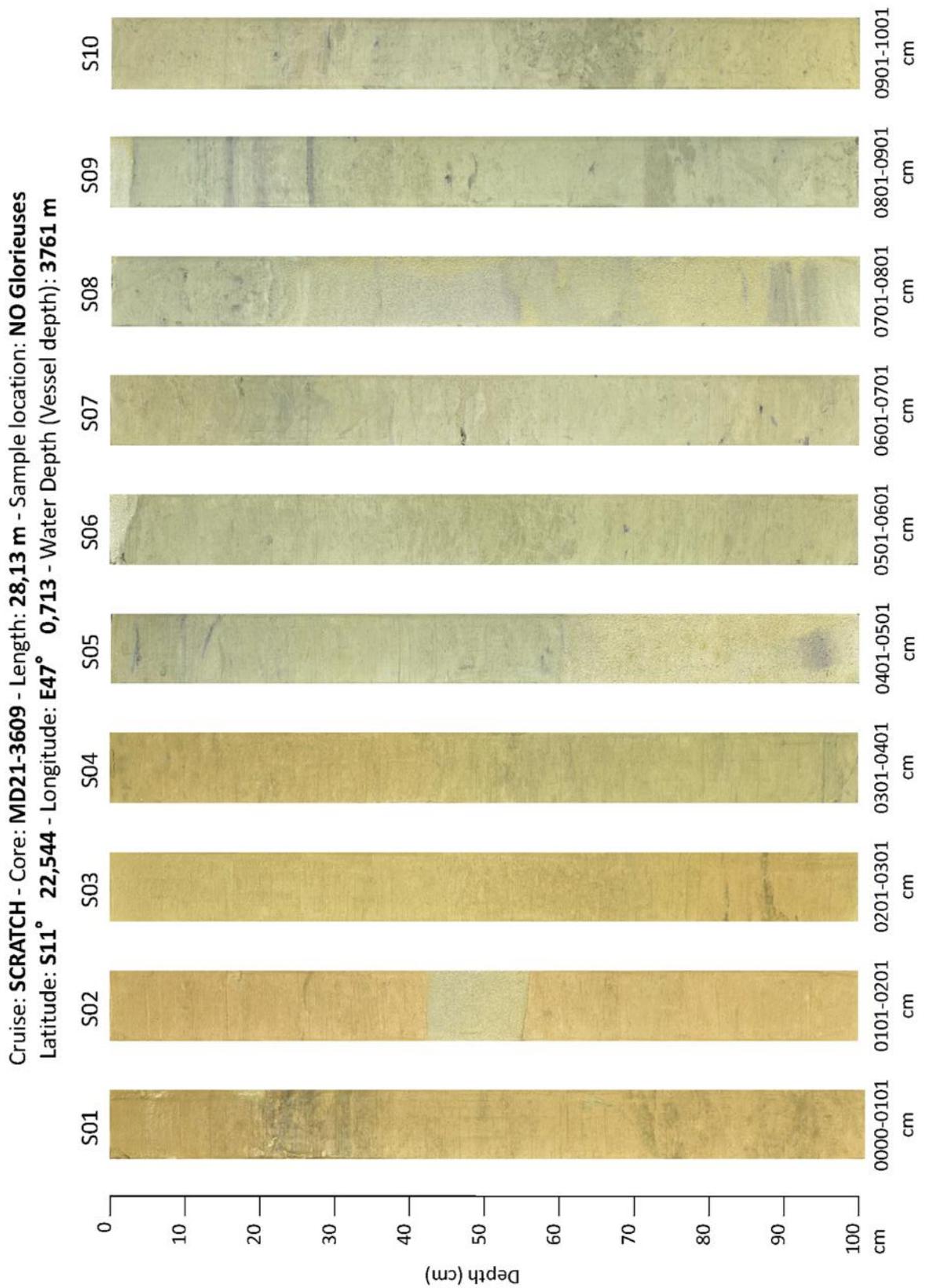


Figure 225 : Photographie des sections de la carotte MD21-3609, 1/3.

