



Travaux de confortement des gabions du barrage d'Arzal

AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

PIECE 6 : ETAT INITIAL

Travaux de confortement des gabions du barrage d'Arzal

Autorisation Environnementale Unique

EPTB Eaux & Vilaine

Piece 6 : Etat initial

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
1	Autorisation initiale	PCE	JMM	08/2022
2	Prise en compte des remarques du 06/10/2022	PCE	JMM	11/2022
3	Prise en compte des remarques du 30/11/2022	PCE	JMM	12/2022
4	Demande de compléments du 13/02/2023	JMM/PCE	JMM	03/2023
5	Demande de corrections 03/04/2023	JMM	JMM	04/2023

ARTELIA SAS
Siège social : 16 rue Simone Veil – 93400 SAINT OUEN – www.arteliagroup.com

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
TABLEAUX	2
FIGURES	2
OBJET DE LA PRÉSENTE PIÈCE	4
PIECE 6 : ANALYSE DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	5
1. DESCRIPTION DU BARRAGE ET SES USAGES	6
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
1.2. ORIGINE DE LA CONSTRUCTION DU BARRAGE D'ARZAL	6
1.3. HISTORIQUE DE L'OUVRAGE.....	7
1.4. CLASSEMENT REGLEMENTAIRE DE L'OUVRAGE.....	7
1.5. DESCRIPTION DES ORGANES CONSTITUANT LE BARRAGE.....	8
1.5.1. PLAN GÉNÉRAL DU BARRAGE	8
1.5.2. GABIONS AMONT ET AVAL.....	11
1.5.3. OUVRAGES SITUÉS À PROXIMITÉ DES GABIONS.....	11
1.5.3.1. Dispositifs de passes à poissons.....	12
1.5.3.2. Siphons.....	13
1.6. FONCTIONNALITES ET USAGES DU SITE.....	14
1.6.1. PROTECTION CONTRE LES CRUES ET GESTION DES NIVEAUX D'EAUX	14
1.6.2. RETENUE D'EAU POUR LA FOURNITURE D'EAU POTABLE	15
1.6.3. NAVIGATION ET DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE	17
1.6.4. CIRCULATION ROUTIÈRE EN CRÊTE D'OUVRAGE	17
1.6.5. PASSES À POISSONS POUR LA MIGRATION PISCICOLE	18
1.7. REGLES DE GESTION DE L'OUVRAGE	18
2. MILIEU PHYSIQUE	19
2.1. FACTEURS CLIMATIQUES	19
2.1.1. PLUVIOMÉTRIE	19
2.1.2. TEMPÉRATURES	19
2.2. GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE	20
2.2.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	20

2.2.2. SONDAGES GÉOTECHNIQUES RÉALISÉES EN 2022	21
2.3. BATHYMETRIE	21
2.4. CONTEXTE HYDRODYNAMIQUE	22
2.4.1. HYDROLOGIE.....	22
2.4.2. NIVEAUX D'EAU	22
2.4.2.1. Niveaux de marées.....	22
2.4.2.2. Niveaux marins extrêmes	23
2.4.3. ELÉVATION DU NIVEAU DE LA MER LIÉE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE	23
2.4.4. COURANTS	23
2.4.5. DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE ET ENVASEMENT	24
2.4.6. OPÉRATIONS DE DRAGAGE RÉGULIÈRES.....	24
2.5. RISQUE D'INONDATION ET SUBMERSION MARINE	25
2.5.1. CARACTÉRISATION DES ÉVÈNEMENTS HISTORIQUES EN BAIE DE VILAINE	25
2.5.2. PROGRAMMES DE PRÉVENTION DES INONDATIONS	25
2.5.3. PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	25
3. QUALITÉ DES EAUX ET DES SÉDIMENTS	26
3.1. OBJECTIFS DE QUALITE DES MILIEUX RECEPTEURS	26
3.1.1. RÉGLEMENTATION DES EAUX DE BAINADE ET EAUX CONCHYLICOLES	26
3.1.1.1. Directive relative à la qualité des eaux de baignade	26
3.1.1.2. Classement sanitaire des zones conchylicoles professionnelles.....	26
3.1.1.3. Classement sanitaire des zones de pêche à pied de loisir	27
3.1.2. OBJECTIFS DE « BON ÉTAT » DES EAUX DE LA DCE – QUALITÉ DES MASSES D'EAU CONCERNÉES PAR LE PROJET	27
3.1.2.1. Application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau	27
3.1.2.2. Critères pour atteindre le « bon état » des masses d'eau	27
3.1.2.3. Définitions et objectifs des masses d'eau concernées par le projet.....	28
3.2. QUALITE DES EAUX DE TRANSITION	29
3.2.1. ZONES CONCHYLICOLES PROFESSIONNELLES	29
3.2.1.1. Points de surveillance à proximité du projet	29
3.2.1.2. Surveillance microbiologique : suivi REMI	29
3.2.1.3. Surveillance chimique : résultats ROCCH.....	30
3.2.2. ZONES DE PÊCHE À PIED	30
3.2.3. SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX DE BAINADE	31
3.3. QUALITE DES SEDIMENTS	32
3.4. MODALITES DE DRAGAGE DES SEDIMENTS PRESENTS AU PIED DES GABIONS	33

4. MILIEU NATUREL ET PATRIMOINE.....	35
4.1. PATRIMOINE CULTUREL ET PAYSAGER.....	35
4.1.1. SITES INSCRITS ET CLASSÉS	35
4.1.2. PATRIMOINE ARCHITECTURAL.....	35
4.1.3. SITES ARCHÉOLOGIQUES.....	35
4.2. PATRIMOINE NATUREL.....	35
4.2.1. ZONES NATURELLES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)	35
4.2.2. SITES NATURA 2000.....	36
4.2.3. DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE.....	39
4.2.3.1. Données scientifiques sur les espèces benthiques	39
4.2.3.2. Données scientifiques sur les espèces piscicoles.....	40
4.2.3.3. Avifaune	42
4.2.3.4. Visite sur site.....	42
5. SYNTHÈSE DE LA DESCRIPTION DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX.....	43
ANNEXE 1 ARRÊTÉ DU 29 AVRIL 2021	45
ANNEXE 2 NOTE D'HYPOTHÈSE GÉOTECHNIQUE.....	46
ANNEXE 3 FICHES INNOVALYS – RÉSULTATS D'ANALYSES	47

TABLEAUX

Tableau 1 : Succession lithologique des sondages.....	21
Tableau 2 : Niveaux hydrographiques (SHOM, 2020).....	22
Tableau 3 : Seuils de qualité employés pour la mise en œuvre de la directive de 2006, Source : Note d'information de la Direction générale de la Santé du 23/05/2014.....	26
Tableau 4 : Modalités de classement des sites de baignade selon la directive de 2006.....	26
Tableau 5 : Exigences réglementaires et classement des zones conchylicoles	26
Tableau 6 : Classes de qualité sanitaire des sites de pêche à pied de loisir	27
Tableau 7 : Etat des masses d'eau concernées par le projet.....	28
Tableau 8 : Répartition des résultats (ARS).....	31
Tableau 9 : Niveaux relatifs aux éléments traces (en mg/ kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm).....	32
Tableau 10 : Résultats dépassements sur métaux seuil N1	33
Tableau 11 : Espèces inscrites à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE.....	37
Tableau 12 : Habitats inscrits à l'Annexe I présents sur le site	38
Tableau 13 : Espèces inscrites à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE.....	38

FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique du projet	6
Figure 2 : Les différentes limites sur la Vilaine - Source : EPTB Vilaine	6
Figure 3 : Plan des travaux, 1966 (Archives départementales du Morbihan).....	7
Figure 4 : Photographies illustrant la construction du barrage	7
Figure 5 : Vue en plan du barrage et de ses principaux équipements.....	9
Figure 6 : Localisation des prises de vues.....	10
Figure 7 : Plan des gabions du barrage d'Arzal – Source : EPTB Vilaine	11
Figure 8 : Gabions dégradés, en aval du barrage	11
Figure 9 : Gabions dégradés, en amont du barrage.....	11
Figure 10 : Vue de dessus et en 3D de la passe à bassins d'Arzal	12
Figure 11 : Vue aérienne des passes construites en 1995 et localisées près des gabions (à gauche) - Photographie d'un des bassins de la passe à poissons (à droite).....	12
Figure 12 : Rampe de la passe à anguilles n°2 (à gauche) - Substrat de reptation des anguilles (à droite)	13
Figure 13 : Local du suivi vidéo (à gauche) - Mulets en migration dans la passe (à droite).....	13
Figure 14 : Civelles en migration sur une rampe.....	13
Figure 15 : Localisation des principaux ouvrages en rive gauche de la Vilaine.....	14
Figure 16 : Périmètres de protection de captage de l'usine du Drézet à Férel.....	16
Figure 17 : Vue aérienne sur le port de plaisance d'Arzal-Camoel.....	17
Figure 18 : Vue des accès à la commune d'Arzal - source : géoportail.....	17
Figure 19 : Pont mobile permettant le passage des bateaux.....	17
Figure 20 : Précipitations à Billiers, sur la période 1981-2010 (Source : Infoclimat).....	19
Figure 21 : Températures sur Billiers, sur la période 1981-2010 (Source : Infoclimat)	19
Figure 22 : Géologie de la zone d'étude	20
Figure 23 : Plan de repérage des sondages géotechniques	21
Figure 24 : Levé bathymétrique - juin 2021 (source : MESURIS)	22
Figure 25 : Carte de niveaux extrêmes de pleine mer (période de retour 100 ans)	23
Figure 26 : Vitesses de courant maximales à proximité du projet (source : datashom)	24
Figure 27 : Rotodévaseur, propriété de l'IAV	24
Figure 28 : Localisation des sites de dragage.....	25
Figure 29 : Schéma de principe défini par la DCE.....	27
Figure 30 : Schématisation du processus d'évaluation de l'état d'une masse d'eau de surface.....	28
Figure 31 : Masses d'eau à proximité du barrage d'Arzal.....	28
Figure 32 : Identification des zones de production conchylicole du Morbihan – classement sanitaire pour les coquillages du groupe 2	29
Figure 33 : Identification des zones de production conchylicole du Morbihan – classement sanitaire pour les coquillages du groupe 3	29
Figure 34 : Suivi REMI pour la zone 56.17.10 – Groupe 2 – Estuaire de la Vilaine – Vilaine	29
Figure 35 : Suivi REMI pour la zone 56.17.3 – Groupe 3 – Estuaire de la Vilaine – Embouchure de la Vilaine.....	30
Figure 36 : Suivi REMI pour la zone 56.17.4 – Groupe 3 – Estuaire de la Vilaine – Baie de la Vilaine.....	30
Figure 37 : Suivi ROCCH pour la zone 56.17	30
Figure 38 : Localisation du point de prélèvement « Le Loguy »	31
Figure 39 : Evolution des résultats d'analyses bactériologiques (ARS)	31
Figure 40 : Qualité des eaux de baignade à proximité du barrage d'Arzal (Ministère des Affaires Sociales et de la Santé)	32
Figure 41 : Points de prélèvements des sédiments	32
Figure 42 : Contexte patrimonial et archéologique à proximité du barrage d'Arzal.....	35
Figure 43 : Photographies prises depuis le site de Broël sur Vilaine	35
Figure 44 : ZNIEFF à proximité du barrage d'Arzal.....	36
Figure 45 : Sites Natura 2000 à proximité du barrage d'Arzal.....	37
Figure 46 : Richesse spécifique et densité.....	39
Figure 47 : Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance par station	39
Figure 48 : Planche photographique des espèces dominantes (® IDRA Bio & Littoral)	39
Figure 49 : Bilan annuel des migrations de mulets au barrage d'Arzal.....	40
Figure 50 : Histogramme des effectifs annuels de lamproies marines comptabilisées au barrage d'Arzal	40

PIECE 6 : ETAT INITIAL

TRAVAUX DE CONFORTEMENT DES GABIONS DU BARRAGE D'ARZAL
AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

Figure 51 : Migration des civelles sur les dispositifs du barrage d'Arzal.....	41
Figure 52 : Comparaison des migrations de civelles de l'année 2020 à la tendance historique (en gris, valeurs min et max et moyenne (hist_mean), en bleu valeurs maximales, en bleu clair valeurs supérieures à la moyenne, en marron valeurs inférieures à la moyenne	41
Figure 53 : Bilan migration pour les anguilles jaunes au niveau des gabions, en rive gauche.....	41
Figure 54 : Végétation sur les gabions aval	42
Figure 55 : Végétation près des gabions amont	42
Figure 56 : Zone de saulaie/fourrés à proximité des gabions aval.....	42

OBJET DE LA PRESENTE PIECE

La présente pièce a pour objet de décrire l'état initial du site d'étude dans le cadre de la réalisation du dossier IOTA (Installations, Ouvrages, Travaux et Activités visés par l'article L.214-1).

Cet état initial aborde donc que les sujets en lien directs avec les thématiques suivantes :

- Milieu physique ;
- Qualité des eaux et des sédiments ;
- Milieu naturel et patrimoine ;

Une synthèse de ces enjeux est ensuite présentée.



PIECE 6 : ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

1. DESCRIPTION DU BARRAGE ET SES USAGES

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le barrage d'Arzal (ou barrage d'Arzal-Camoël) est situé sur le cours inférieur de la Vilaine, entre les communes d'Arzal et de Camoël (Morbihan).

Il est situé à une dizaine de kilomètres en amont de l'embouchure de la Vilaine dans l'océan Atlantique, entre les bourgs d'Arzal (sur la rive droite) et de Camoël (sur la rive gauche). Il franchit le fleuve près d'un ancien passage par bac, au lieu-dit La Vieille-Roche.

La carte ci-dessous permet de localiser le projet.

