
**Mesure du Carbone Inorganique
Dissous dans les eaux
Calmar, RAP, PEP**

Campagne Congolobe
Stations :
Regab, A, F, C, B, E, Guinness

Mesure par détecteur Infra-Rouge

Sommaire

1. Présentation	4
1.1. Campagne Congolobe	4
1.2. Prélèvements	5
1.2.1. Chambres benthiques.....	5
1.2.1.1. Respiromètre	5
1.2.1.2. Calmar	6
1.2.2. PEP	6
2. Mesure du DIC.....	6
2.1. Principe	6
2.2. Mode opératoire	7
2.3. Mesure des échantillons	8
2.3.1. Chambres benthiques.....	8
2.3.1.1. Calmar	8
2.3.1.2. RAP	10
2.3.2. PEP	11
3. ANNEXES.....	12
3.1. <u>Annexe n°1</u> : Calcul de densité par station.....	12
3.2. <u>Annexe n°2</u> : Résultats du DIC des Calmar.....	12
3.3. <u>Annexe n°3</u> : Résultats du DIC des RAP	21
3.4. <u>Annexe n°4</u> : Résultats du DIC des PEP	26
4. Bibliographie	30

Liste des figures et tableaux

<u>Tableau n° 1</u> : Carottiers lame et grand carottiers lame prélevés sous les Calmar	9
<u>Tableau n° 2</u> : Calcul des flux pour les Calmar	9
<u>Tableau n° 3</u> : Calcul de flux de CO ₂ pour les Calmar.....	10
<u>Tableau n° 4</u> : Calcul des densités en fonction de la salinité et de la température des stations ...	12
<u>Tableau n° 5</u> : Résultats DIC dans les Calmar	13
<u>Tableau n° 6</u> : Résultats DIC dans les RAP	22
<u>Tableau n° 7</u> : Résultats DIC dans les PEP.....	26
<u>Figure n° 1</u> : Zone d'étude et sites de Congolobe	5
<u>Figure n° 2</u> : Profil DIC CAL B1 PL 481 St Regab – Cuve	14
<u>Figure n° 3</u> : Profil DIC CAL B2 PL 483 StA – Sédiment avec Vésicomydés	14
<u>Figure n° 4</u> : Profil DIC CAL A2 PL 483 StA – Référence sédiment	15
<u>Figure n° 5</u> : Profil DIC CAL A3 PL 486 StF – Tapis avec vésicomydés.....	16
<u>Figure n° 6</u> : Profil DIC CAL B3 PL 486 StF – Vésicomydés avec tapis	16
<u>Figure n° 7</u> : Profil DIC CAL B4 PL 490 StC – Sédiment noir.....	17
<u>Figure n° 8</u> : Profil DIC CAL A5 PL 491 StC – Référence.....	18
<u>Figure n° 9</u> : Profil DIC CAL B5 PL 491 StC – Cuve.....	18
<u>Figure n° 10</u> : Profil DIC CAL A6 PL 492 StC – Coquilles Vésicomydés	19
<u>Figure n° 11</u> : Profil DIC CAL A7 PL 494 StE – Référence	20
<u>Figure n° 12</u> : Profil DIC CAL A8 PL 495 St Guinness – Sédiment gris.....	20
<u>Figure n° 13</u> : Profil DIC CAL B8 PL 495 St Guinness – Cuve.....	21
<u>Figure n° 14</u> : Profil DIC RAP1 StA	23
<u>Figure n° 15</u> : Profil DIC RAP2 StF	23
<u>Figure n° 16</u> : Profil DIC RAP3 StC.....	24
<u>Figure n° 17</u> : Profil DIC RAP4 StC.....	25
<u>Figure n° 18</u> : Profil DIC RAP5 StB.....	25

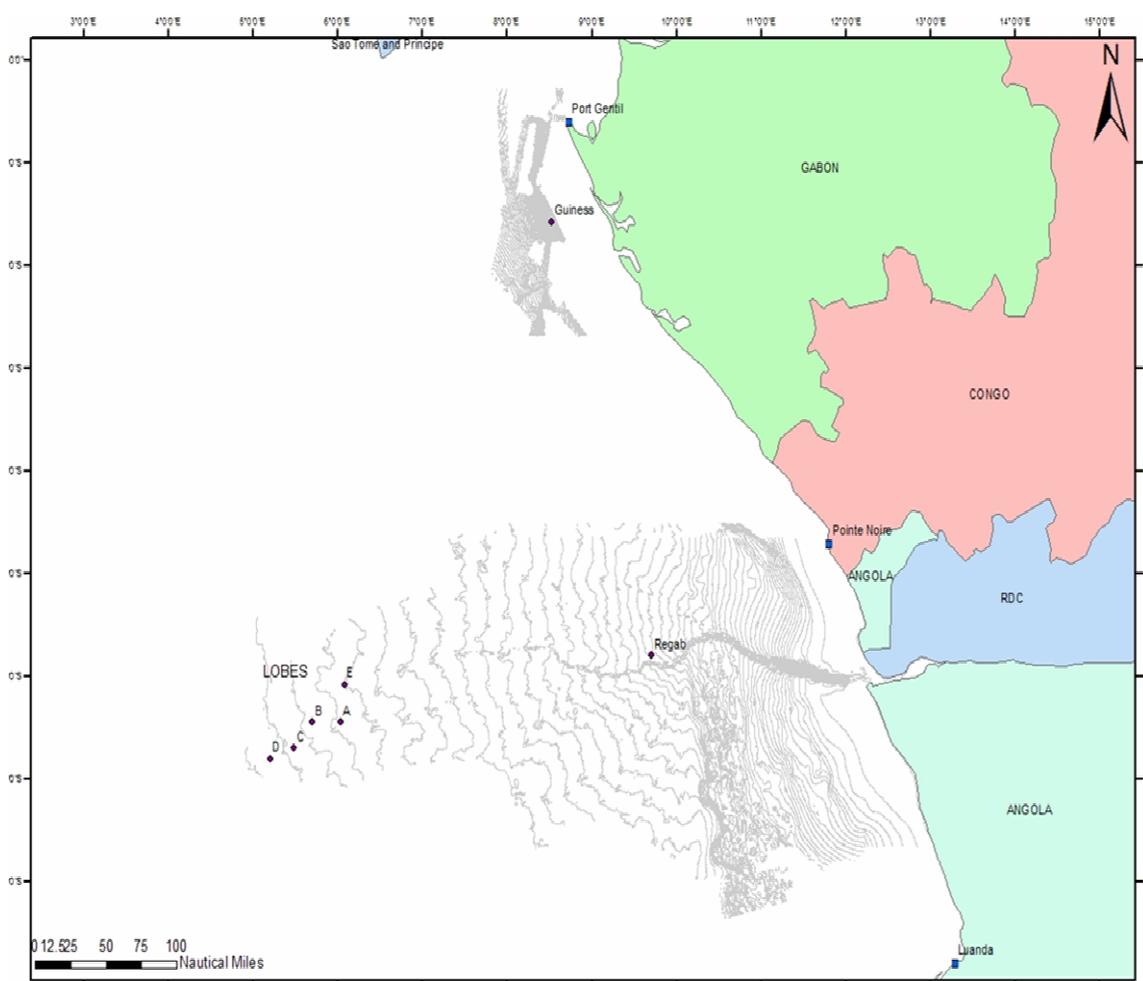
1. Présentation

1.1. Campagne Congolobe

La campagne Congolobe, qui s'intègre dans le projet ANR Congolobe, s'est déroulée du 12 Décembre 2011 au 10 Janvier 2012, dans le golfe de Guinée.

Le but de cette campagne est l'étude des écosystèmes des lobes terminaux du canyon du Congo et du devenir du matériel fluvial exporté par ce canyon. Il s'agit d'établir la relation entre les apports de matière organique venant du fleuve Congo et les écosystèmes considérés comme exceptionnels dans la zone terminale du canyon. Les lobes sont soumis à des apports de matière organique importants c'est pour cela que la caractérisation chimique du milieu est essentielle pour la compréhension de ces écosystèmes.

Les zones d'études sont présentées sur la Figure n° 1 ci-dessous.



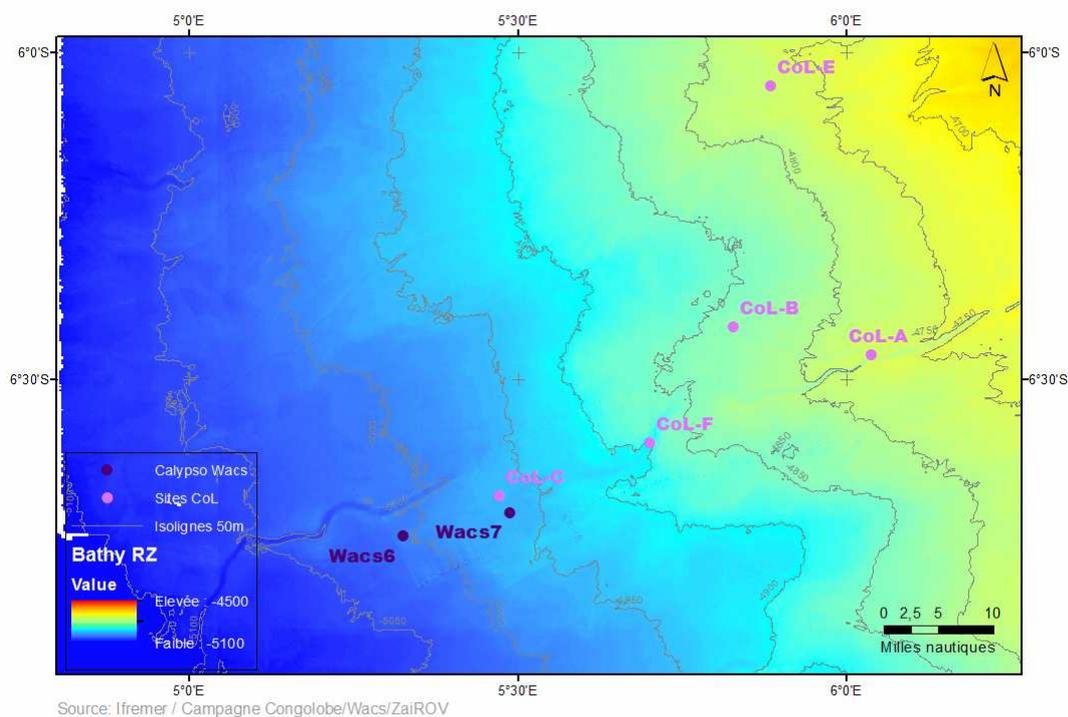


Figure n°1 : Zone d'étude et sites de Congolobe

1.2. Prélèvements

Les mesures de Carbone Inorganique Dissous (DIC) ont été effectuées sur des échantillons d'eaux en provenance d'incubation des chambres benthiques (RAP2 et CALMAR) et prélevées par pompage (PEP).