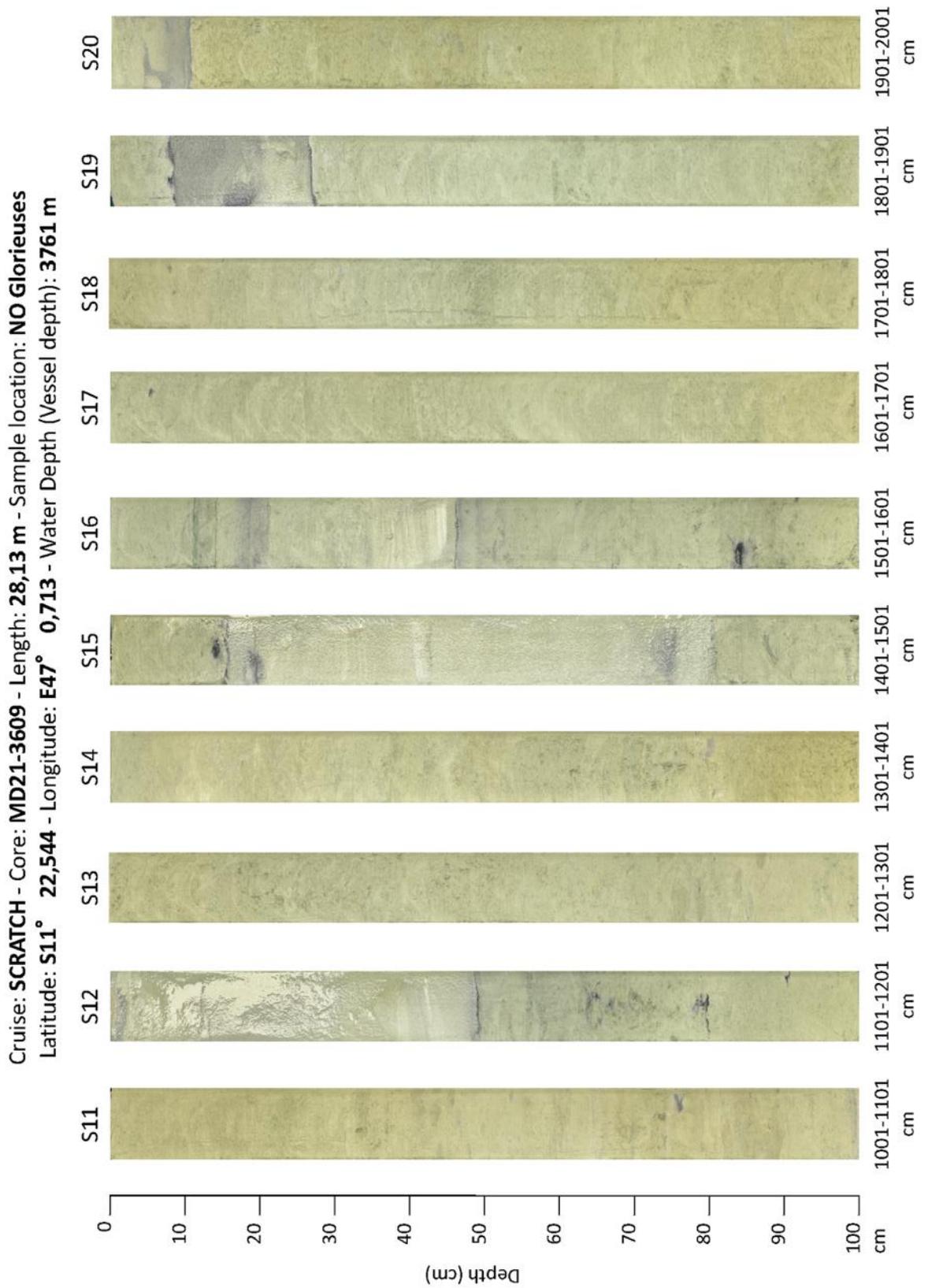


Figure 226 : Photographie des sections de la carotte MD21-3609, 2/3.

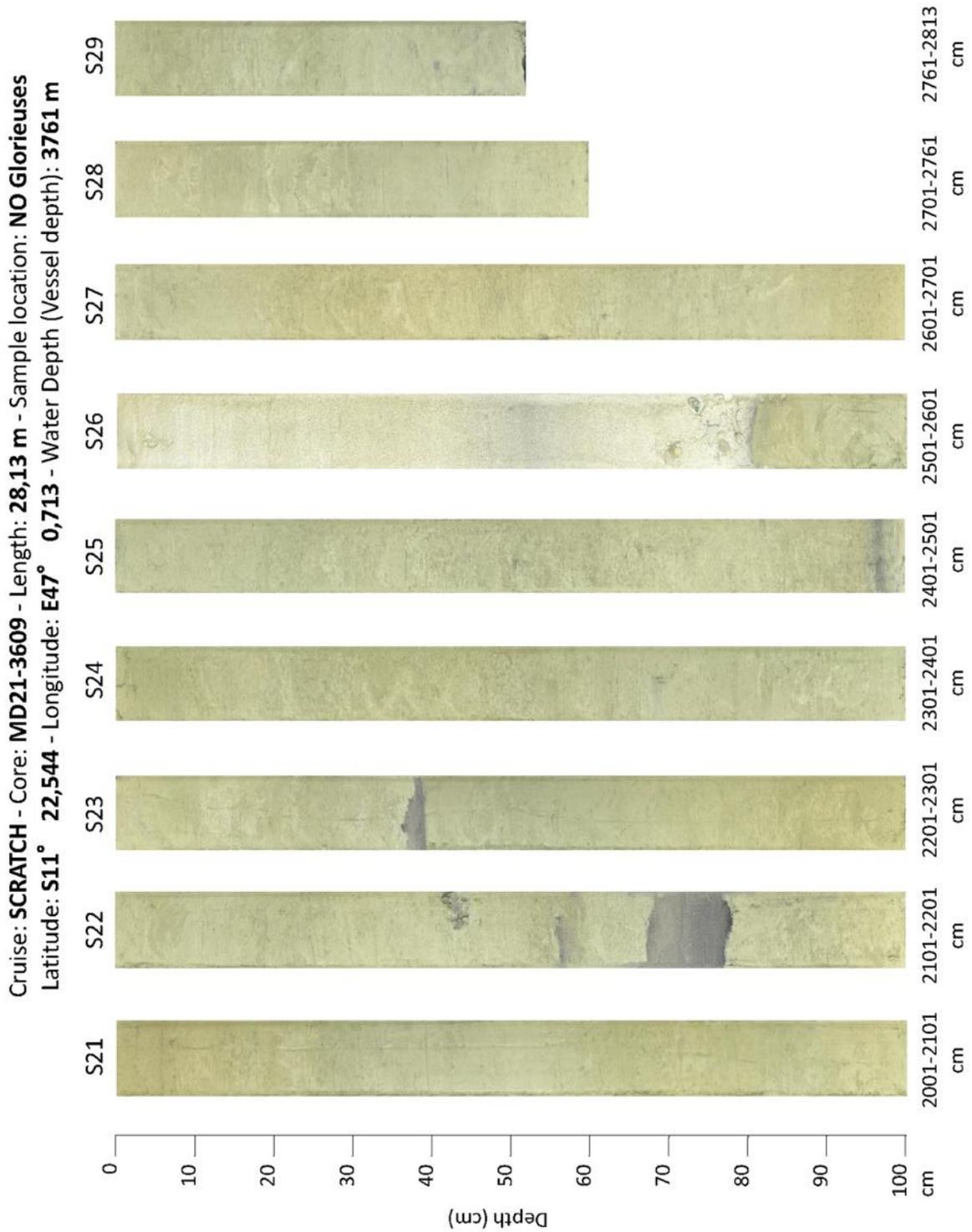


Figure 227 : Photographie des sections de la carotte MD21-3609, 3/3.