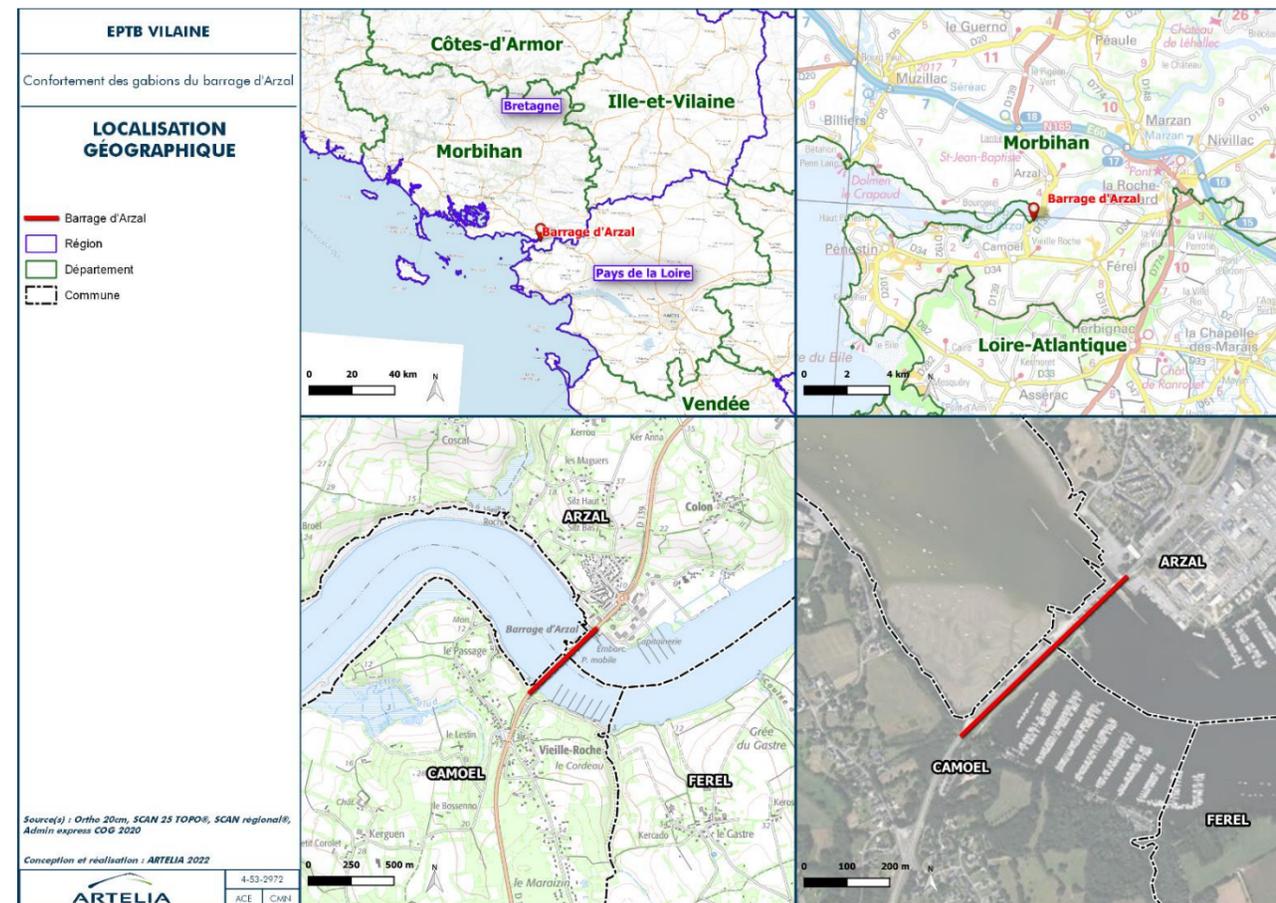


Figure 1 : Localisation géographique du projet

Le barrage d'Arzal a été inauguré en 1970 et constitue l'ouvrage clé contrôlant les écoulements sur la partie aval du fleuve.

Cet ouvrage marque la limite actuelle de salure des eaux, et également la frontière entre la pêche maritime et la pêche fluviale appartenant à la Région Bretagne, comme illustré sur la carte ci-après. L'ouvrage bloque l'onde de marée à 12 kilomètres de

l'embouchure de l'estuaire et constitue une rupture nette entre le milieu estuarien et le plan d'eau douce artificiellement créé à l'amont.

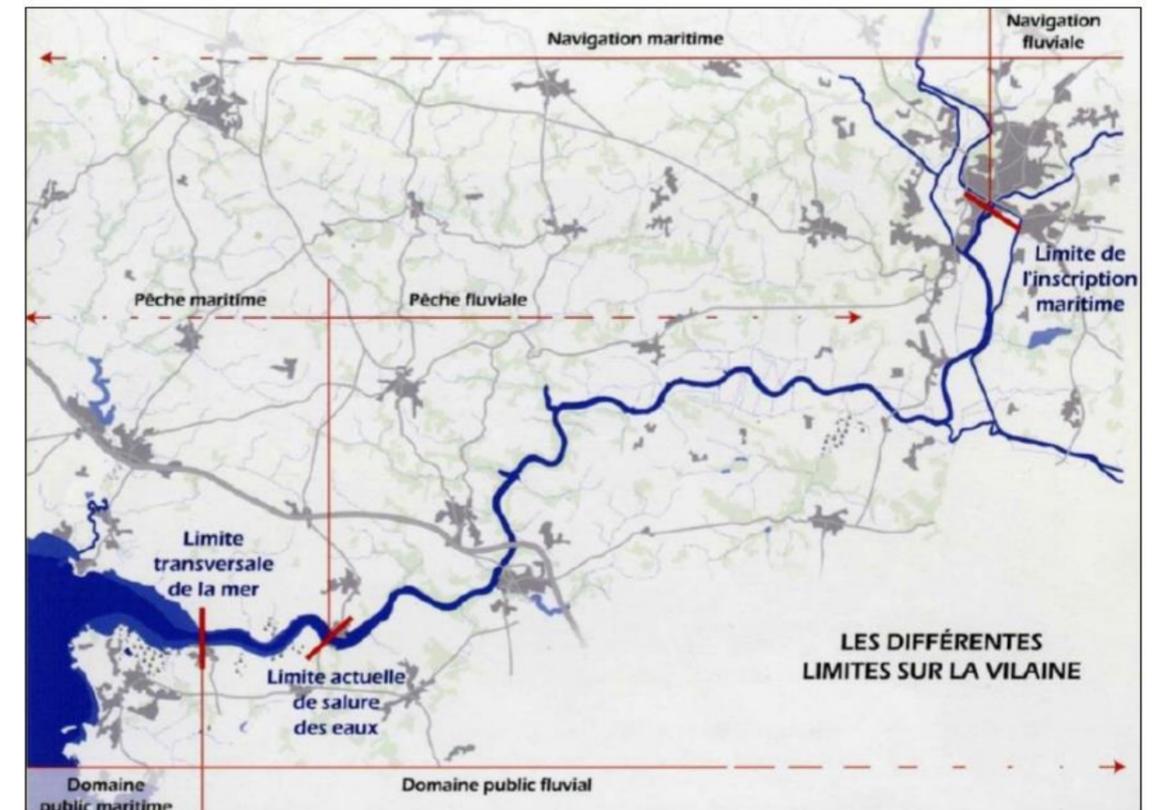


Figure 2 : Les différentes limites sur la Vilaine - Source : EPTB Vilaine

Propriétaire et gestionnaire du barrage estuarien d'Arzal-Camoël depuis sa construction dans les années 1960, l'EPTB Vilaine en assure l'exploitation, l'entretien et la gestion réglementaire.

1.2. ORIGINE DE LA CONSTRUCTION DU BARRAGE D'ARZAL

La mission première du barrage visait la protection contre les inondations en bloquant la remontée de la marée. L'ouvrage a ainsi permis de mettre hors d'eau l'agglomération de Redon pour les crues les plus fréquentes.

A son objectif initial de protection contre les crues s'ajoute le projet de développement de l'activité agricole sur les marais de Redon : le barrage aurait alors pour fonction de dessaler les marais tout en réduisant leur durée de submersion, les terres ainsi gagnées devenant exploitables pour l'agriculture.

Cet objectif n'a été réalisé qu'en partie. Les marais sont toujours majoritairement utilisés pour le pâturage et la production de foin, mais cette activité se place désormais dans un cadre moins contraint par les submersions. Il convient par ailleurs de signaler que les marais de Vilaine situés sous l'influence hydraulique du barrage d'Arzal sont classés Natura 2000.

1.3. HISTORIQUE DE L'OUVRAGE

En 1961, l'Institution d'aménagement de la Vilaine (IAV) fut créée par les départements du Morbihan, de l'Ille-et-Vilaine et de la Loire-Atlantique pour mener à bien les aménagements structurants nécessaires.

Des travaux de grande ampleur ont été menés entre 1965 à 1970 et se sont clôturés par la mise en service du barrage d'Arzal en 1970. C'est l'un des premiers cas de barrage construit sur de la vase.

Les travaux ont débuté par la mise en place d'une enceinte batardée sur la rive Nord afin d'y construire deux digues en enrochements - provisoires - réunies par une série de gabions. La vase puis la roche sont extraites de l'intérieur de l'enceinte. On y construit le quai, l'écluse et les cinq vanneaux par lesquels s'écoulera l'eau du fleuve pendant la construction de la digue de fermeture. Deux cordons d'enrochement sont ensuite établis. Ils traversent le lit de la rivière à l'aplomb de la future route. Des pieux sont forés tous les 2,50 mètres et du sable est déversé dans ces pieux afin d'assécher la vase pour la solidifier. Un treillis métallique est disposé sur les pieux et le tout est recouvert d'enrochements et de terre.