1.2.1. Chambres benthiques

1.2.1.1. Respiromètre

Le RAP2 (Respiromètre Autonome Profond) contient 3 chambres cylindriques benthiques (30cm de diamètre) où l'on étudie l'activité biologique durant un temps donné. Il permet d'obtenir les variations de concentrations d'oxygène, de dioxyde de carbone et de sels nutritifs à l'interface eau – sédiments et de calculer les flux.

Le principe de mesure du RAP2 est d'isoler et d'incuber un volume connu d'eau de mer en contact étroit avec une zone prédéterminée de sédiments de surface. Il s'agit d'un appareil autonome équipé de trois cellules d'échantillonnage, positionnées à l'intérieur des chambres, qui permettent de prélever environ 100mL d'eau homogénéisée par agitation, à des intervalles de temps prédéterminés. Immédiatement après la récupération du respiromètre, les cellules de prélèvements sont retirées des chambres. Les échantillons

d'eau sont ensuite conditionnés dans les flacons d'analyse. 20mL d'eau sont récupérés dans un vial de 20mL serti par une capsule métallique et un septum Butyl/PTFE auquel on ajoute 20 μ L HgCL₂ saturé. Les échantillons sont ensuite conservés à 4°C jusqu'à l'analyse.

1.2.1.2. Calmar

Le CALMAR (Chambre Autonome Légère MANipulable par le ROV) contient plusieurs cellules d'incubation (6) permettant d'étudier l'activité biologique durant un temps sélectionné. Le principe est le même que le respiromètre mais étant manipulé par le ROV, il est possible de le positionner précisément sur un habitat et de prendre des images des zones étudiées.

Un nouveau mode de fonctionnement a été utilisé lors de cette campagne consistant à installer une cuve en association avec la chambre benthique afin d'isoler les organismes (vésicomydés) du sédiment et de mesurer uniquement leur activité sans aucune interférence.

1.2.2. PEP

Le préleveur PEP (Prélèvement d'Eau par Pompage) permet de caractériser l'environnement physico-chimique des organismes présents dans les écosystèmes marins profonds. Il a été développé pour prélever l'eau de mer et les fluides enrichis en éléments chimiques.

Il est constitué d'une pompe péristaltique qui aspire l'échantillon à travers une canule manipulée par le bras du submersible. Les échantillons sont dirigés vers un rack de 19 bouteilles. Ils sont stockés dans des bouteilles en titane inerte chimiquement jusqu'à l'arrivée du sous-marin en surface. Les échantillons sont alors récupérés et analysés à bord (oxygène dissous, pH) ou conditionnés puis stockés avant leurs analyses à terre (CO₂, sulfures, méthane, ions...).

2. Mesure du DIC

2.1. Principe

La méthode utilisée est basée sur une mesure Infra Rouge décrite dans Marine Chemistry (Kaltin, 2005). Cette méthode ne dose pas uniquement le CO₂ mais la

totalité du Carbone Inorganique Dissous dans l'échantillon incluant le dioxyde de carbone dissous mais aussi les carbonates et les bicarbonates.



La quantification s'effectue à l'aide d'une eau de mer de référence (CRM) dont la concentration en Carbone Inorganique Dissous est certifiée (Dickson, DOE, 1994).

Le batch 123 a été utilisé pour quantifier les échantillons de Congolobe. Ce batch 123 a une salinité de 33,384 ‰, le ΣCO_2 est de 2022,04 $\mu\text{mol.Kg}^{-1}$ pour une densité de 1,02353 à 20°C.

2.2. Mode opératoire

Les méthodes les plus utilisées pour mesurer le DIC sont basées sur l'extraction du CO_2 de l'eau après acidification.

Un volume connu d'eau (5mL), est acidifié par de l'acide ortho-phosphorique à 0,5 mol.L^{-1} ce qui transforme tous les bicarbonates et carbonates en CO_2 libre, qui est ensuite transporté par un gaz vecteur (N_2) vers un détecteur Infra Rouge.

Deux burettes Metrohm[®] pompent alternativement un volume de 5mL du CRM et de l'échantillon dans une cellule d'extraction avec un débit de 5 mL/min. L'acide ortho-phosphorique est ajouté à la cellule à un débit de 0,6 mL/min. Un débit constant d'azote de 250 mL/min en entrée est réglé par un débitmètre massique Bronkhorst[®]. L'eau acidifiée en excès se déverse dans un petit piège situé dans une cellule à 7mm au-dessus d'un fritté puis est pompée vers l'extérieur par une pompe péristaltique. Le gaz vecteur passe dans la cellule et entraîne les carbonates libérés vers un détecteur Infra Rouge LiCOR[®] (Li-820 NDIR[®]). On obtient alors des signaux du détecteur LiCOR[®] correspondant à la fraction molaire en fonction du temps. Chaque analyse est ici répétée 4 fois pour les échantillons et 3 fois pour le CRM.

Le calcul du DIC se fait grâce à la calibration à un point obtenu par le signal de la référence de concentration en ΣCO_2 connue. Les différents appareils de cette méthode sont contrôlés par plusieurs logiciels : le débitmètre est connecté par flowDDE[®] puis réglé par le logiciel Flowview[®], les deux burettes électroniques sont pilotées par Tiamo[®] et la lecture et l'enregistrement des résultats obtenus par le détecteur Infra Rouge se fait sur le logiciel Li-820[®].

2.3. Mesure des échantillons

Les variations de réponses pour le C_T sont uniquement dues aux CO_2 , il sera donc possible de calculer des flux de CO_2 dans les chambres mais les valeurs indiquées en Annexes correspondent au Carbone Inorganique Dissous.

Pour les calculs des concentrations une correction est apportée en fonction de la densité de l'eau de mer. Nous avons déterminé sa densité grâce à la température et la salinité mesurée par une CTD présente sur le ROV (Annexe n° 1).

Les valeurs aberrantes des hauteurs de pics de CRM ou d'échantillons ont été retirées des moyennes indiquées dans les tableaux. De plus suivant la forme des pics, le maximum ou la moyenne du haut de pic aura été choisi.

2.3.1. Chambres benthiques

Les valeurs surlignées en rose ne sont pas prises en compte dans la droite moyenne des chambres.

2.3.1.1. Calmar

Les résultats présentés en Annexe n° 2, devraient permettre le calcul des flux sur les Calmar A2, B2, A3, B3, B4, A5, A6, et A8, les R^2 des pentes sont supérieurs à 0,8.

Les pentes d'incubation des CalA5 StC et CalA2 StA, considérés comme références, présentent une pente plus importante que le Calmar A7 StE, également référence.

Le CalB4 PL490 StC incubé sur sédiment noir présente une forte concentration en DIC (jusqu'à $3800\mu M$) comparé aux autres habitats. Le Tapis CalA3 StF PL486 a également une forte valeur ($2712\mu M$).

Le CalA6 PL492 StB incubé sur des vésicomydés a une production d'environ $60\mu M$ en 5h tout comme le CalB3 PL486 StF. Les vésicomydés du CalB2 PL483 StA ont une plus forte activité, ($300\mu M$ en 5h) mais avec une densité de bivalves plus importantes.

Des carottiers lames ont été prélevés dans le cercle d'incubation après le déploiement des Calmar. Les vésicomydés ainsi prélevés ont été séchés puis pesés afin d'estimer leur poids sec (PS). Cette masse a été rapportée par m^2 pour les calculs de flux. (Tableau n° 1). Le carottier lame (CL) a une surface de $0,018m^2$ et le grand carottier lame (GCL) de $0,036m^2$.

Le CalB2 a été déployé lors de la plongée 483 puis récupéré en PL484, c'est pour cela que le Grand Carottiers lame associé est noté en PL484.

Surface CL	0,018	m ²	PS dans Carottiers (g)	PS dans 1m ² (g)
Surface GCL	0,036	m ²		
St A	Cal B2	GCL3 - PL484	54	1500
St F	Cal A3	GCL3 - PL486	1,2	33
	Cal B3	CL10 - PL486	17,1	950
St B	Cal A6	GCL6 - PL492	4,7	131

Tableau n°1 : Carottiers lame et grand carottiers lame prélevés sous les Calmar

Grâce aux données présentées en Annexes, il est possible de calculer des flux de CO₂, (Tableau n° 2). Les flux sont calculés grâce à la hauteur d'eau incubée et aux pentes des concentrations en DIC en fonction du temps d'incubation. Ses flux sont exprimés en mmol/m²/j. Pour les Calmar A3, B3 et A6 incubés sur des vésicomydés, les flux peuvent être rapportés à la masse de poids sec de bivalves grâce aux calculs du Tableau n° 1. Ils sont alors exprimés en mmol par gramme de poids sec et par jour.