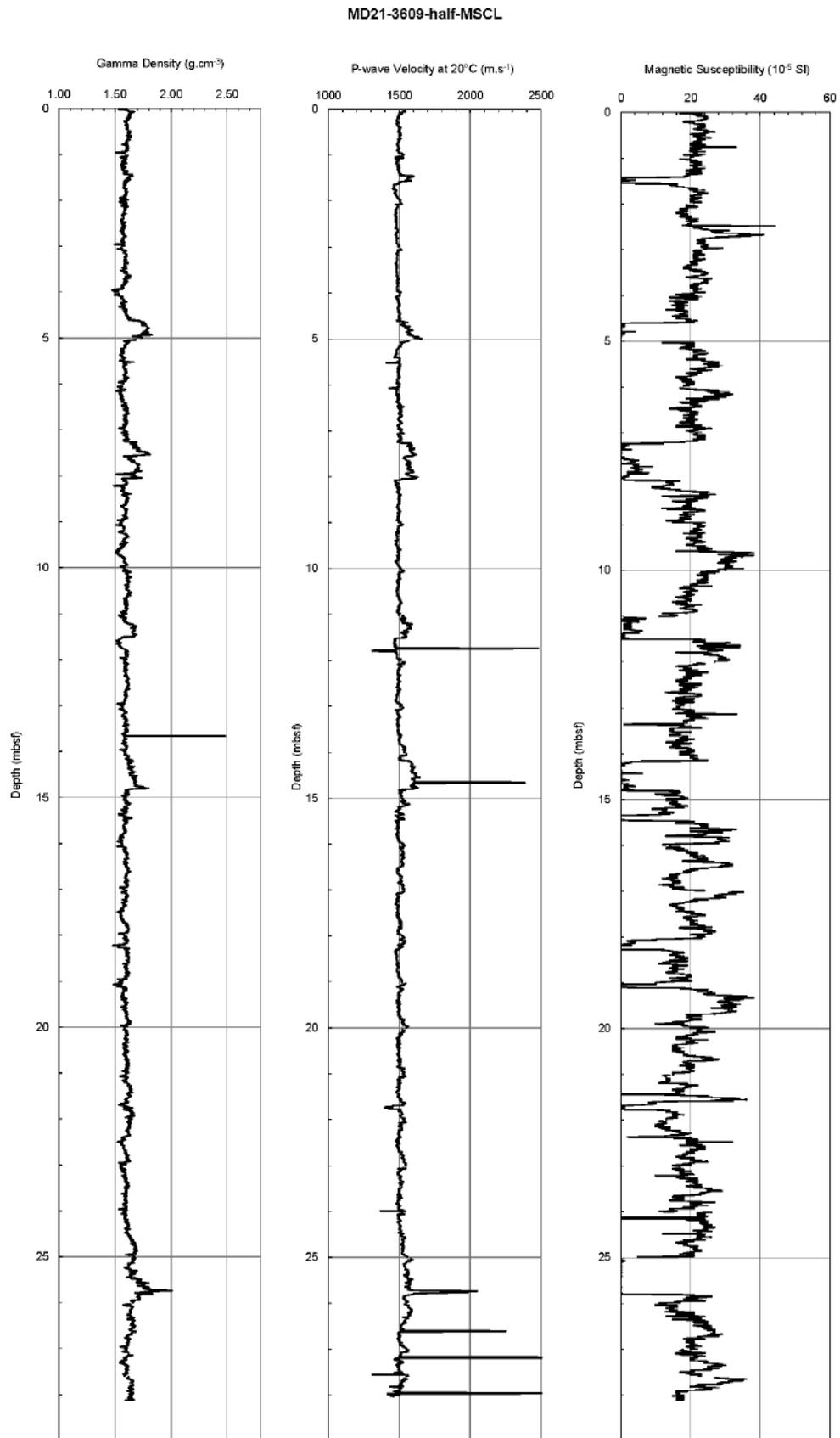


Figure 228 : Propriétés physiques de la carotte MD21-3609

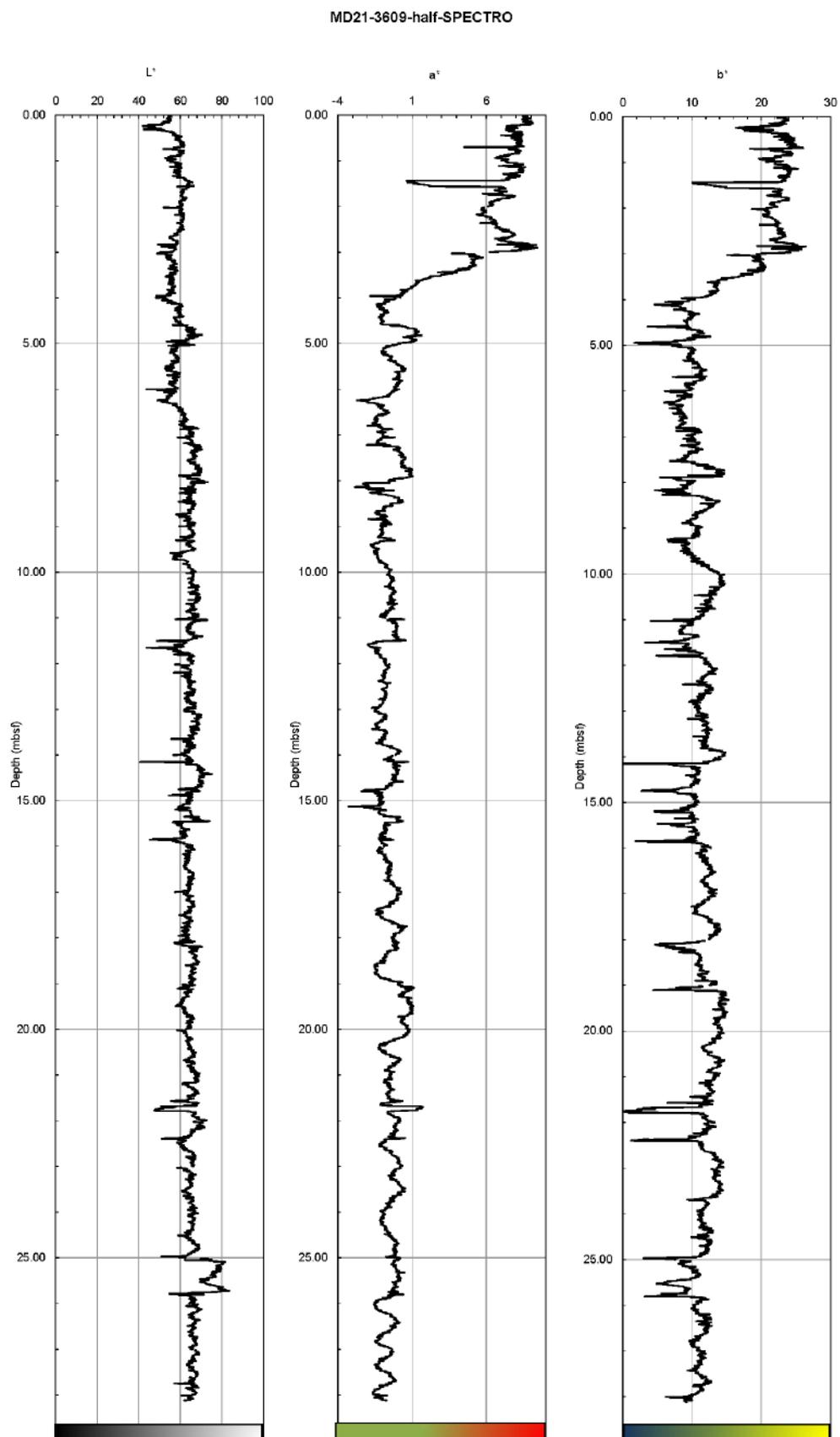


Figure 229 : Colorimétrie de la carotte MD21-3609.