Mis en eau en 1970, le barrage est officiellement inauguré en 1972. Il est constitué des principaux équipements suivants, de la rive droite vers la rive gauche : une écluse et un pont mobile levant permettant le passage des bateaux, 5 vanneaux d'évacuation, une passe à poissons et une digue de fermeture de la Vilaine.

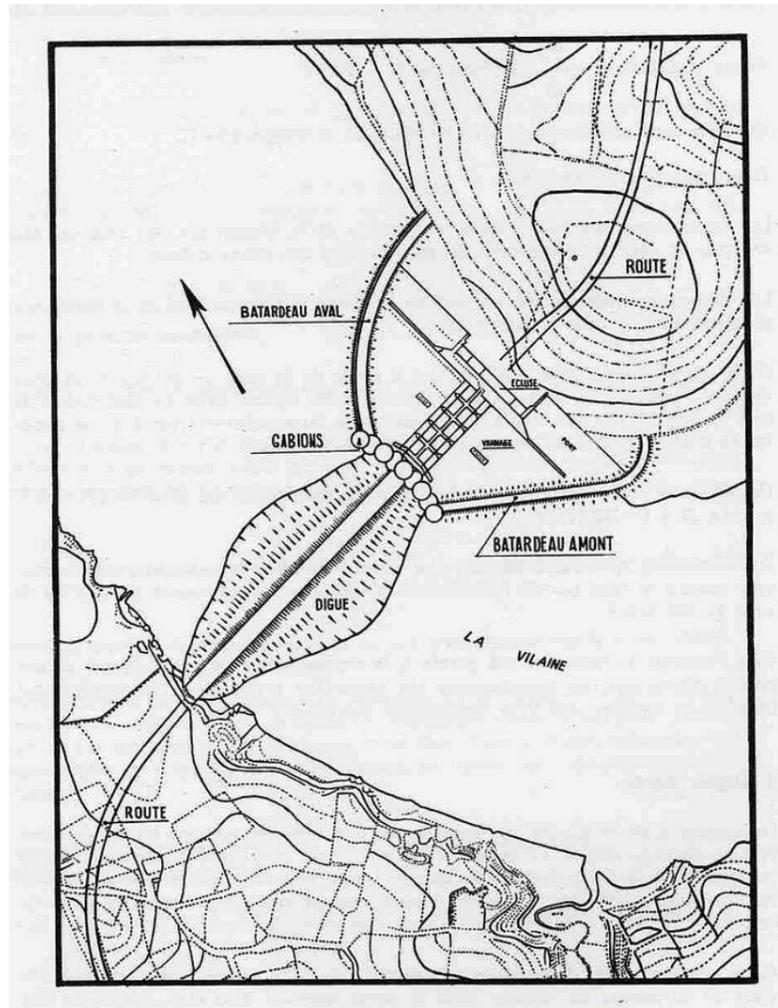


Figure 3 : Plan des travaux, 1966 (Archives départementales du Morbihan)



Figure 4 : Photographies illustrant la construction du barrage

L'aménagement du plan d'eau en amont de l'ouvrage a entraîné le développement de la navigation de plaisance dans la Vilaine, avec la création de plusieurs ports, à Arzal-Camoël, à La Roche-Bernard et à Foleux.

La création du plan d'eau a par ailleurs permis la construction d'une usine d'eau potable à quelque deux kilomètres en amont, sur la commune de Férel. Les 17 millions de mètres cubes traités par an alimentent à 70 % la presqu'île guérandaise — où le tourisme s'est énormément développé — et à 25 % le Morbihan, le reste étant destiné au sud-est de l'Ille-et-Vilaine, en particulier la ville de Redon.

Le rôle du barrage est donc aujourd'hui multifonctionnel : prévention des inondations à l'amont, production d'eau potable, maintien d'une activité agricole à l'amont, navigation, etc.

1.4. CLASSEMENT REGLEMENTAIRE DE L'OUVRAGE

D'une hauteur de retenue de 6 m et un volume retenu de 5,5 millions de m³, le barrage était anciennement classé C au titre de l'arrêté du 3 décembre 2010, autorisé par le Code de l'Environnement.

Depuis le 29 avril 2021, l'ouvrage a été reclassé en catégorie B par arrêté préfectoral (voir arrêté en Annexe 1). Ce reclassement fixe les prescriptions complémentaires relatives à la sécurité de cet ouvrage.

En effet, au vu de ses caractéristiques, le barrage d'Arzal relève de la classe B définie à l'article R.214.112 du code de l'environnement. A ce titre, l'EPTB tient à jour un dossier d'ouvrage et un registre, réalise en régie des visites de surveillance trimestrielles, des levés topographiques et des levés des tassomètres, ainsi que des visites techniques approfondies avec un bureau d'études spécialisé tous les 5 ans.

Par ailleurs, au titre de l'article 3 du présent arrêté, l'EPTB Vilaine doit mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires permettant à la ligne de crête de la partie en remblai du barrage d'Arzal de ne pas descendre sous la cote altimétrique de +4,65m NGF.

1.5. DESCRIPTION DES ORGANES CONSTITUANT LE BARRAGE

1.5.1. Plan général du barrage

La longueur totale du barrage est d'environ 500 mètres : 140 mètres pour les ouvrages hydrauliques et 360 mètres pour la digue. Ses fondations sont complexes :

- les ouvrages hydrauliques (pertuis, écluses, gabions de fermeture de la digue) sont posés sur le substratum rocheux,
- la digue en remblai est assise sur un sol vaseux aux mécanismes de tassement complexes (sol compressible), surtout dans sa partie centrale au droit de l'ancien lit principal de la Vilaine.

Le barrage d'Arzal est un ouvrage multi-usages qui assure les fonctions de :

- Retenue d'eau pour la fourniture d'eau potable ;
- Protection contre les crues et gestion des niveaux d'eau ;
- Navigation via les éclusées ;
- Circulation routière en crête d'ouvrage ;
- Passe à poisson pour migration piscicole.

Pour assurer ces fonctions, le barrage est composé de plusieurs organes, de la rive droite vers la rive gauche :

- Une écluse de 13 m de large et 80 mètres de long, et les ouvrages d'alimentation associés ;
- Une rampe à anguilles située le long du mur guide-eau (construite en 2006) ;
- Un pont mobile levant permettant le passage des bateaux pendant les éclusées. Le barrage est en effet situé au droit d'une route départementale (le RD139), et le passage des bateaux nécessite l'arrêt de la circulation ;
- 5 pertuis d'évacuation, équipés chacun d'une vanne levante (dimensions 18 m x 12 m) sur laquelle repose un volet basculant ;
- Une passe à poissons (construite en 1996), constituée d'une passe à bassins permettant le franchissement par les migrateurs, et d'une rampe à anguilles ;
- Une digue de fermeture de la Vilaine, d'une longueur de 360m, supportant deux voies de circulation ;
- Un siphon pour évacuer de l'eau saumâtre de l'amont vers l'aval.

Les figures en pages suivantes permettent d'avoir une vue générale de l'ouvrage et des équipements qui le constituent.

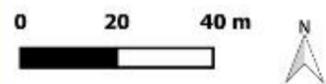


Figure 5 : Vue en plan du barrage et de ses principaux équipements

LOCALISATION DES PRISES DE VUES



Prise de vue



Source(s) : Ortho 20 cm

Conception et réalisation : ARTELIA 2022

1.5.2. Gabions amont et aval

Lors de la construction du barrage d'Arzal, des gabions ont été mis en place. Dans un 1^{er} temps cette gabionnade a servi de fermeture au batardeau érigé en rive droite pour construire le barrage béton à sec. Dans un 2^{ème} temps, une fois le barrage en eau, les gabions ont permis de servir d'ouvrage de soutènement et de fermeture à la digue en remblai et de séparer l'ouvrage digue de l'ouvrage en béton.

Ces ouvrages sont constitués de palplanches métalliques de forme circulaire, avec un remplissage par des éléments grossiers et des éléments plus fins.