	Calmar	Habitats	H d'eau m	Pente CO2	Flux CO2 mmol/m ² /h	Flux CO2 mmol/m ² /j	Flux CO2 mmol/g PS/j
St A	A2 - PL483	Sédiment	0,16	12,194	2,0	46,8	/
	B2 - PL483	Sédiment avec vésicomydés	0,18	68,56	12,3	296,2	0,20
St F	A3 - PL486	Tapis avec vésicomydés	0,2	104,15	20,8	499,9	15,0
	B3 - PL486	Sédiment avec vésicomydés	0,18	17,231	3,1	74,4	0,078
St C	B4 - PL490	Sédiment noir	0,16	329,26	52,7	1264,4	/
	A5 - PL491	Référence	0,18	31,187	5,6	134,7	/
St B	A6 - PL492	Coquilles vésicomydés	0,14	10,76	1,5	36,2	0,28
St E	A7 - PL494	Référence	0,16	/	/	/	/
Guinness	A8 - PL495	Sédiment gris	0,2	43,522	8,7	208,9	/

Tableau n°2 : Calcul des flux pour les Calmar

Les valeurs surlignées en jaune sont sous-estimées de leurs poids secs car seul les vésicomydés sont pris en compte et nous avons observé que la zone d'incubation contenait des tapis microbiens qui sont susceptibles de produire du CO₂.

Nous pouvons observer que le flux du sédiment noir est très important. Les tapis contenant des vésicomydés ont aussi un flux important puis les vésicomydés ont une faible production de CO₂.

Les fortes concentrations en DIC des vésicomydés du CalB2 PL483 StA sont justifiées par le résultat du flux et rapportées au poids sec, l'activité n'est finalement pas plus forte que les coquilles de vésicomydés de la station B.

Le Calmar de référence de la station C à un fort flux, une activité microbienne est à envisager.

2.3.1.2. RAP

Les résultats sont présentés en Annexe n° 3.

Globalement les incubations sont reproductibles entre les cellules des différentes chambres correspondant à des temps d'incubation identiques.

Les écarts types entre les cellules d'un même temps d'incubation sont compris entre 2 et 14 μM et les R^2 des pentes sont supérieurs à 0,9.

Les valeurs des cellules incubées 30h sur le RAP1 StA apparaissent trop faibles ainsi que la cellule C1 par rapport aux autres cellules : elles ne seront pas prises en compte dans la droite moyenne.

Les chambres du RAP2 de la station F ne sont pas homogènes. La chambre 1 et les cellules 5 et 6 ont des valeurs proches de l'extérieur, ces valeurs devront donc être écartées. Les RAP3 et 4 incubés sur la station C ont des profils similaires.

La cellule C6 du RAP5 StB (incubée 30h) présente une valeur cohérente contrairement aux cellules C3 et C9, également incubées 30h, qui sont trop faibles seule la C6 sera prise en compte.

Les calculs de flux des respiromètres à partir des droites moyennes sont sur le Tableau n° 3 ci dessous.

	RAP	H d'eau m	Pente CO2	Flux CO2 mmol/m2/h	Flux CO2 mmol/m2/j
St A	RAP 1	0,19	2,0807	0,40	9,5
St F	RAP 2	0,19	2,291	0,44	10,4
St C	RAP 3	0,21	2,614	0,55	13,2
St C	RAP 4	0,17	2,1728	0,37	8,9
St B	RAP 5	0,16	3,0413	0,49	11,7

Tableau n°3 : Calcul de flux de CO2 pour les Calmar

On observe que l'ensemble des stations ont la même production de CO₂.

2.3.2. PEP

Les valeurs des PEP sont représentatives des teneurs en DIC des différentes stations et habitats. Les écarts type entre les bouteilles prélevées sur une même plongée et un même type d'habitat sont compris en 8 et 33 μM .

Les bouteilles de la PL486 StF surlignées en bleu présentent des teneurs anormalement faibles compte tenu des résultats obtenus dans les chambres sur la même station, ceci peut être dû à un problème d'analyse ou de conservation.

La mesure au dessus du sédiment rouge a une valeur plus forte de 100 μM par rapport aux tapis et sédiment de référence qui ont une teneur en DIC similaire.

Les valeurs sur l'ensemble des stations restent du même ordre de grandeur sauf sur la station C, les bouteilles B2 et B3 PL491 prélevées au dessus de vésicomydés ainsi que B7 et B8 PL490 sur des tapis qui ont des concentrations plus fortes. Ces fortes valeurs ne sont pas confirmées par les résultats des t0 des Calmar incubés sur le même type d'habitat.

3. ANNEXES

3.1. Annexe n°1 : Calcul de densité par station

	T °C	Salinité	Densité
Station Régab	2,54	34,9	1,02785
Station A	2,39	34,9	1,02786
Station F	2,39	34,9	1,02786
Station C	2,39	34,9	1,02786
Station B	2,39	34,9	1,02786
Station E	2,39	34,9	1,02786
Station Guinness	6,9	34,5	1,02704

Tableau n°4 : Calcul des densités en fonction de la salinité et de la température des stations

3.2. Annexe n°2 : Résultats du DIC des Calmar

Echantillons		Incubation (h)	[CO ₂] _T CRM ppm	Ecart type	[CO ₂] _T Ech ppm	Ecart type	[CO ₂] _T µmol/Kg	[CO ₂] _T µmol/L
St Régab PL 481-1	B1	0	1094	2	1177	3	2165	2107
	B2	1,5	1097	/	1181	2	2168	2109
	B3	3,0	1086	/	1164	6	2158	2099
Cal B1 Cuve	B4	4,5	1101	/	1147	7	2097	2040
	B5	6,0	1097	1	1154	5	2119	2061
Station A PL 483-3	B1	0	1095	3	1197	5	2201	2142
	B2	1,1	1083	7	1187	2	2207	2147
	B4	3,2	1087	3	1366	6	2530	2461
Cal B2 Sédiment avec vésicomysidés	B5	4,2	1096	3	1370	3	2516	2448
	B6	5,3	1085	4	1358	3	2519	2450
Cal A2 Référence sédiment	A1	0	1090	1	1175	3	2172	2113
	A2	1,2	1093	1	1195	4	2202	2142
	A3	2,4	1087	0	1193	2	2210	2150
	A4	3,6	1087	2	1191	6	2205	2146
	A5	4,7	1097	/	1206	2	2215	2155
	A6	5,9	1093	2	1232	2	2269	2208
Station F PL 486-6	A1	0	1089	4	1159	2	2144	2086
	A2	1,2	1078	4	1211	5	2263	2201
	A3	2,4	1065	1	1253	0	2369	2305
Cal A3 Tapis avec vésicomysidés	A4	3,6	1058	3	1314	4	2500	2432
	A5	4,7	1057	3	1378	2	2624	2553
	A6	5,9	1052	1	1457	3	2788	2712
Cal B3 Vésicomysidés Avec tapis	B1	0	1088	3	1165	1	2156	2098
	B2	1,1	1244	2	1339	3	2168	2109
	B3	3,2	1221	1	1337	3	2205	2145
	B4	4,2	1219	3	1351	2	2233	2173
	B5	5,3	1216	4	1356	4	2244	2184
Station C PL 490-10	A1	0	1209	5	1324	5	2205	2145
	A6	5,3	1208	1	3558	7	5928	5768
	B1	0	1299	2	1407	3	2180	2121
Cal B4	B2	1,2	1299	4	1647	3	2553	2484

Sédiment noir	B3	2,4	1133	2	1469	2	2610	2540
	B4	3,6	1120	3	1661	6	2985	2904
	B5	4,7	1258	1	2479	0	3966	3859
Station C PL 491-11	A1	0	1126	2	1065	2	1904	1852
	A2	2,2	1121	/	1268	2	2276	2214
	A3	4,3	1121	3	1316	3	2364	2300
Cal A5 Référence	A4	6,5	1131	1	1357	4	2416	2350
	A5	8,7	1123	1	1400	3	2509	2441
	A6	10,8	1120	4	1419	2	2551	2482
Cal B5 Cuve	B1	0	1294	3	1399	6	2177	2118
	B3	1,3	1299	3	1403	7	2175	2116
	B4	2,0	1294	5	1394	2	2169	2110
	B5	2,7	1293	1	1397	4	2175	2116
Station B PL 492-12	A1	0	1298	3	1399	5	2171	2112
	A2	1,4	1293	4	1416	2	2205	2146
	A3	2,8	1294	1	1424	2	2216	2156
Cal A6 Coquilles vésicomidés	A4	4,3	1290	5	1414	2	2207	2147
	A5	5,7	1286	1	1436	2	2249	2188
	A6	7,1	1284	2	1439	4	2256	2195
	A1	0	1286	2	1392	2	2179	2120
Station E PL 494-14	A3	2,4	1291	4	1394	4	2173	2114
	A4	3,6	1287	2	1394	4	2181	2122
	A5	4,8	1113	1	1197	5	2166	2108
Cal A7 référence	A6	6,0	1092	3	1179	3	2174	2115
	A1	0	1079	2	1171	3	2187	2129
	A2	0,8	1068	1	1162	4	2192	2135
St Guinness PL 495-15	A3	1,6	1241	1	1373	3	2228	2170
	A4	2,4	1245	3	1438	3	2327	2266
	A5	3,2	1242	3	1460	7	2368	2306
Cal A8 Sédiment gris	A6	4,0	1232	3	1413	2	2312	2251
	B1	0	1240	5	1333	3	2166	2109
	B2	0,6	1237	7	1361	5	2217	2159
Cal B8 Cuve	B4	1,9	1152	5	1272	4	2225	2166
	B5	2,5	1194	1	1288	1	2173	2116