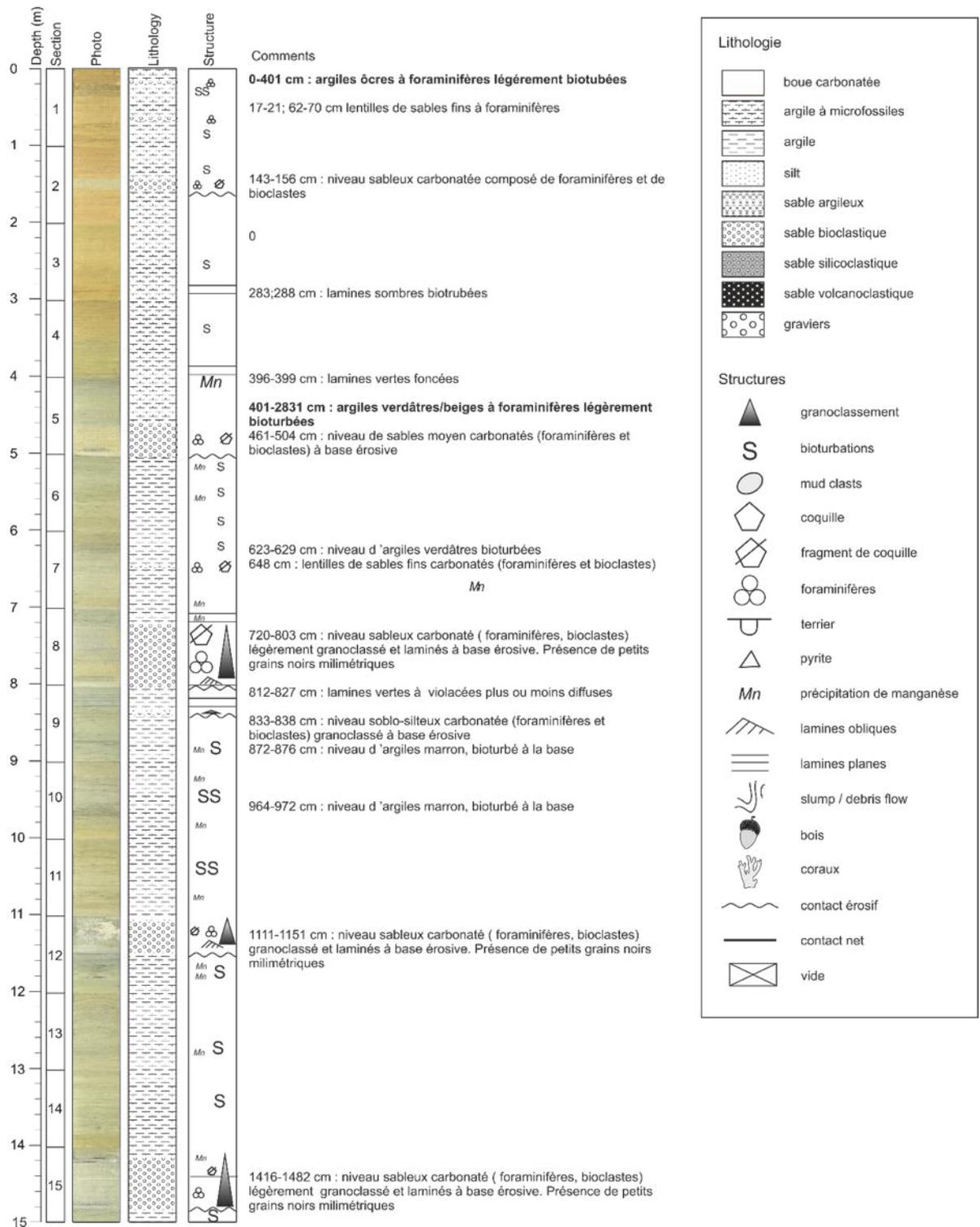


Figure 230 : Log de la carotte MD21-3609 ½

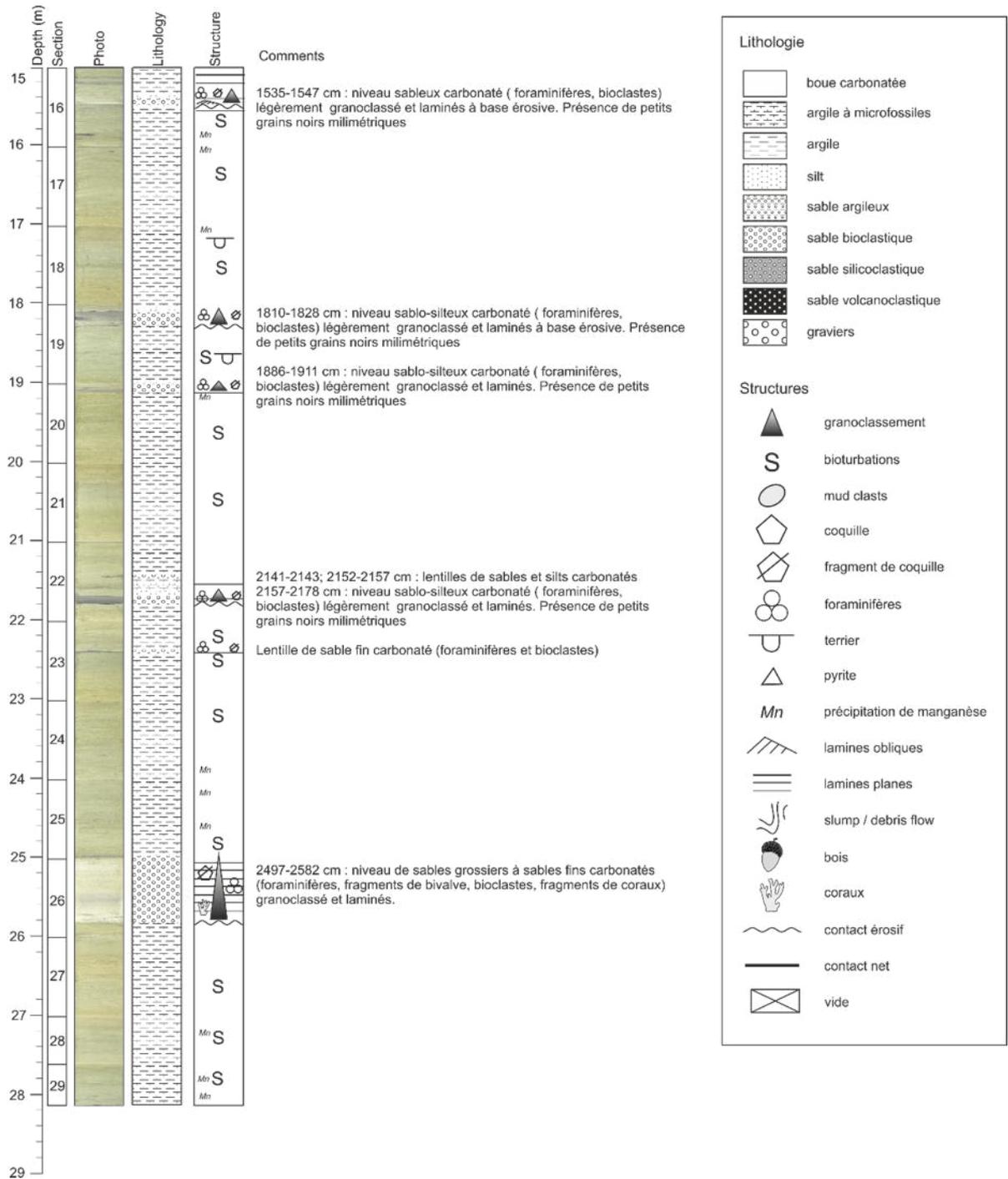


Figure 231 : Log de la carotte MD21-3609 2/2

10 Champ magnétique

10.1 Dispositif d'acquisition du champ magnétique

Un seul dispositif d'acquisition du champ magnétique a été utilisé pendant la campagne SCRATCH, il s'agit d'un magnétomètre IPEV SeaSPY 2 (Marine Magnetics) tracté derrière le navire pendant les temps de transit (acquisition en vitesse de transit, à environ 12 nœuds)

Le magnétomètre SeaSPY2 de Marine Magnetics est équipé d'un capteur Overhauser. Il est tracté à une profondeur variant de 5 à 200 m environ 300 m derrière le navire, soit un déport de 340 m depuis le point de référence du navire. Il autorise des vitesses d'acquisition de l'ordre de 12 nœuds, idéal en transit. Le champ total est mesuré en continu à une cadence de 1 Hz. L'acquisition des données a été faite à l'aide du logiciel BOB.