Les gabions sont posés sur le rocher qui est à cet endroit presque affleurant : l'épaisseur de vase pouvant être limitée à quelques centimètres.

La géométrie des gabions a été définie pour des raisons hydrauliques et sédimentaires. Le schéma ci-dessous présente la numérotation de l'ensemble des gabions et des arcs de raccordement inter-gabions.

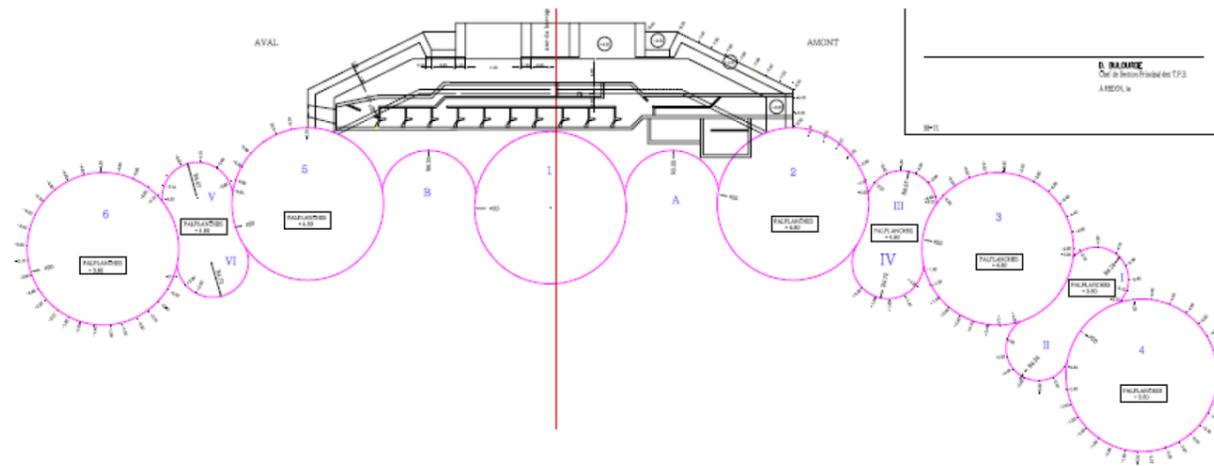


Figure 7 : Plan des gabions du barrage d'Arzal – Source : EPTB Vilaine

Ces gabions assurent les fonctions suivantes :

- Résister à la poussée des matériaux constituant le barrage ;
- Protéger le pied du barrage contre les entraînements de vase induits par les circulations d'eau au voisinage des pertuis ;
- Assurer le guidage des eaux ;
- Assurer le raccordement de la digue avec les ouvrages de génie civil ;
- Supporter le point de rejet aval des siphons ;
- Supporter la chaussée et l'ensemble des aménagements dans la partie centrale.

Lors des visites de surveillance, il a été constaté un état de corrosion des palplanches des gabions, en particulier à l'aval où les gabions sont exposés à l'eau salée, au marnage et aux embruns.



Figure 8 : Gabions dégradés, en aval du barrage



Figure 9 : Gabions dégradés, en amont du barrage

1.5.3. Ouvrages situés à proximité des gabions

Les gabions sont situés à proximité de plusieurs ouvrages :

- des dispositifs de franchissement piscicole ;
- des siphons.

Ces dispositifs nécessitent d'être intégrés au projet de confortement des gabions.

1.5.3.1. Dispositifs de passes à poissons

Le barrage d'Arzal constitue un obstacle majeur à la circulation des poissons migrateurs. Entre 1970 et 1995, année de la mise en service des dispositifs de franchissements, leurs populations ont très fortement régressé sur le fleuve, voire même disparu.

La construction de dispositifs de franchissement s'est donc révélée nécessaire pour rétablir l'équilibre. Les passes à poissons constituent une brèche dans l'ouvrage et sont aménagées pour permettre le franchissement des espèces piscicoles, grâce à l'attrait des débits du barrage.

Le barrage est à ce jour équipé des dispositifs suivants :

- Passe à bassin successifs pour les poissons, entre les gabions et le barrage ;
- Passe à anguilles en rive droite du barrage, à proximité de l'écluse ;
- Passe à anguilles en rive gauche du barrage, entre les gabions et le barrage.

Ces dispositifs font l'objet d'un suivi régulier. En 1996 et 1997, les migrations dans la passe à bassins ont été comptabilisées sur l'ensemble de l'année. Entre 1998 et 2012, seule la période favorable (généralement de mars à juin) a fait l'objet d'un suivi. Depuis 2013, le suivi est à nouveau annuel.

La passe à anguille localisée en rive droite est constituée d'une simple rampe. Cette passe, située sur la berge opposée de la Vilaine restera fonctionnelle et n'est absolument pas concernée par les travaux.

Les gabions sont donc situés à proximité de deux dispositifs de franchissement d'espèces piscicoles (passe à bassins et passe à anguilles). Ces dispositifs sont détaillés ci-après.

■ La passe à bassins successifs

Franchissable par un très grand nombre d'espèces marines : grands migrateurs (saumon, truite de mer, alose, lamproie, mulot, anguille au stade adulte), bar, athérine, flet (effectifs anecdotiques pour ces trois espèces), mais également par des espèces d'eau douce dévalant par les vannes en estuaire lors des épisodes de forts débits (sandre, gardon, ablette, brème, etc.) ou par l'écluse, ce type de passe est le seul capable de s'adapter aux grandes variations de niveaux amont et aval.

Cette passe, longue de 70m, est composée de 9 bassins successifs reliés entre eux par des fentes verticales. Des chutes s'établissent entre les bassins et permettent de passer de la cote du plan d'eau amont à la cote de l'estuaire (la passe constitue une sorte d'escalier hydraulique). Le poisson est attiré à l'entrée de la passe par le courant, il va remonter successivement la chute aval et les différents bassins de la passe à poissons pour se retrouver à l'amont du barrage. Les paramètres hydrauliques, régnant dans la passe, conditionnent le passage des espèces migratrices. Par exemple, le courant doit être suffisant pour permettre d'attirer le poisson vers l'entrée de la passe, mais pas trop puissant pour permettre aux poissons de franchir les chutes qui s'établissent entre chaque bassin.

Ces paramètres doivent donc rester compris dans une gamme de valeurs permettant le franchissement des espèces que l'on désire faire passer. Ils dépendent étroitement du niveau d'eau amont et de la hauteur de chute qui s'établit en sortie de passe. Or, le niveau aval lié à la marée, et le niveau amont lié à la gestion du plan d'eau par le barrage, sont très fluctuants.



Figure 10 : Vue de dessus et en 3D de la passe à bassins d'Arzal

Une série de vannes gérées par un automate permet d'adapter en permanence le nombre de bassins (le nombre de marches d'escalier nécessaires pour franchir la dénivellée) et la hauteur de chute aval (la hauteur de la première marche). La mise au point de la passe a été réalisée en 1996 et a permis de caler les conditions de course, d'ouverture et de fermeture des différentes vannes en fonction du niveau de la marée.