Tableau n°5 : Résultats DIC dans les Calmar



St Regab PL 481 - 1 CALMAR B1 – Cuve

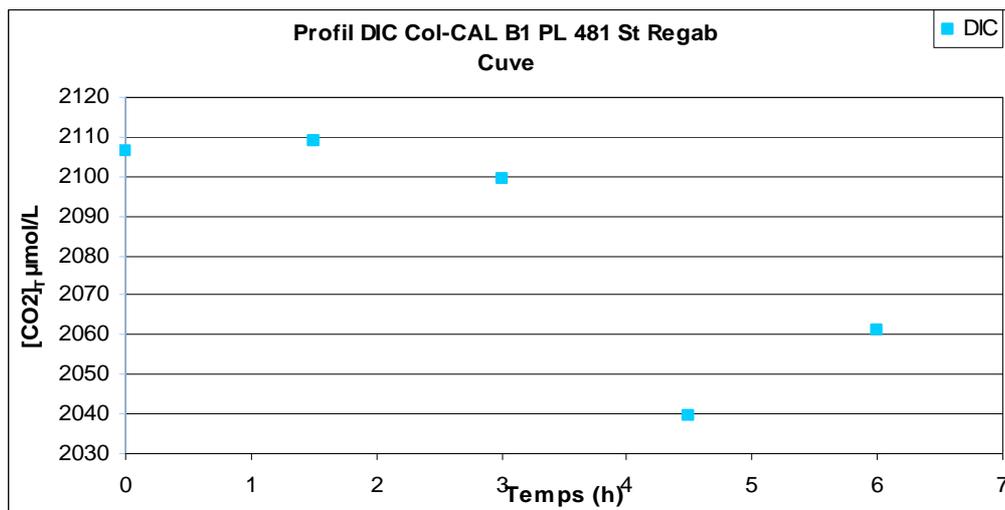


Figure n°2 : Profil DIC CAL B1 PL 481 St Regab – Cuve



StA PL 483 - 3 CALMAR B2 – Vésicomysidés

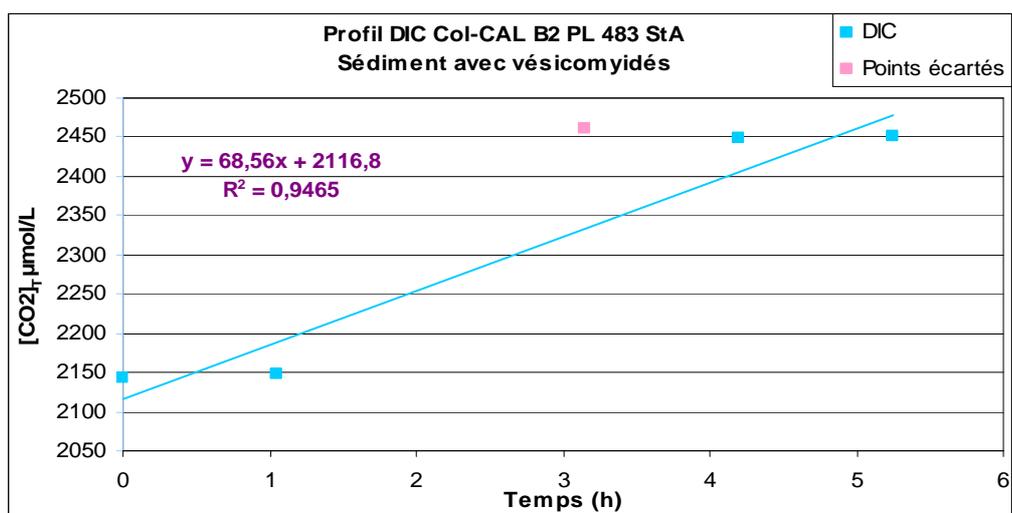


Figure n°3 : Profil DIC CAL B2 PL 483 StA – Sédiment avec Vésicomysidés



StA PL 483 - 3 CALMAR A2 – Référence

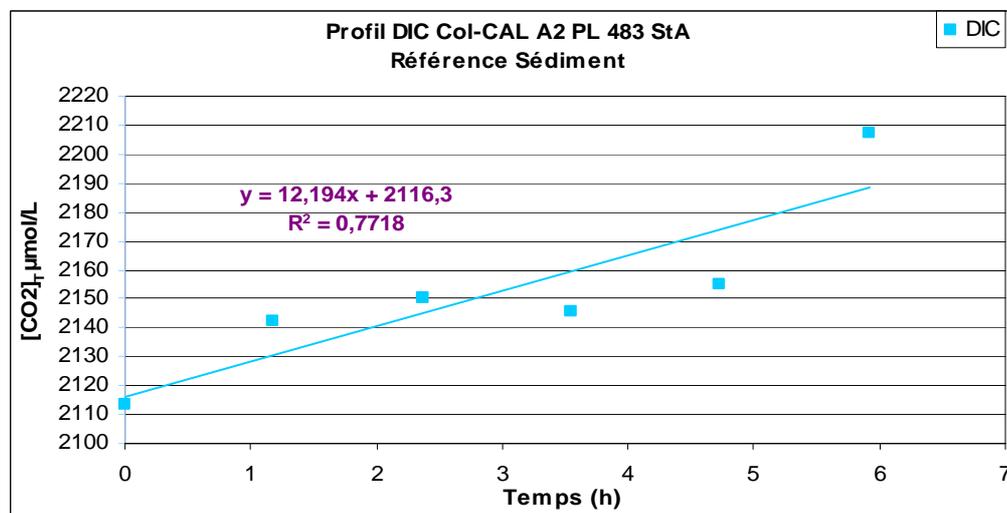


Figure n°4 : Profil DIC CAL A2 PL 483 StA – Référence sediment



StF PL 486 - 6 CALMAR A3 – Tapis avec vésicomydés

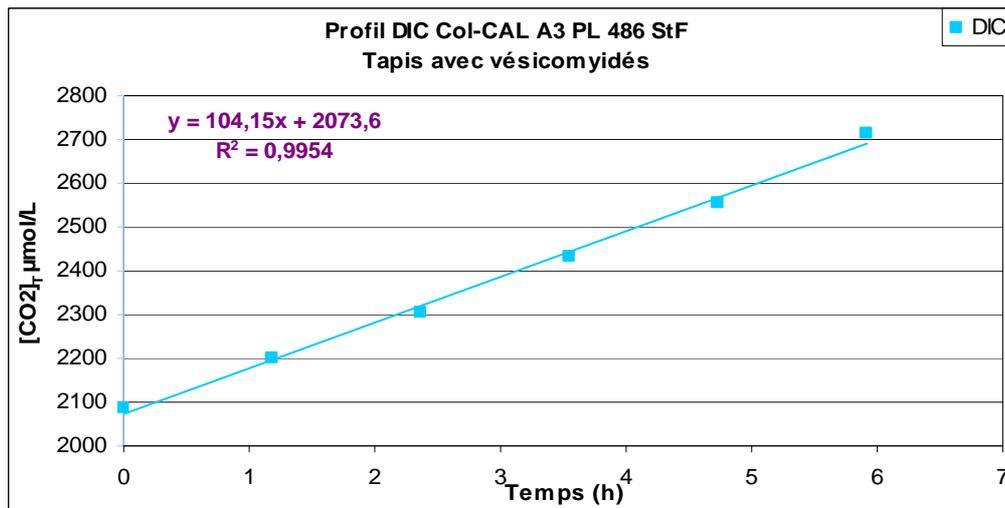


Figure n°5 : Profil DIC CAL A3 PL 486 StF – Tapis avec vésicomydés



StF PL 486 - 6 CALMAR B3 – Vésicomydés avec tapis