Figure 232 : Magnétomètre SeaSPY2

10.2 Période d'acquisition et avarie

A partir du 5 Juillet 2021 à 8h37 le capteur Overhauser a cessé de fonctionner (semble-t-il du fait d'une rupture d'étanchéité du boîtier abritant le capteur) n'autorisant ainsi plus l'acquisition des données à partir de ce moment-là.



Figure 233 : Magnétomètre SeaSPY2 démonté suite à la défaillance du capteur Overhauser (en haut à gauche)

11 Droit de diffusion – partage-sauvegarde des données

Auteurs : Chefs de mission

11.1 Données antérieures

Les données antérieures, utilisées dans le cadre de la campagne SCRATCH et mises à disposition de l'équipe SCRATCH, se doivent d'être citées pour toute utilisation.

Dans le cadre de la campagne SCRATCH, de nombreuses données publiques, acquises lors de campagnes antérieures par différents organismes et dans le cadre de différents projets, sont mis à disposition. Elles se doivent d'être citées pour toute utilisation de communication. Ces données ne peuvent pas être diffusées à autrui, ni être utilisées pour un autre motif et ni être vendues.

Le listing des données ainsi que leurs références, à citer obligatoirement pour toutes utilisations et communications, est fourni en Annexe 1.

11.2 Données SCRATCH

Les données acquises dans le cadre de la campagne SCRATCH sont soumises à des droits de diffusion et d'utilisation. La campagne SCRATCH a un DOI 10.17600/18002274

Toutes utilisations ou fourniture de la donnée à des tierces personnes, hors SCRATCH, doivent être soumis aux trois chefs de missions.

11.3 Devoir de sauvegarde des données et des résultats

Les métadonnées seront renseignées sur le portail InfoTerre©.

Les données brutes sont sauvegardées à SISMER et en base de données BGM du BRGM.

Les données traitées seront sauvegardées en base de données BRGM (BGMg), avec fiche de métadonnées et selon le format RGF.

Les carottages et dragages seront déclarés en Base du Sous-Sol (BSS) conforme au code minier.

L'ensemble des échantillons dragués au cours de la campagne SCRATCH sont stockés au **Laboratoire GéoSciences Réunion**, Faculté des Sciences et Technologies, 15 Avenue René Cassin, CS 92003, 97744 ST DENIS CEDEX 9, Bâtiment S1 ainsi qu'au **Laboratoire Magmas et Volcans**, Université Clermont Auvergne, 6 avenue Blaise Pascal, F-63178 AUBIERE cedex.

Les carottes sont stockées au Centre de Ressources en Échantillons et Archives Marins (CREAM) de l'Ifremer, 1625 route de Sainte-Anne, CS 10070 - 29280 Plouzané

12 Références

12.1 Références bibliographiques

Abram, N. J. et al. Palaeoclimate perspectives on the Indian Ocean Dipole. *Quat. Sci. Rev.* 237, 106302 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106302>

Andresen, N., Reijmer, J.J.G., Droxler, A.W., (2003). Timing and distribution of calciturbidites around a deeply submerged carbonate platform in a seismically active setting (Pedro Bank, Northern Nicaragua Rise, Caribbean Sea). *Int. J. Earth Sci.* 92, 573–592. <https://doi.org/10.1007/s00531-003-0340-0>

Bakun A. (2006) Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae : opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Scientia Marina* 70, S2. <https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70s2105>

Bé AWH, Hutson WH (1977) Ecology of planktonic foraminifera and biogeographic patterns of life and fossil assemblages in the Indian Ocean. *Micropaleontology* 23: 369-414.

Beaufort, L., T. de Garidel-Thoron, A.C. Mix, N.G. Pisias ENSO-like forcing on oceanic primary production during the late Pleistocene, *Science*, 293 (5539) (2001), pp. 2440-2444. <https://doi.org/10.1126/science.293.5539.2440>

Berthod, C., Médard, E., Di Muro, A., Hassen Ali, T., Gurioli, L., Chauvel, C., Komorowski, J.-C., Bachèlery, P., Peltier, A., Benbakkar, M., Devidal, J.-L., Besson, P., Le Friant, A., Deplus, C., Nowak, S., Thinon, I., Burckel, P., Hidalgo, S., Feuillet, N., Jorry, S., Fouquet, Y., 2021a. Mantle xenolith-bearing phonolites and basanites feed the active volcanic ridge of Mayotte (Comoros archipelago, SW Indian Ocean). *Contrib. to Mineral. Petrol.* 176, 75. <https://doi.org/10.1007/s00410-021-01833-1>

Berthod, C., Médard, E., Bachèlery, P., Gurioli, L., Di Muro, A., Peltier, A., Komorowski, J., Benbakkar, M., Devidal, J., Langlade, J., Besson, P., Boudon, G., Rose-Koga, E., Deplus, C., Le Friant, A., Bickert, M., Nowak, S., Thinon, I., Burckel, P., Hidalgo, S., Jorry, S., Fouquet, Y., Feuillet, N., (accepted). The 2018-ongoing Mayotte submarine eruption: magma migration imaged by petrological monitoring. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 571, 117085, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.117085>

Braconnot, P., Harrison, S., Kageyama, M. et al., 2012. Evaluation of climate models using palaeoclimatic data. *Nature Clim Change* 2, 417–424. <https://doi.org/10.1038/nclimate1456>

Class, C., Goldstein, S.L., (1997). Plume-lithosphere interactions in the ocean basins: constraints from the source mineralogy. *Earth Planet. Sci. Lett.* 150, 245–260. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(97\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(97)00089-7)

Class, C., Goldstein, S.L., Altherr, R., Bachèlery, P., (1998). The process of plume–lithosphere interactions in the ocean basins—the case of Grande Comore. *J. Petrol.* 39, 881–903. <https://doi.org/10.1093/petroj/39.5.881>

Class, C., Goldstein, S.L., Shirey, S.B., (2009). Osmium isotopes in Grande Comore lavas: a new extreme among a spectrum of EM-type mantle endmembers. *Earth Planet. Sci. Lett.* 284, 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2009.04.031>