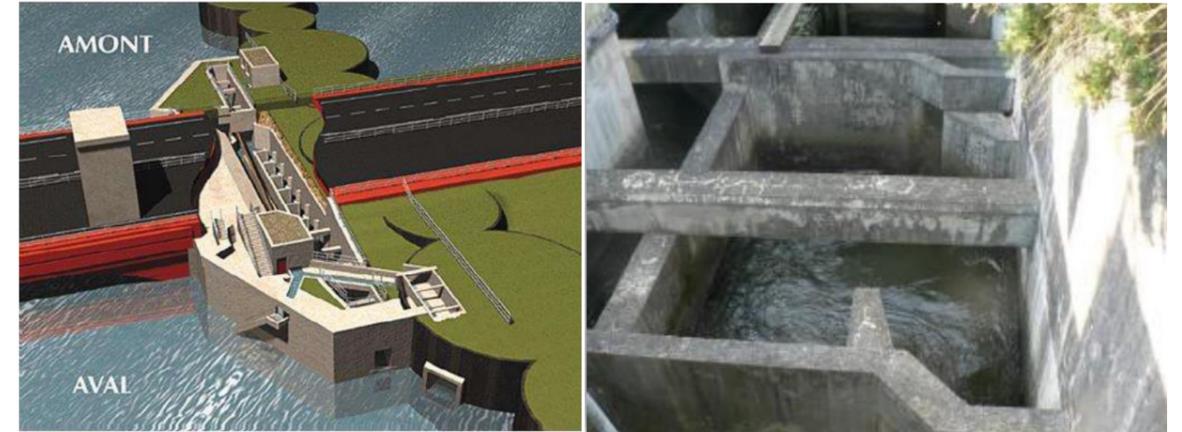


Figure 11 : Vue aérienne des passes construites en 1995 et localisées près des gabions (à gauche) - Photographie d'un des bassins de la passe à poissons (à droite)

■ Les passes à anguilles

Les capacités physiologiques de l'Anguille européenne étant spécifiques et souvent peu conciliables avec les standards des autres espèces, des aménagements spécifiques sont nécessaires.

En effet, les civelles et les anguillettes d'une taille inférieure à 15 - 30 cm n'ont pas la capacité de nage pour franchir le seuil aval de la passe à bassins. Un ouvrage de franchissement spécifique à l'anguille a été construit en parallèle à la passe à bassins.

Il se compose :

- de deux rampes disposées 10 mètres en amont et aval de l'entrée de la passe à bassins. Il s'agit de deux pans inclinés (45°) humides, longs de 4 et 5 mètres, plongeant dans l'estuaire et sur lesquels les anguillettes progressent par reptation en "prenant appui" sur des brosses verticales montées sur un support PVC. La partie centrale de la rampe est occupée par le débit d'attrait. Les brosses sont disposées de part et d'autre. En amont, les poissons devront escalader une nouvelle rampe dont la partie supérieure surplombe un dispositif de capture;



Figure 12 : Rampe de la passe à anguilles n°2 (à gauche) - Substrat de reptation des anguilles (à droite)

- du dispositif de capture précédemment cité, lui-même constitué d'un bac entonnoir débouchant sur un vivier de capture d'une capacité de 1 m³. Ce dernier est équipé d'une grille de fond amovible par laquelle l'eau circule et s'évacue par une vanne de vidange.

■ Les dispositifs de contrôle de flux migratoires

Il s'agit de dispositifs permettant d'évaluer l'importance des migrations :

- dans la passe à bassins, le contrôle des migrations consiste à filmer 24h/24h le passage des poissons au travers d'une vitre.
- dans les passes à anguilles, le contrôle de l'effectif migrant s'effectue par piégeage. Les anguilles qui franchissent les rampes plongeant dans l'estuaire sont dirigées vers un vivier appelé bassin de capture ou bassin de piégeage.

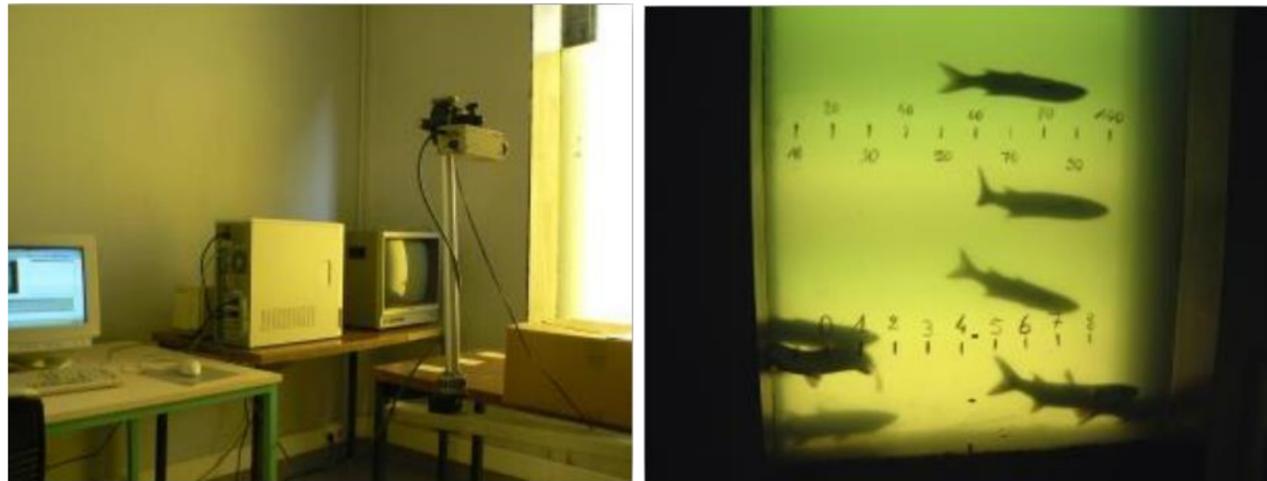


Figure 13 : Local du suivi vidéo (à gauche) - Mulets en migration dans la passe (à droite)

Les civelles, anguillettes et anguilles y sont alors dénombrées, pesées et mesurées.

Le suivi réalisé grâce à diverses méthodes (piégeage, système vidéo, observation directe des poissons,...) permet d'accroître les connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces migratrices et d'améliorer la technologie des passes à poissons.



Figure 14 : Civelles en migration sur une rampe

1.5.3.2. Siphons

Une dépression naturelle située à l'amont du barrage est utilisée pour collecter les eaux saumâtres, plus denses, entrant lors des éclusées ; ces eaux sont ensuite évacuées par un système de siphon, situé à proximité des gabions.

Chaque jour, environ 15 000 m³ d'eau de mer traversent le barrage. Avec les siphons, l'ouvrage rejette environ 300 000 m³ d'eau par jour. Car à chaque fois que l'écluse s'ouvre, ce sont 10 000 m³ d'eau salée qui se déversent et saturent le fleuve de chlorures.

Le système anti-salinité actuel (siphons rejetant l'eau saumâtre à la mer), n'est pas totalement satisfaisant et reste contraignant pour la navigation. Il entraîne également une perte d'eau douce importante de l'ordre de 300 000 m³ /jour, qui constitue la partie prépondérante des volumes "perdus" du plan d'eau.

La ci-dessous permet de visualiser le positionnement des ouvrages décrits.