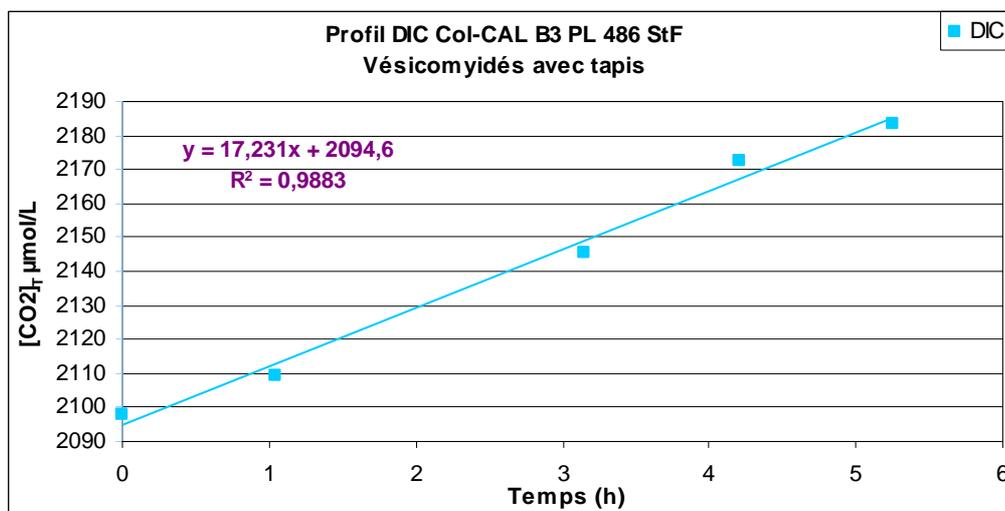


Figure n°6 : Profil DIC CAL B3 PL 486 StF – Vésicomydés avec tapis



StC PL 490 - 10 CALMAR B4 – Sédiment noir

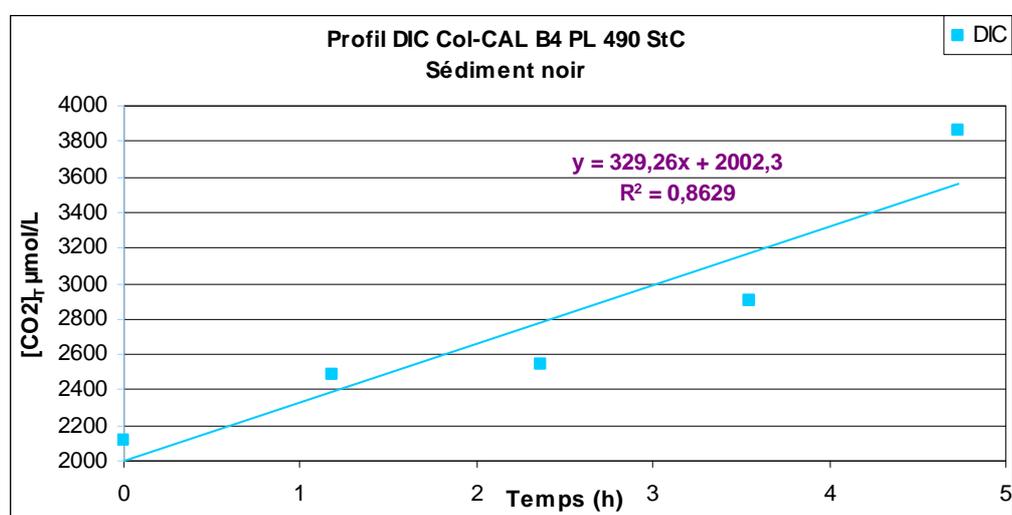


Figure n°7 : Profil DIC CAL B4 PL 490 StC – Sédiment noir



StC PL 491 - 11 CALMAR A5 – Référence

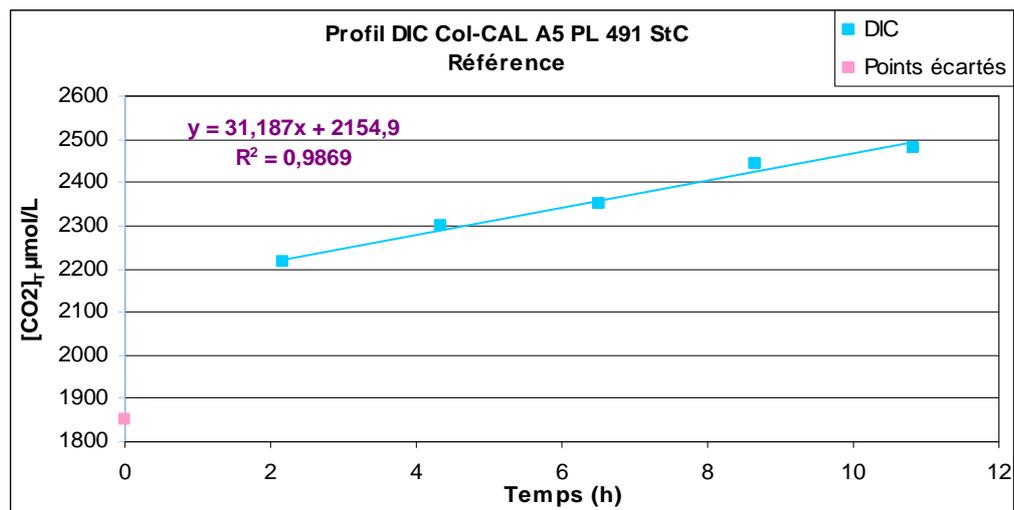


Figure n°8 : Profil DIC CAL A5 PL 491 StC – Référence



StC PL 491 - 11 CALMAR B5 – Cuve

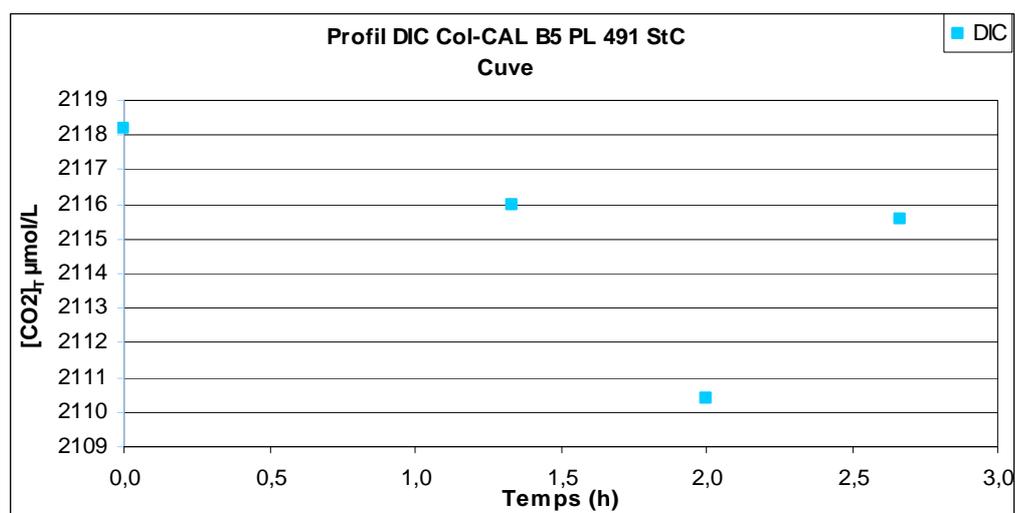


Figure n°9 : Profil DIC CAL B5 PL 491 StC – Cuve



StC PL 492 - 12 CALMAR A6 – Coquilles vésicomydés

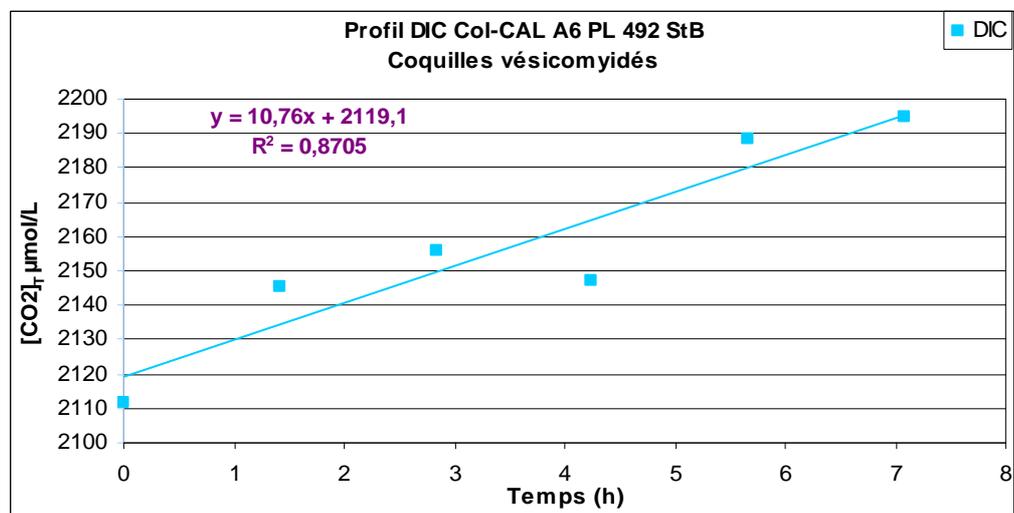
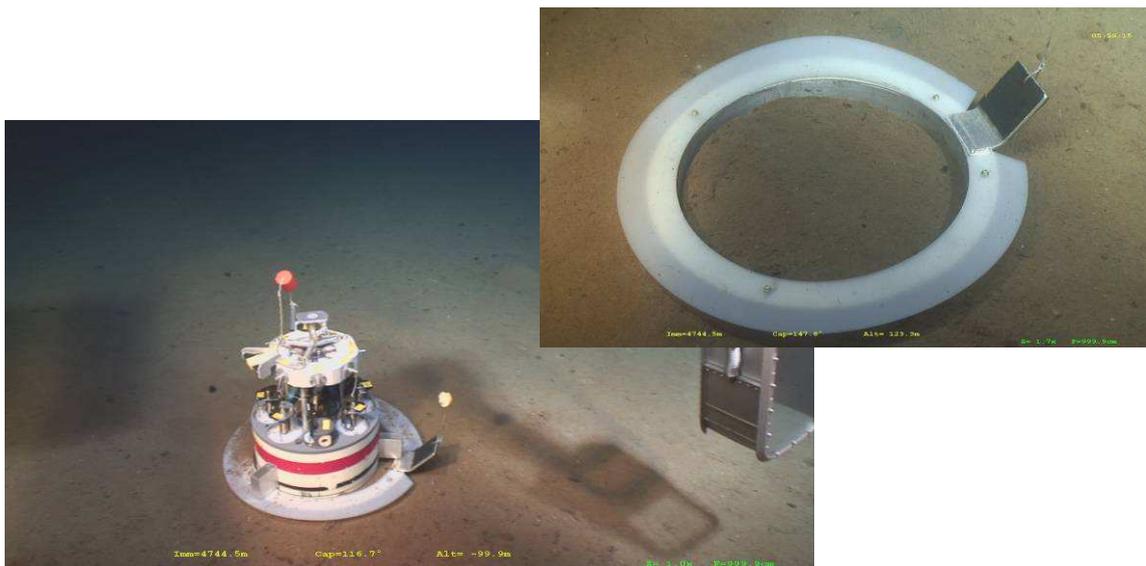