Class, C., Goldstein, S.L., Stute, M., Kurz, M.D., Schlosser, P., (2005). Grand Comore Island: A well-constrained “low $^3\text{He}/^4\text{He}$ ” mantle plume. *Earth Planet. Sci. Lett.* 233, 391–409. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2005.02.029>

Claude-Ivanaj, C., Bourdon, B., Allègre, C.J., (1998). Ra–Th–Sr isotope systematics in Grande Comore Island: a case study of plume–lithosphere interaction. *Earth Planet. Sci. Lett.* 164, 99–117. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(98\)00195-2](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(98)00195-2)

Courgeon S, Jorry SJ, Camoin GF, et al (2016) Growth and demise of Cenozoic isolated carbonate platforms: New insights from the Mozambique Channel seamounts (SW Indian Ocean). *Mar Geol* 380:90–105

Courgeon S, Bachèlery P, Jouet G, et al (2018) The offshore east African rift system: new insights from the Sakalaves seamounts (Davie Ridge, SW Indian Ocean). *Terra Nov* 30:380–388

Counts, J.W., Jorry, S.J., Vazquez Riveiros, N., Jouet, G., Giraudeau, J., Cheron, S., Boissier, A., Miramontes, E., (2019). A Late Quaternary record of highstand shedding from an isolated carbonate platform (Juan de Nova, southern Indian Ocean). *Depositional Rec.* 5, 540–557. <https://doi.org/10.1002/dep2.57>

Daniel, J., J. Dupont, & C. Jouannic. (1972). Relations Madagascar-Archipel des Comores (nord-est du canal du Mozambique). Sur la nature volcanique du banc du Leven. *Comptes Rendus - Académie Des Sciences, Série D*, 274, 1784–1787.

Davis JK, Lawver LA, Norton IO, Gahagan LM (2016) New Somali Basin magnetic anomalies and a plate model for the early Indian Ocean. *Gondwana Res* 34:16–28

Davison I, Steel I (2018) Geology and hydrocarbon potential of the East African continental margin: a review. *Pet Geosci* 24:57–91

Debeuf D (2009) Étude de l'évolution volcano-structurale et magmatique de Mayotte, Archipel des Comores, océan Indien: approches structurale, pétrographique, géochimique et géochronologique

Deniel, C., (1998). Geochemical and isotopic (Sr, Nd, Pb) evidence for plume–lithosphere interactions in the genesis of Grande Comore magmas (Indian Ocean). *Chem. Geol.* 144, 281–303. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(97\)00139-3](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(97)00139-3)

Deville E, Marsset T, Courgeon S, et al (2018) Active fault system across the oceanic lithosphere of the Mozambique Channel: Implications for the Nubia–Somalia southern plate boundary. *Earth Planet Sci Lett* 502:210–220

DiNezio, P. N., M. Puy, K. Thirumalai, F.-F. Jin, J. E. Tierney, Emergence of an equatorial mode of climate variability in the Indian Ocean. *Sci. Adv.* 6, eaay7684 (2020).

Doty M.S. & Oguri M. (1956) The island mass effect. *J.Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 22 : 33-37

Doty MS, Oguri M (1956) The island mass effect. *ICES J Mar Sci* 22:33–37

Droxler, A., Schlager, W., (1985). Glacial Versus Interglacial Sedimentation-Rates and Turbidite Frequency. *Geology* 13, 799–802.

Emerick, C.M., Duncan, R.A., (1982). Age progressive volcanism in the Comores Archipelago, western Indian Ocean and implications for Somali plate tectonics. *Earth Planet. Sci. Lett.* 60, 415–428. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(82\)90077-2](https://doi.org/10.1016/0012-821X(82)90077-2)

Famin, V., Michon, L., Bourhane, A., (2020). The Comoros archipelago: a right-lateral transform boundary between the Somalia and Lwandle plates. *Tectonophysics* 789, 228539. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2020.228539>

Feuillet, N., Jorry, S.J., Crawford, W., Deplus, C., Thinon, I., Jacques, E., Saurel, J.M., Lemoine, A., Paquet, F., Satriano, C., Aiken, C., Foix, O., Kowalski, P., Laurent, A., Rinnert, E., Cathalot, C., Donval, J.P., Guyader, V., Gaillot, A., Scalabrin, C., Moreira, M., PelRer, A., Beauducel, F., Grandin, R., Ballu, V., Daniel, R., Pelleau, P., Gomez, J., Besançon, S., Geli, L., Bernard, P., Bachelery, P., Fouquet, Y., BerRI, D., Lemarchand, A., Woerd, J. Van der,

(accepted). Birth of a large volcanic edifice through lithosphere-scale diking offshore Mayotte (Indian Ocean). EarthArXiv. <https://doi.org/10.31223/X5B89P>

Fournier L (2016) Rôle des facteurs de contrôle sur l'architecture et le fonctionnement sédimentaire des systèmes turbiditiques de l'océan Indien au cours du Cénozoïque: exemple des systèmes Rovuma-Rufiji et Gange-Brahmapoutre.

Franke D, Jokat W, Ladage S, et al (2015) The offshore East African Rift System: Structural framework at the toe of a juvenile rift. *Tectonics* 34:2086–2104

Gaina C, Torsvik TH, van Hinsbergen DJJ, et al (2013) The African Plate: A history of oceanic crust accretion and subduction since the Jurassic. *Tectonophysics* 604:4–25

Garidel-Thoron, T., S. Chaabane, X. Giraud, J. Meilland, L. Jonkers, Michal Kucera, G.-J. A. Brummer, Maria Grigoratou, Fanny M. Monteiro, Mattia Greco, P. G. Mortyn, A. Kuroyanagi, H. Howa, G. Beaugrand, P. M. Hull, R. Schiebel (submitted ; feb. 8, 2021) - The foraminiferal response to climate stressors (FORCIS) project: tracking the community response of planktonic foraminifera to historical climate change. *Plos Biology*.

Hajash, A., Armstrong, R.L., (1972). Paleomagnetic and radiometric evidence for the age of the Comores Islands, west central Indian Ocean. *Earth Planet. Sci. Lett.* 16, 231–236. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(72\)90195-1](https://doi.org/10.1016/0012-821X(72)90195-1)

Halpern B.S. et al (2008) – A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319 : 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>

Halpern B.S. et al (2015) – Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communication* 6 : 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>

Hutson WH, Prell WL (1980) Paleocological Transfer-Function, Fi-2, for Indian-Ocean Planktonic-Foraminifera. *Journal of Paleontology* 54: 381-399.

Hutson WH (1977) Transfer functions under no-analog conditions: experiments with Indian Ocean planktonic foraminifera. *Quaternary Research* 8: 355-367.