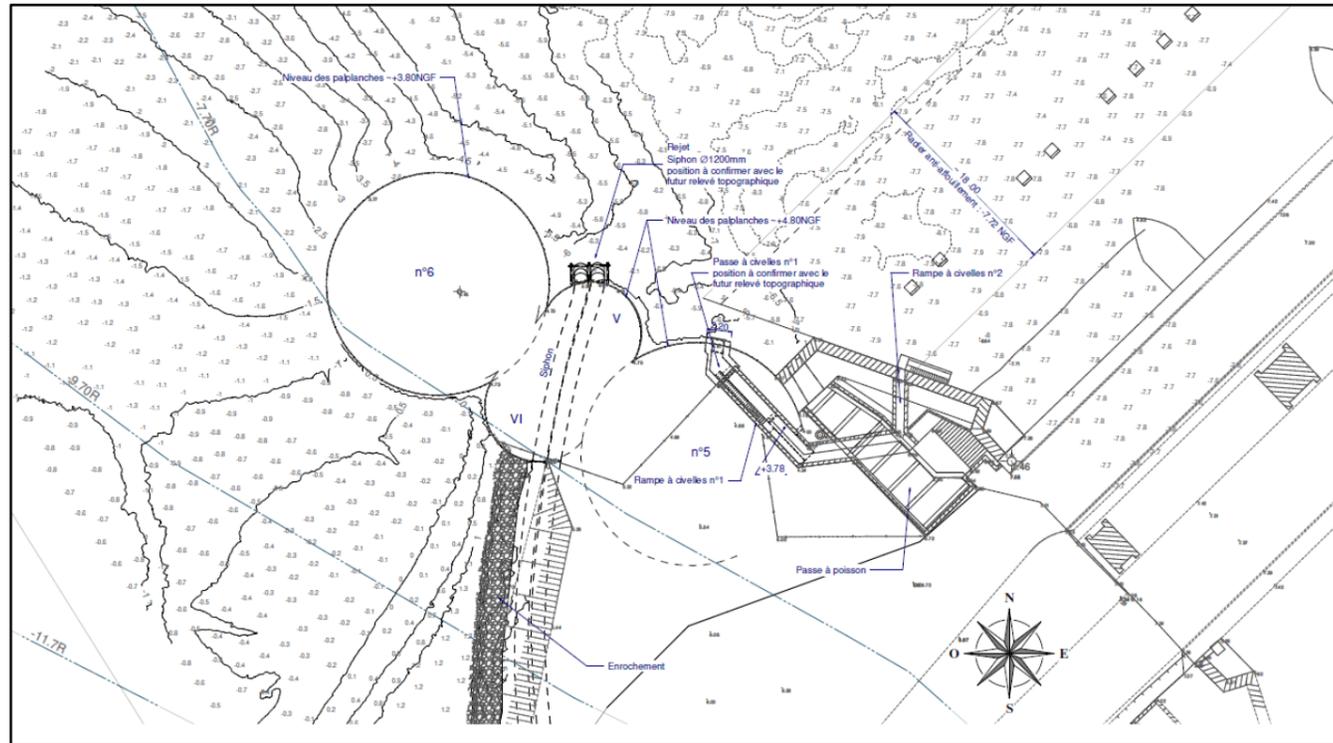


Figure 15 : Localisation des principaux ouvrages en rive gauche de la Vilaine

1.6. FONCTIONNALITES ET USAGES DU SITE

La construction du barrage a profondément modifié le fonctionnement de la Vilaine dans son cours aval, et avec le temps les usages se sont multipliés : évacuation des crues, production d'eau potable, navigation, agriculture, gestion environnementale des marais, etc.

En permettant de sécuriser la production d'eau potable et de limiter les inondations, le barrage d'Arzal remplit des fonctions stratégiques à enjeu d'intérêt général.

L'ouvrage devient en effet le lieu structurant de l'estuaire de la Vilaine autour duquel plusieurs activités s'installent. La route construite sur le barrage relie directement la commune d'Arzal à celle de Camoël épargnant ainsi aux usagers de la route une dizaine de kilomètres qu'ils devaient auparavant parcourir, franchissant la Vilaine à La Roche-Bernard. Les activités se développent autour du barrage avec l'installation d'un port de plaisance, 3e port du Morbihan, d'un camping et d'une zone artisanale.

Le barrage accueille également de nombreux visiteurs pour découvrir le site, observer les éclusages, se promener au bord de l'eau et découvrir la migration des poissons. Ainsi, cet ouvrage est devenu la « clé de voûte » d'un système complexe où les différents usages de l'eau imposent une approche globale et intégrée de sa gestion.

1.6.1. Protection contre les crues et gestion des niveaux d'eaux

Selon les données recueillies dans l'état des lieux du SAGE Vilaine, « le barrage d'Arzal a été construit pour réduire l'impact des crues catastrophiques de la Vilaine et de l'Oust dans le Pays de Redon, jusqu'alors soumis à l'influence des marées. »

Le barrage joue ainsi un rôle majeur dans la protection contre les crues de l'aval du bassin versant, en empêchant les conjonctions de forts débits amont et d'importantes surcotes de marées.

En effet, le barrage d'Arzal bloque l'onde de marée qui engendrait des inondations fréquentes sur le secteur de Redon par concordance entre une marée haute à fort coefficient et une crue de la Vilaine ou de l'Oust. Il n'est vraiment efficace que lorsque le débit de la Vilaine est inférieur à 800 m³/s, mais il permet de réduire fortement la fréquence des crues et la durée des inondations en toutes zones.

Les gabions ne jouent aucun rôle de protection contre les submersions marines. En effet, cette fonction de protection est uniquement assurée par la digue attenante aux gabions, dont la hauteur est supérieure. En aval, les gabions existants atteignent 4,80m IGN69 sauf le gabion le plus en aval qui se situe à 3,80m NGF. La mise en place du nouveau rideau de palplanches à 4,80m NGF permettra toutefois d'harmoniser la hauteur sur l'ensemble des gabions.

En ce qui concerne la ville de Redon, l'essentiel de la protection contre les inondations est assuré par le fonctionnement du barrage d'Arzal et la grande surface des zones de prairies humides sur lesquelles les flux d'eau peuvent s'étaler en limitant l'élévation du niveau des eaux dans les secteurs urbanisés.

La gestion du barrage obéit ainsi à différentes logiques suivant les périodes de l'année :

- **En période de crue**, l'objectif est l'évacuation maximale des débits de la Vilaine. Les débits sont alors évacués prioritairement par les vannes : elles restent fermées à marée haute lorsque le niveau de la mer est supérieur au niveau de la Vilaine, et sont ouvertes à marée basse. Lors des grandes crues, la consigne est de gérer le plan d'eau amont à la cote 0 NGF ;
- **En dehors des périodes de crue**, le barrage est géré pour maintenir un niveau amont constant d'environ 2.20 NGF. La cote d'objectif peut osciller autour de cette valeur de référence, suivant les périodes de l'année et les usages prioritaires : baisse des niveaux lorsque les agriculteurs font les foin, objectifs de submersion des marais en fin d'hiver (gestion environnementale des niveaux), remontée préventive en période de forte sécheresse pour sécuriser la réserve d'alimentation en eau potable....

Pour la régulation du plan d'eau amont, les volets peuvent être utilisés de manière préférentielle pour les faibles débits de la Vilaine (< 5 m³/s).

1.6.2. Retenue d'eau pour la fourniture d'eau potable

La mise en service du barrage d'Arzal a permis la création d'une réserve d'eau douce d'environ 50 millions de m³, rapidement exploitée pour la production d'eau potable par l'EPTB Vilaine. La première tranche de l'usine de Férel, d'une capacité de 30 000 m³ par jour, a été inaugurée dès 1972.

Alimentée par cette ressource abondante, l'usine a fait l'objet de travaux d'extension successifs pour atteindre aujourd'hui une capacité de production de 90 000 m³ par jour.

Conçue à l'origine comme ressource d'appoint en période estivale, l'usine de Férel est aujourd'hui sollicitée de manière permanente pour l'adduction d'eau sur la presqu'île guérandaise, l'agglomération de Saint-Nazaire, le Pays de Vannes et la région de Redon la Bretagne-Sud, avec des pointes de production en saison estivale (supérieures à 80.000 m³/j).

En 2021, environ 1 million de consommateurs sont concernés par la production de l'usine de Férel. La croissance générale de la démographie et les difficultés à produire de l'eau potable en période d'étiage (problèmes de qualité de l'eau brute et de quantité de la ressource en eau) vont amplifier la responsabilité du barrage pour cet enjeu.

La prise d'eau se situe dans la Vilaine, à environ 2 km en amont du barrage d'Arzal au droit d'une fosse naturelle, en rive gauche de la Vilaine sur la commune de Férel et au lieu-dit le Drézet. Autour de la zone de captage de l'usine de Drézet, il existe un périmètre de protection qui a été établi en 1970 lors de la Déclaration d'Utilité Publique.

Comme le montre la carte en page suivante, le barrage d'Arzal matérialise la limite actuelle de salure des eaux. Les gabions aval sont situés en milieu marin. Les gabions amont sont localisés à environ, 1,8 km au Nord-est de l'usine d'eau potable de Drézet, au sein du périmètre de protection intitulé « Zone Complémentaire Fluviale ». Aussi, les travaux portant sur les gabions aval ne sont concernés par aucun périmètre de protection, en raison de leur situation géographique (milieu marin, éloignement par rapport à l'usine).