Figure n° 10 : Profil DIC CAL A6 PL 492 StC – Coquilles Vésicomydés



StE PL 494 - 14 CALMAR A7 – Référence

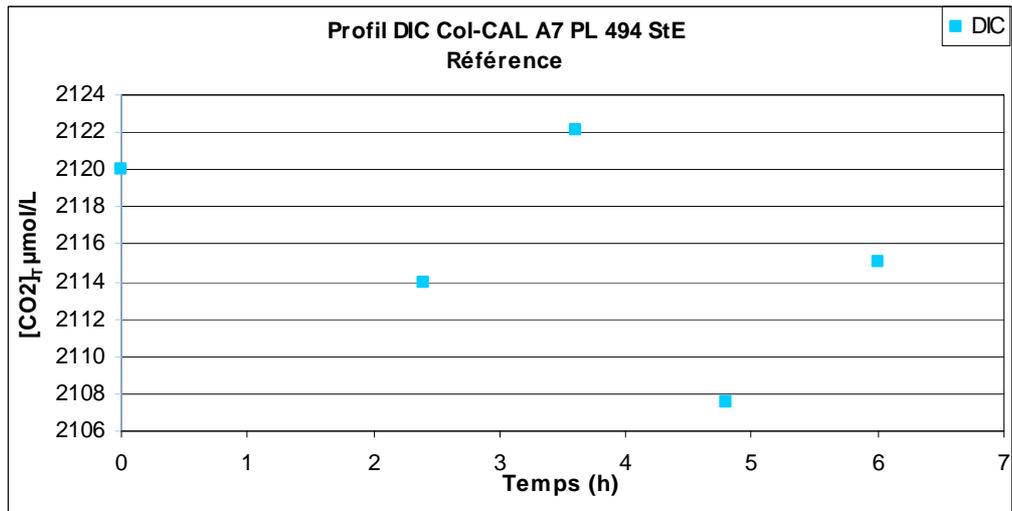


Figure n° 11 : Profil DIC CAL A7 PL 494 StE – Référence



St Guinness PL 495 - 15 CALMAR A8 – Sédiment gris

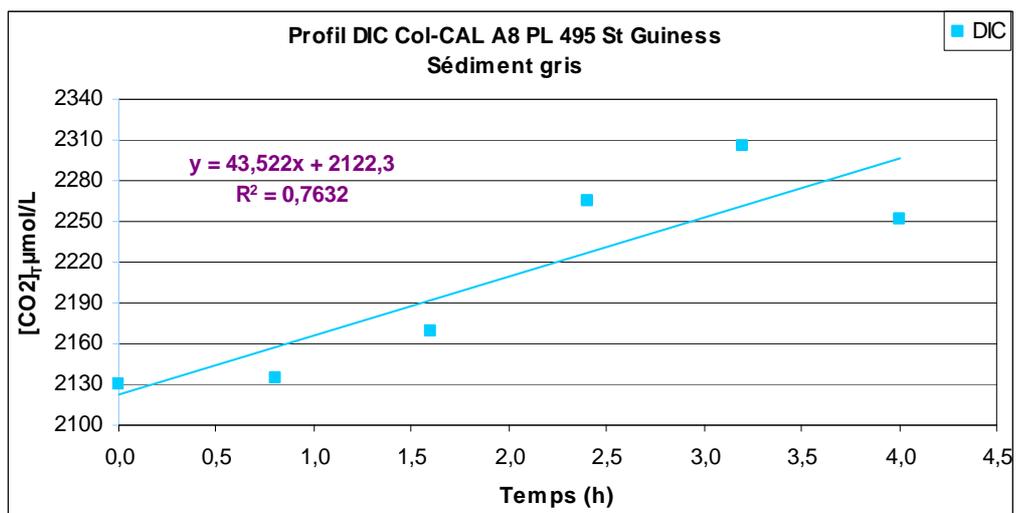


Figure n° 12 : Profil DIC CAL A8 PL 495 St Guinness – Sédiment gris



St Guinness PL 495 - 15 CALMAR B8 – Cuve

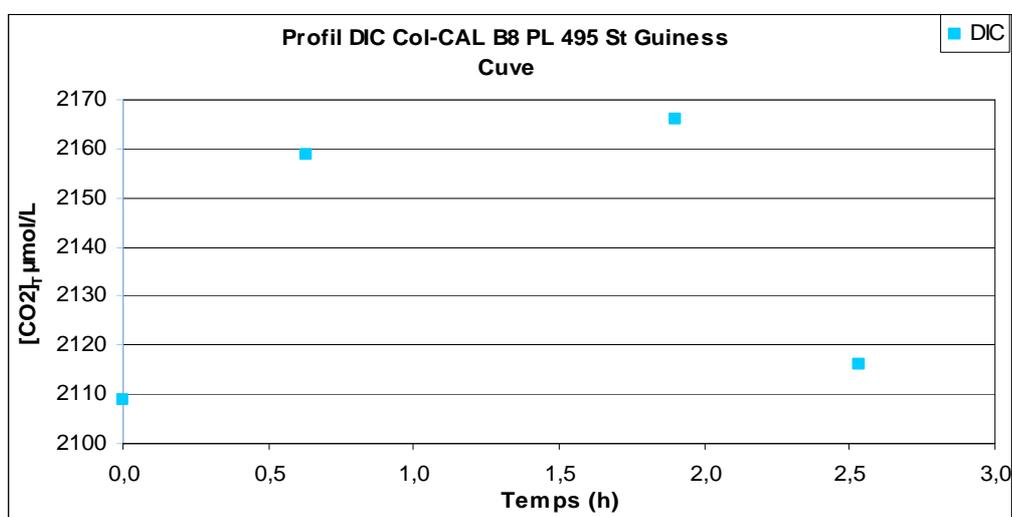


Figure n°13 : Profil DIC CAL B8 PL 495 St Guinness – Cuve

3.3. Annexe n°3 : Résultats du DIC des RAP

Echantillons		Incub (h)	[CO ₂] _T CRM ppm	Ecart type	[CO ₂] _T Ech ppm	Ecart type	[CO ₂] _T μmol/Kg	[CO ₂] _T μmol/L	Incub (h)	Moy [CO ₂] _T μM	Ecart type
Station A RAP1	EXT1	0	1179	3	1278	3	2182	2123	0	2119	4
	EXT2	0	1175	4	1269	2	2174	2115	10	2144	9
	C1	10	1169	2	1248	4	2149	2091	20	2161	10
	C2	20	1210	10	1338	0	2227	2167	30	2144	12
	C3	30	1089	3	1185	8	2190	2131			
	C4	10	1094	1	1194	2	2198	2138			
	C5	20	1081	5	1195	5	2226	2166			
	C6	30	1076	1	1184	5	2215	2155			
	C7	10	935	9	1026	2	2210	2151			
	C8	20	946	3	1038	3	2210	2150			
	C9	30	1140	2	1249	3	2206	2147			
C10	0	1131	3	1223	6	2179	2120				

Station F	EXT1	0	986	7	1074	5	2195	2135	0	2127	12	
	EXT2	0	1136	1	1228	2	2177	2118	10	2169	5	
	RAP2	C2	20	1137	1	1225	4	2170	2111	20	2184	/
		C3	30	1135	5	1241	3	2201	2141	30	2198	/
		C4	10	1152	7	1277	5	2233	2173			
		C5	20	1101	1	1188	4	2173	2114			
		C6	30	1096	3	1189	4	2183	2124			
		C7	10	1089	1	1204	2	2226	2166			
		C8	20	1084	1	1208	7	2245	2184			
		C9	30	1080	3	1212	3	2259	2198			
Station C		EXT1	0	1070	5	1158	3	2179	2120	0	2111	8
	EXT2	0	1069	3	1151	4	2168	2109	10	2122	3	
	RAP3	C1	10	1080	5	1171	1	2183	2124	20	2152	1
		C2	20	1063	5	1168	4	2211	2151	30	2188	14
		C3	30	1054	5	1173	4	2240	2179			
		C4	10	1077	1	1168	3	2182	2123			
		C5	20	1068	7	1173	1	2213	2153			
		C6	30	1146	2	1286	6	2259	2198			
		C7	10	1120	6	1211	5	2177	2118			
		C9	30	1101	2	1190	3	2177	2118			
		C10	0	1094	5	1176	2	2163	2104			
Station C		EXT1	0	1099	3	1185	3	2170	2111	0	2112	2
	EXT2	0	1096	3	1184	6	2174	2115	10	2133	7	
	RAP4	C1	10	1096	5	1189	4	2185	2126	20	2158	13
		C3	30	1094	6	1216	3	2239	2178	30	2176	7
		C4	10	1104	2	1206	2	2199	2139			
		C5	20	1091	5	1207	3	2227	2167			
		C6	30	1104	3	1222	2	2230	2169			
		C7	10	1103	2	1201	3	2193	2133			
		C8	20	1104	3	1211	3	2209	2149			
		C9	30	1097	1	1222	7	2243	2182			
		C10	0	1100	1	1186	3	2170	2111			
Station B		EXT1	0	1108	3	1197	3	2176	2117	0	2119	2
	EXT2	0	1114	1	1205	7	2179	2120	7	2122	2	
	RAP5	C1	7	1023	7	1109	2	2182	2123	14	2151	4
		C2	14	988	4	1084	3	2210	2150	20	2178	/
		C3	20	1001	1	1088	3	2189	2130			
		C4	7	1016	4	1099	4	2180	2120			
		C5	14	1012	2	1109	5	2207	2147			
		C6	20	1008	1	1121	2	2238	2178			
		C7	14	1035	5	1139	3	2215	2155			
		C8	20	1038	2	1127	5	2186	2126			