Jorry, S.J., Jouet, G., Edinger, E.N., Toucanne, S., Counts, J.W., Miramontes, E., Courgeon, S., Vazquez Riveiros, N., Le Roy, P., Camoin, G.F., (2020). From platform top to adjacent deep sea: New source-to-sink insights into carbonate sediment production and transfer in the SW Indian Ocean (Glorieuses archipelago). *Mar. Geol.* 423, 106–144. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106144>

Jorry, S.J., Droxler, A.W., Francis, J.M., (2010). Deepwater carbonate deposition in response to re-flooding of carbonate bank and atoll-tops at glacial terminations. *Quat. Sci. Rev.* 29, 2010–2026. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.04.016>

Jorry, S.J., Droxler, A.W., Mallarino, G., Dickens, G.R., Bentley, S.J., Beaufort, L., Peterson, L.C., Opdyke, B.N., (2008). Bundled turbidite deposition in the central Pandora Trough (Gulf of Papua) since Last Glacial Maximum: Linking sediment nature and accumulation to sea level fluctuations at millennial timescale. *J. Geophys. Res.-Earth Surf.* 113, F01S19. <https://doi.org/10.1029/2006JF000649>

Kusky, T.M., Toraman, E., Raharimahefa, T., Rasoazanamparany, C., (2010). Active tectonics of the Alaotra–Ankay Graben System, Madagascar: possible extension of Somalian–African diffusive plate boundary? *Gondwana Res.* 18, 274–294. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2010.02.003>

Lemoine, A., Briole, P., Bertil, D., Roullé, A., Foumel, M., THINON, I., Raucoules, D., Michele, M. de, Valty, P., (2020). The 2018-2019 seismo-volcanic crisis east of Mayotte, Comoros islands: seismicity and ground deformation markers of an exceptional submarine eruption. <https://doi.org/10.31223/osf.io/d46xj>

Leroux, E., Counts, J., Jorry, S., Jouet, G., Révillon, S., Boudagher-Fadel, M.K., Courgeon, S., Berthod, C., Ruffet, G., Bachèlery, P., (2020). Evolution of the glorieuses seamount in the sw indian ocean and surrounding deep somali basin since the cretaceous. *Mar. Geol.* <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106202>

Michon, L., (2016). The volcanism of the Comoros archipelago integrated at a regional scale, in: *Active Volcanoes of the Southwest Indian Ocean*. Springer, pp. 333–344. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31395-021>

Olu, K., 2014. PAMELA-MOZ01 cruise, RV L'Atalante. <https://doi.org/10.17600/14001000>

Macgregor D (2015) History of the development of the East African Rift System: a series of interpreted maps through time. *J African Earth Sci* 101:232–252. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.09.016>

Mougenot D, Recq M, Virlogeux P, Lèpvrier C (1986) Seaward extension of the East African rift. *Nature* 321:599. <https://doi.org/10.1038/321599a0>

Müller R.D., Royer J.Y., Lawver L.A., (1993). Revised plate motions relative to the hotspots from combined Atlantic and Indian Ocean hotspot tracks. *Geology* 21(3):275–278

Paquet, F., Jorry, S., Deplus, C., Le Friant, A., Bernard Sr, J., Bremell-Fleury Sr, S., ... & Thion, I. (2019, December). The Mayotte Seismo-Volcanic Crisis: Characterizing a Reactivated Volcanic Ridge from the Upper Slope to the Abyssal Plain Using Multibeam Bathymetry and Backscatter Data. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 2019, pp. V43I-0219).

Nougier J, Cantagrel JM, Karche JP (1986) The Comores archipelago in the western Indian Ocean: volcanology, geochronology and geodynamic setting. *J African Earth Sci* 5:135–144. [https://doi.org/10.1016/0899-5362\(86\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0899-5362(86)90003-5)

Phethean, J.J.J., (2016). Madagascar's escape from Africa: a high-resolution plate reconstruction for the Western Somali Basin and implications for supercontinent dispersal. *G-Cubed* 17, 5036–5055. <https://doi.org/10.1002/2016GC006624>.

Quidelleur, X., L. Michon, V. Famin, M. Geffray, M. Danisik, N. Gardiner, et al. (2022). Quaternary Geochronology Holocene volcanic activity in Anjouan Island (Comoros archipelago) revealed by new Cassignol-Gillot groundmass K–Ar and ¹⁴C ages. *Quaternary Geochronology*, 67(September 2021). <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2021.101236>

Saria, E., Calais, E., Stamps, D.S., Delvaux, D., Hartnady, C.J.H., (2014). Present-day kinematics of the East African Rift. *J. Geophys. Res. Solid Earth* 119, 3584–3600. <https://doi.org/10.1002/2013JB010901>

Stamps, D.S., Kreemer, C., Fernandes, R., Rajaonarison, T.A., Rambolamanana, G., (2021). Redefining East African Rift System kinematics. *Geology*.

Stamps, D.S., Saria, E., Kreemer, C., (2018). A Geodetic Strain Rate Model for the East African Rift System. *Sci. Rep.* 8, 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-19097-w>.

Storey BC (1995) The role of mantle plumes in continental breakup: case histories from Gondwanaland. *Nature* 377:301–308

Thirumalai, K., DiNezio, P. N., Tierney, J. E., Puy, M., and Mohtadi, M. (2019), An El Niño Mode in the Glacial Indian Ocean?, *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 34, 1316– 1327, doi:<https://doi.org/10.1029/2019PA003669>

Tierney, J., Smerdon, J., Anchukaitis, K. et al. Multidecadal variability in East African hydroclimate controlled by the Indian Ocean. *Nature* 493, 389–392 (2013). <https://doi-org.insu.bib.cnrs.fr/10.1038/nature11785>

Tzevahirtzian, A., Zaragosi, S., Bachèlery, P., Biscara, L., Marchès, E., (2021). Submarine morphology of the Comoros volcanic archipelago. *Mar. Geol.* 432. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106383>

Wang Y.V., Leduc G., Regenberg M., Andersen N., Larsen T., Blanz T., Schneider R.R. (2013), Northern and southern hemisphere controls on seasonal sea surface temperatures in the Indian Ocean during the last deglaciation. *Paleoceanography*, 28, <https://doi.org/doi:10.1002/palo.20053>

Wang, S., Yu, H., Zhang, Q., Zhao, Y., (2018). Absolute plate motions relative to deep mantle plumes. *Earth Planet. Sci. Lett.* 490, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.03.021>.