Tableau n°6 : Résultats DIC dans les RAP



RAP1 – StA

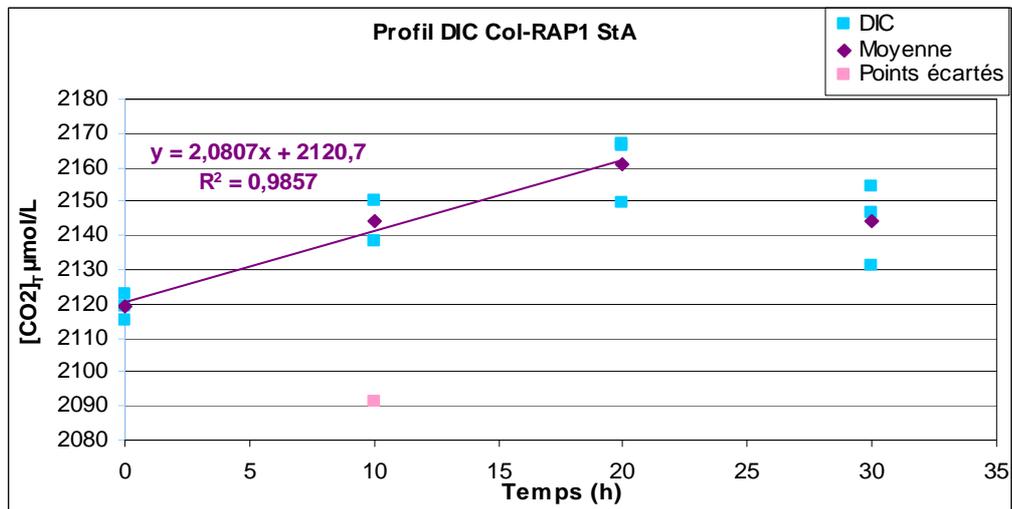


Figure n° 14 : Profil DIC RAP1 StA

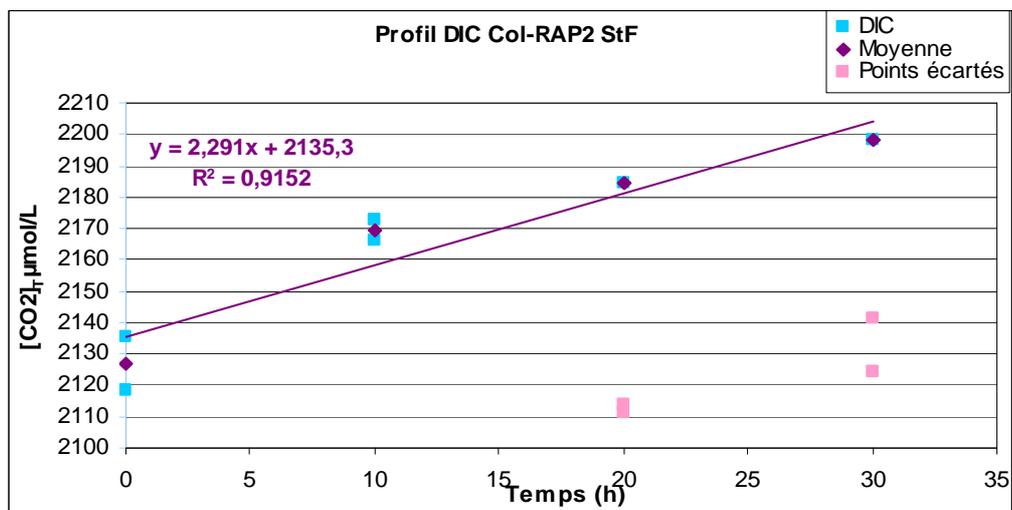


Figure n° 15 : Profil DIC RAP2 StF



RAP3 – StC

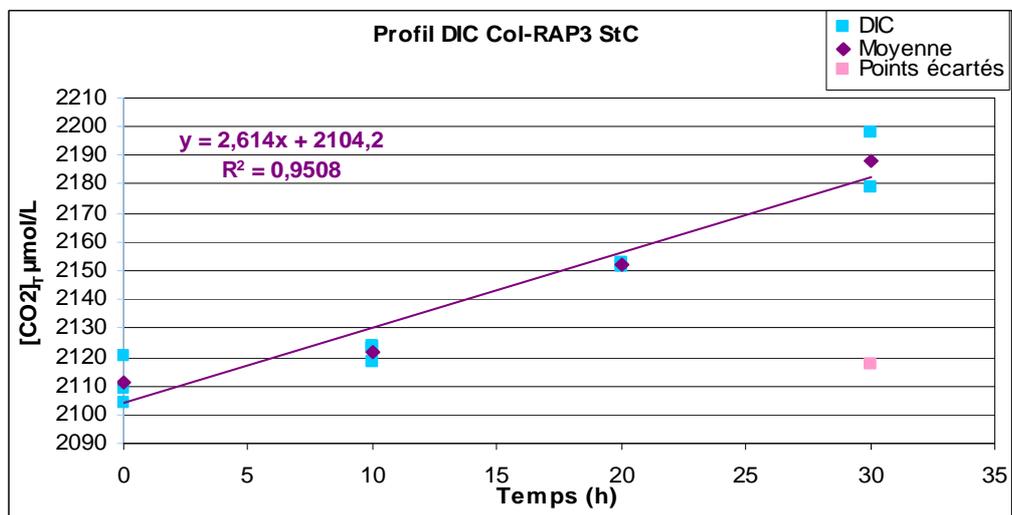


Figure n° 16 : Profil DIC RAP3 StC



RAP4 – StC

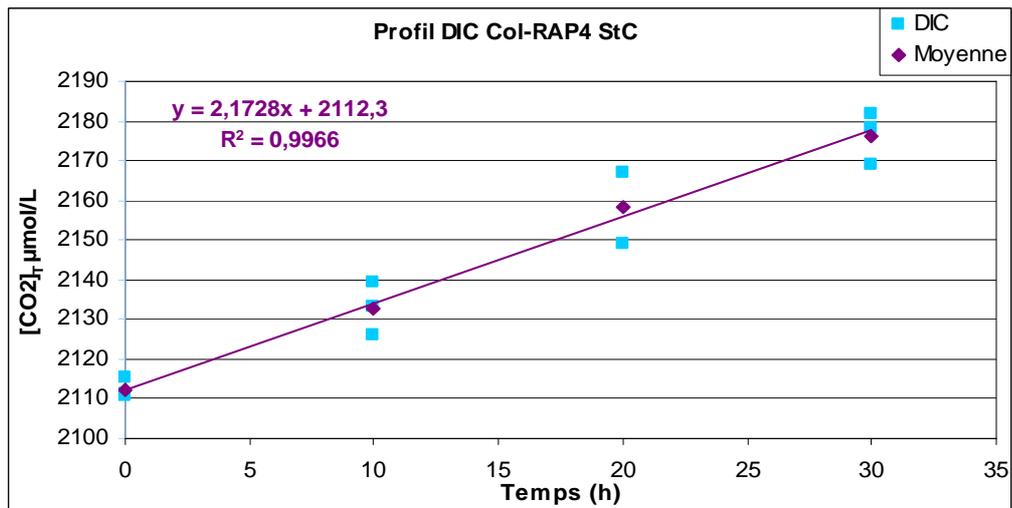


Figure n°17 : Profil DIC RAP4 StC



RAP5 – StB

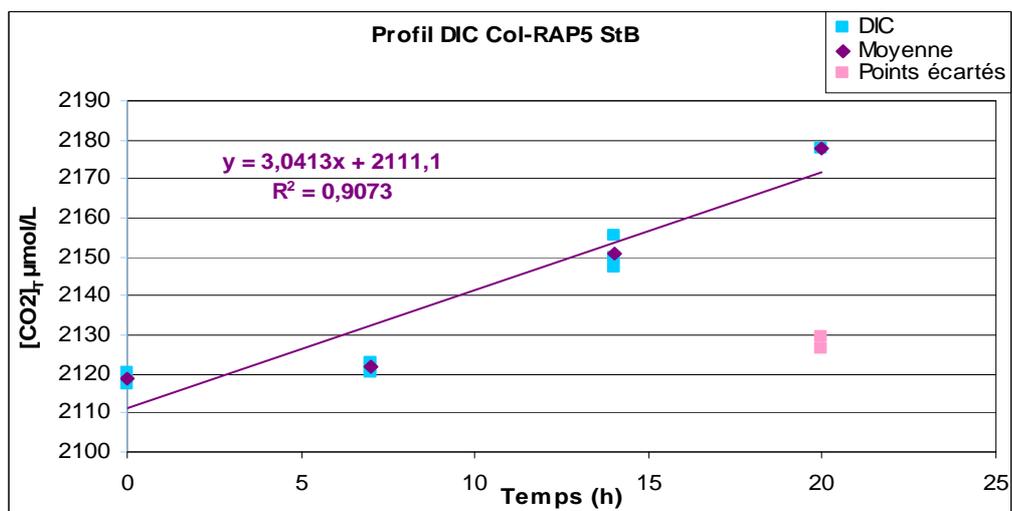
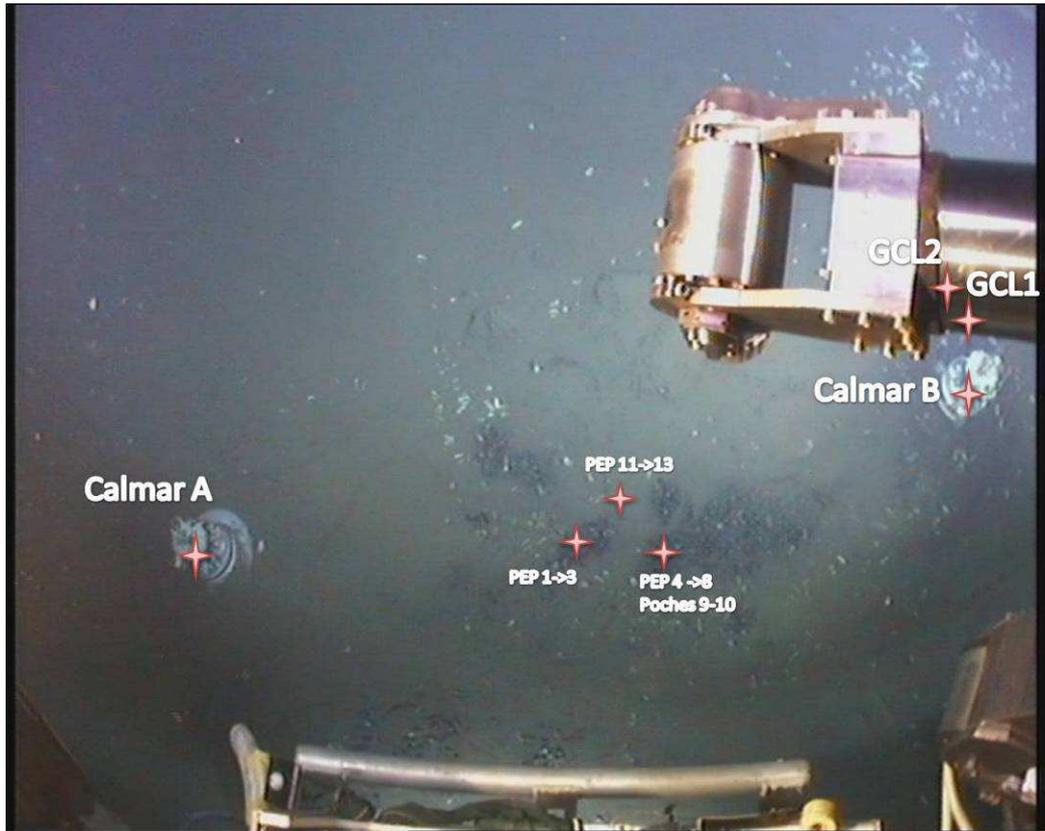


Figure n°18 : Profil DIC RAP5 StB

3.4. Annexe n°4 : Résultats du DIC des PEP

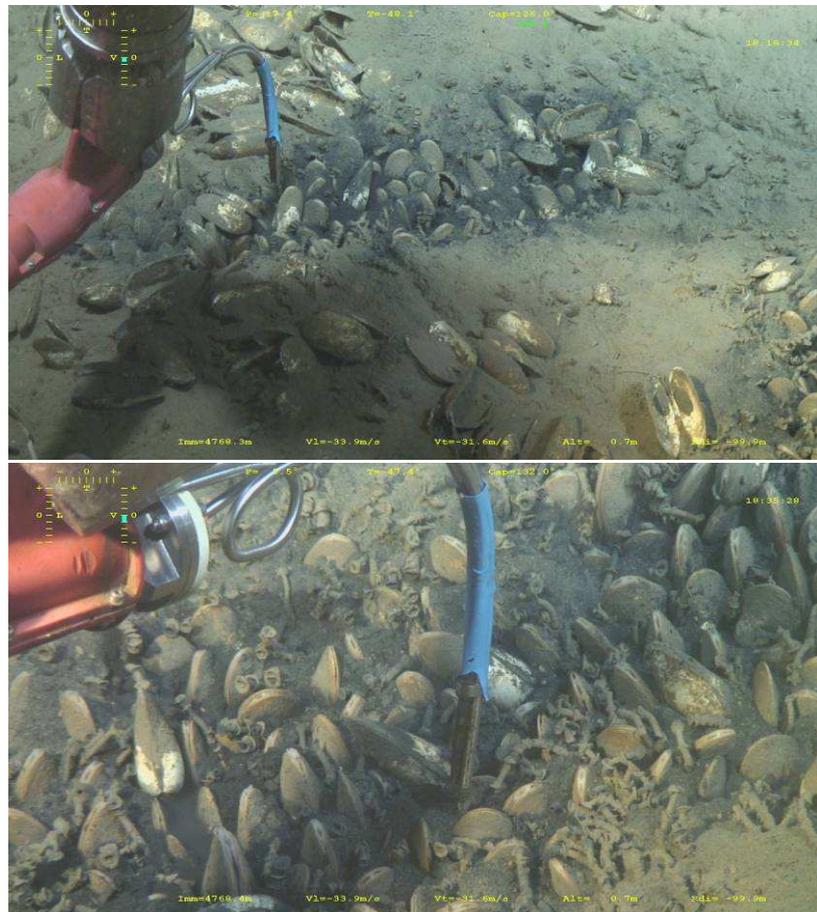
Echantillons			[CO ₂] _T CRM ppm	Ecart type	[CO ₂] _T Ech ppm	Ecart type	[CO ₂] _T μmol/Kg	[CO ₂] _T μmol/L	Moy [CO ₂] _T μM	Ecart type	
St A	Vésicomydés	B1	1025	3	1107	2	2175	2116	2143	32	
	Vésicomydés	B2	1007	2	1097	6	2193	2134			
PEP PL483	Vésicomydés	B3	1009	1	1122	1	2239	2179	2120	14	
	Sédiment	B11	1002	2	1039	2	2088	2032			
	Sédiment	B12	1100	2	1196	3	2190	2130			
	Sédiment	B14	1097	1	1182	3	2169	2110			
	Sédiment	B15	1098	2	1159	2	2125	2068			
St F	Référence	B1	1097	2	925	1	1697	1651	1640	18	
	Référence	B2	1305	5	1099	6	1696	1650			
	Référence	B3	1106	4	914	4	1665	1620			
	PEP PL486	Sédiment rouge	B6	1102	6	960	7	1754	1706	1706	/
		Tapis	B8	1101	1	904	2	1652	1607	1597	16
		Tapis	B11	1105	1	905	5	1649	1604		
		Tapis	B12	1097	4	884	3	1623	1579		
St C	Sédiment sur DPMS	B1	1299	1	1405	4	2177	2118	2134		
	Sédiment sur DPMS	B2	1128	5	1242	7	2216	2156			
	Sédiment sur DPMS	B3	1141	4	1240	1	2187	2128			
	PEP PL490	Tapis	B7	1130	1	1247	4	2222	2162	2185	33
		Tapis	B8	1124	1	1267	5	2270	2208		
	PEP PL491	Sédiment noir sur DPMS	B11	1110	4	1214	5	2203	2143	2151	13
		Sédiment noir sur DPMS	B12	1106	5	1209	4	2201	2141		
		Sédiment noir sur DPMS	B18	1097	1	1203	5	2209	2149		
		Sédiment noir sur DPMS	B19	1102	1	1221	6	2231	2171		
Sédiment noir sur DPMS		B19	1102	1	1221	6	2231	2171			
St C	Vésicomydés	B1	1093	4	1163	2	2141	2083	2225	17	
	Vésicomydés	B2	1120	5	1265	3	2275	2213			
	Vésicomydés	B3	1117	4	1276	5	2299	2237			
	PEP PL491	Vésicomydés	B8	1116	4	1236	4	2230	2169	2160	8
		Vésicomydés	B11	1134	3	1249	3	2219	2159		
		Vésicomydés	B12	1137	3	1250	4	2213	2153		
St E	Référence	B1	1133	2	1218	0	2164	2105	2122	11	
	Référence	B2	1131	1	1219	4	2170	2111			
	Référence	B3	1131	4	1231	3	2192	2132			
	Référence	B15	1127	1	1223	3	2185	2126			
	Référence	B16	1130	5	1226	4	2186	2127			
	Référence	B17	1125	4	1222	4	2188	2129			

Tableau n°7 : Résultats DIC dans les PEP



PL 483 - 3 StA

PEP B1,2,3
 PL 483 -3 StA –
 Vésicomydés



PEP B11,12,14,15
PL 483 - 3 StA –
Sédiment



PEP B1,2,3
PL 486 - 6 StA –
Référence



PEP B6
PL 486 - 6 StA –
Sédiment rouge



PEP B8,11,12
PL 486 - 6 StA –
Tapis





PEP B7,8
PL 490 - 10 StC –
Tapis



PEP B1,2,3
PL 490 - 10 StC –
Sédiment sur DPMS



PEP B11,12,18,19
PL 490 - 10 StC –
Sédiment noir sur
DPMS



PEP B1,2,3,8,11,12
 PL 491 - 11 StC –
 Vésicomydés



PEP B1,2,3,15,16,17
 PL 494 - 14 StE –
 Référence



4. Bibliographie

Essirard M., Caprais J.C., 2011. *Caractérisation chimique et mesure de flux sur deux environnements chimiosynthétiques profonds : Golfe de Californie et Golfe de Golfe de Guinée*. Rapport REM-EEP-LEP 11-19, Ifremer. 21 p.

Kaltin, S., Haraldsson, C., Anderson, L.G., 2005. *A rapid method for determination of total dissolved inorganic carbon in seawater with high accuracy and precision*. Marine Chemistry 96 (1-2), 53 p.

Schulz, H.D., Zabel, M., 2000. *Marine Geochemistry*, Springer.

Dickson A. G., Goyet C., 1994. Handbook of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water version 2. eds ORNL/CDIAC-74.

<http://andrew.ucsd.edu/co2qc/>

<http://www.reef-guardian.com/modules.php?name=calcul&op=densite>