12.2 Références des précédentes campagnes en mer

BATHYMAY – VT64 de VIGO MD136 campagne -- données bathymétriques et imagerie du Marion Dufresne (2004 ; BRGM, IPEV, SHOM) : GUENNOC Pol (2004) VT 64 / BATHYMAY croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/4200020>

VIGO MD136 - données carottages : MICHEL Elisabeth (2004) MD 136 / VIGO croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/4200110>

Campagnes PTOLEMEE/projet PAMELA :

Jorry S.J. (2014) PTOLEMEE croise, RV L'Atalante, <https://doi.org/10.17600/14000900>

Olu K. (2014) PAMELA-MOZ01 croise, RV L'Atalante, <https://doi.org/10.17600/14001000>

Jouet G., Deville E. (2015) PAMELA-MOZ04 croise, RV Pourquoi pas ?, <https://doi.org/10.17600/15000700>

Pour REEFCORES 2 il n'y a pas de doi de la campagne, mais ces deux refs:

Jorry S.J. (2013) REEFCORES 2 croise, Anstiva, <https://wwz.ifremer.fr/gm/Campagnes-et-donnees/Annees/Campagnes-2013#Anchor3>

Jorry S.J., Jouet G., Edinger E.N., Toucanne S., Counts J.W., Miramontes E., Courgeon S., Vazquez Riveiros N., Le Roy P., Camoin G.F. (2020) From platform top to adjacent deep sea : new source-to-sink insights into carbonate sediment production and transfer in the SW Indian ocean (Glorieuses archipelago). *Marine Geology* 423, 106-144

Données du SHOM : A indiquer à minima : @SHOM

TANZAVAl (Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner ; Marine Nationale/SHOM) Dates 22/06/2010 - 24/06/2010. Chief scientist(s) :ZARAGOSI Sébastien <https://doi.org/10.17600/10090200>

FANINDIEN 2006 LEG 2 (Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 03/07/2006 - 09/07/2006 Chief scientist(s) Division Plans de DMI - SHOM

TVMORONIMORONI (Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 17/07/2009 - 23/07/2009

TVDJIBOUTIMORONI (Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 06/07/2009 - 17/07/2009

COMORESLEG1 (Type Oceanographic cruise ; Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM ; Dates 03/08/2014 - 12/08/2014

COMORESLEG2 (Type Oceanographic cruise ; Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 16/08/2014 - 17/08/2014

ANJOUAN (Type Oceanographic cruise ; Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 01/06/2010 - 10/06/2010

TVMORONIDJIBOUTI (Type Added value transit ; Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine ; nationale/SHOM) ; Dates 23/07/2009 - 31/07/2009

AUTOROUTEOIMAHAMAYO (Type Oceanographic cruise ; Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 18/05/2010 - 28/05/2010 ; Chief scientist(s) Division Plans de DMI - SHOM

AUTOROUTELEG1 (Ship Beautemps-Beaupré ; Ship owner Marine Nationale/SHOM) ; Dates 07/03/2010 - 18/03/2010 ; Chief scientist(s) Division Plans de DMI - SHOM

Campagnes MAYOBS :

FEUILLET Nathalie, JORRY Stéphane, RINNERT Emmanuel, THINON Isabelle, FOUQUET Yves (2019) MAYOBS, <https://doi.org/10.18142/291>

MAYOBS1 – MD220 : SMF-SDS-Colonne eau-Drague

FEUILLET Nathalie (2019) MAYOBS1 croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18001217>

MAYOBS2 – MD221 : SMF-SDS-Colonne eau-Drague-CTD

JORRY Stéphane (2019) MAYOBS2 croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18001222>

MAYOBS3 – MD222 : SMF-SDS-Colonne eau-OBS

THINON Isabelle, FEUILLET Nathalie (2019) MAYOBS3 - MD222 croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18001230>

MAYOBS4 – MD223 : SMF-SDS-Colonne eau-Drague-CTD-AUV-SCAMPI

FOUQUET Yves, FEUILLET Nathalie (2019) MAYOBS4 croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18001238>

SHOM - MAYOBS5 (à bord du Beautemps-Beaupré) : SMF ; Division Plans de DMI - SHOM (2019)

LEVESMAYOTTEBBPJUILLET2019 croise, RV Beautemps-Beaupré, <https://doi.org/10.17183/LEVESMAYOTTEBBPJUILLET2019>; Division Plans de DMI - SHOM (2019)

LEVESMAYOTTEBBPAOUT2019 croise, RV Beautemps-Beaupré, <https://doi.org/10.17183/LEVESMAYOTTEBBPAOUT2019>

MAYOBS13-2 (à bord de Fugro) : SMF

RINNERT Emmanuel, FEUILLET Nathalie, THINON Isabelle (2020) MAYOBS13-2 croise, RV Gauss (FUGRO), <https://doi.org/10.17600/18001729>

MAYOBS 15 – MD228 : : SMF-SDS-Colonne eau-Drague-CTD-AUV-SCAMPI ;

MD 228 / MAYOBS15 croise : RINNERT Emmanuel, THINON Isabelle, FEUILLET Nathalie (2020) MD 228 / MAYOBS15 croise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18001745>

MAYOBS 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13-1 : OBS, MT déploiement-récupération

GUYAVARCH Pierre (2019) MAYOBS6 croise, RV LCT Ylang, <https://doi.org/10.17600/18001661>

PELLEAU Pascal (2019) MAYOBS8 croise, RV LCT Ylang, <https://doi.org/10.17600/18001684>

PELLEAU Pascal (2019) MAYOBS7 croise, RV LCT Ylang, <https://doi.org/10.17600/18001673>

BESANCON Simon (2019) MAYOBS9 croise, RV LCT Ylang, <https://doi.org/10.17600/18001691>

Rapport de la campagne océanographique MD233 – SCRATCH21 juillet 2021

TARITS Pascal (2020) MAYOBS10 croise, RV Zobra 2 (STMM),
<https://doi.org/10.17600/18001717>

GUYAVARCH Pierre (2020) MAYOBS13-1 croise, RV Champlain,
<https://doi.org/10.17600/18001728>

Campagne SISMAORE (2020-2021) : 10.17600/18001331

MAYOBS17 : 10.17600/18001983

Campagne SCRATCH : 10.17600/18002274

13 Annexe 1 : Fiche d'utilisation et listing des données

Utilisation des données dans le cadre de SCRATCH

Dans le cadre de la campagne SCRATCH, de nombreuses données publiques, acquises lors de campagnes antérieures par différents organismes et dans le cadre de différents projets, sont mis à disposition. Ci-dessous le listing des données ainsi que leurs références, à citer obligatoirement pour toutes utilisation et communication.

Je soussigné (e) avoir pris connaissance de ces références et de l'obligation de citer les données antérieures utilisées dans le cadre des travaux SCRATCH. Ces données ne peuvent pas être utilisées pour un autre motif ni être vendues. Toutes utilisations ou fourniture de la donnée à des tierces personnes (hors projet COYOTES et SISMAORE) doivent être soumis aux trois chefs de missions.

Within the framework of the SCRATCH campaign, several data are available for our research and communications. Acquired during previous campaigns by various institutes and projects, we are required to cite their references (see the list of these data below).

I, the undersigned have read these references and the obligation to cite the previous data used in the context of SCRATCH. These data cannot be used for another purpose and cannot be transferred to any third party.

Signature

NOM Prénom – Name Firstname