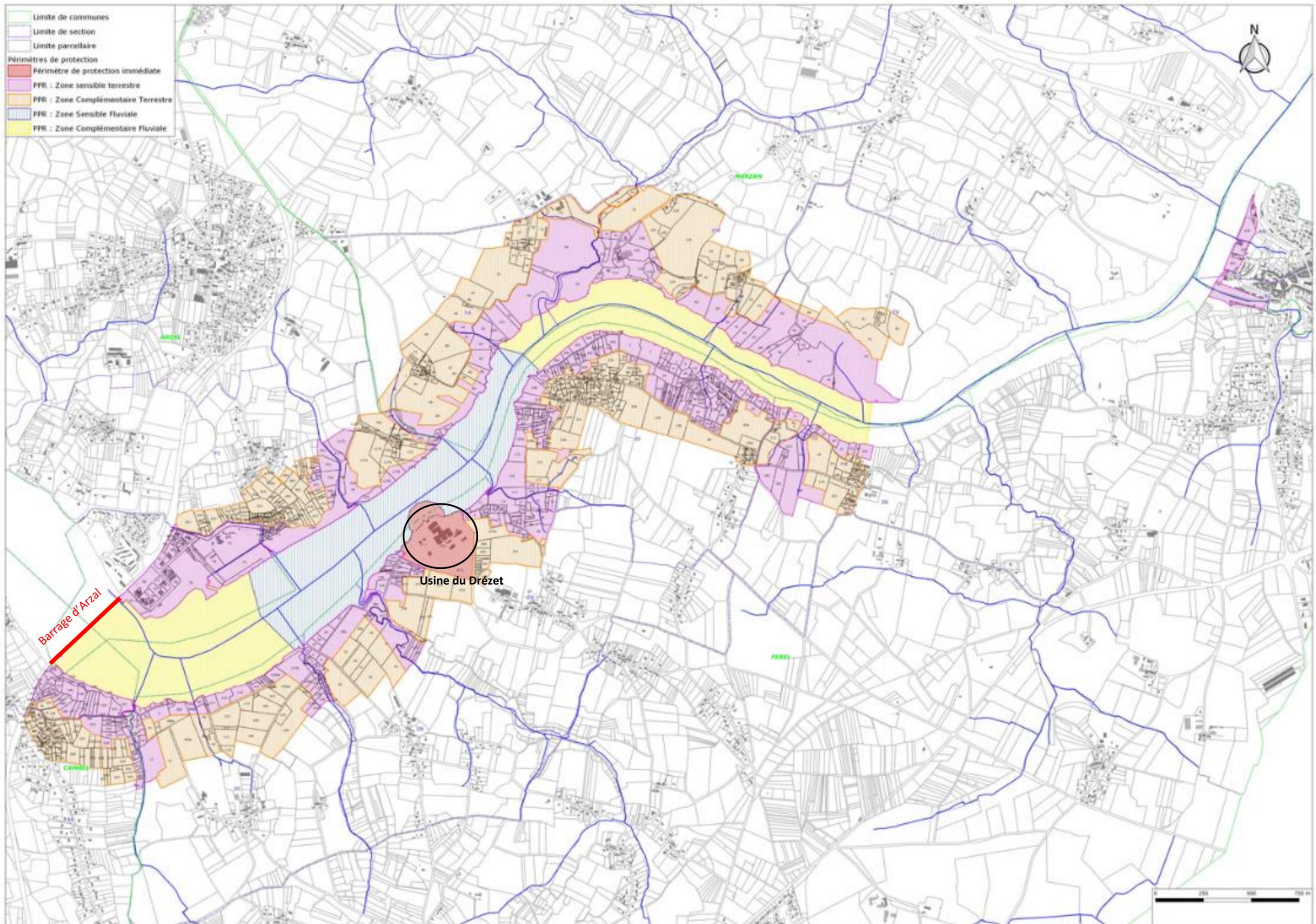


Figure 16 : Périmètres de protection de captage de l'usine du Drézet à Férel

L'eau brute est suivie à l'entrée de l'usine d'eau de Férel au titre de la réglementation liée à l'eau potable. Il existe ainsi un suivi de la qualité bactériologique au niveau de l'usine d'eau de Férel.

Par ailleurs, l'immédiate proximité des eaux marines salées est une particularité de l'ouvrage d'Arzal, et de la prise d'eau de Férel. L'exigence "eau potable" implique pour les chlorures une valeur normative de concentration inférieure à 200 mg/l. Lors d'étiages sévères et prolongés de la Vilaine, comme ce fut le cas en 1989, les concentrations peuvent dépasser ces valeurs. L'utilisation de l'écluse (qui est la voie de pénétration des eaux marines) est alors réduite, voire annulée. La mise en place en 1990 d'un dispositif de siphons permettant la reprise dans le plan d'eau des lentilles d'eau salées et leur évacuation à l'aval du barrage, a permis de réduire en partie les effets des intrusions. Cependant l'utilisation du siphon reste contraignante pour la navigation (nombre limité d'éclusages, horaires d'éclusage tenant compte des marées mais non adaptés aux contraintes de navigation en estuaire en période de "vives eaux") et surtout est responsable d'une perte d'eau douce importante. Celle-ci peut atteindre 400.000 m³/j en marées de vives eaux constituant alors la partie prépondérante des volumes "perdus" du plan d'eau.

1.6.3. Navigation et développement touristique

Le barrage d'Arzal a considérablement modifié les conditions hydrauliques, puisqu'il permet de maintenir un tirant d'eau important jusqu'à l'amont de Redon indépendamment de la marée. Des travaux connexes de rescindement de méandres, de reprofilage et de dévasement de la rivière ont en outre facilité la navigation. En revanche, le passage de l'embouchure de la Vilaine, qui se situe entre la pointe de Penlan en rive droite et la pointe du Halguen en rive gauche, est très délicat : la profondeur d'eau est faible, et des brisants peuvent se produire sur ces hauts-fonds, particulièrement par houle d'Ouest lors du jusant.

En outre, les conditions du transport solide des vases ont totalement changé du fait de la création du barrage, ce qui induit des difficultés de navigation en basses eaux, et nécessite des dragages réguliers.

Pendant quelques années, la navigation commerciale a été relancée suite à la construction du barrage. Etaient acheminés par voie d'eau du sable, des engrais, du bois. Le dernier bateau transportant des granulats de Saint-Nazaire à Redon a cessé son activité en 2013.

La construction du barrage d'Arzal a surtout entraîné un grand développement de la plaisance, qui devient un atout économique important de la région. La navigation est importante compte tenu de l'intérêt nautique de la Vilaine et de la côte Atlantique (proximité immédiate du Golfe du Morbihan).

Le port d'Arzal-Camoël dispose aujourd'hui d'environ 1 200 places sur pontons et quais et plus de 300 places sur un terre-plein de 28 000 m² qui permet aux plaisanciers, outre le stockage, d'effectuer des opérations d'entretien et de maintenance des bateaux.

Ainsi, le port se positionne comme le principal port de plaisance en eau douce de la façade atlantique.



Figure 17 : Vue aérienne sur le port de plaisance d'Arzal-Camoël

Par ailleurs, la proximité de l'estuaire, la construction du barrage et l'aménagement du port de plaisance a permis à Arzal de développer des activités tournées vers le nautisme. On compte à ce jour une quinzaine d'entreprises liées à ce secteur, localisées à proximité de l'ouvrage.

Le développement de cette activité nautique de plaisance constitue aujourd'hui l'essentiel du trafic de bateaux à l'écluse d'Arzal. La fréquentation nautique à l'écluse du barrage d'Arzal comptabilise environ 15 000 passages de bateaux de plaisance par an, environ 400 passages pour l'activité pêche et près de 80 passages par an pour le trafic commercial.

1.6.4. Circulation routière en crête d'ouvrage

L'accès à la commune d'Arzal se fait aisément par la D 139 avec le nécessaire passage du barrage si l'on arrive par la rive gauche de la Vilaine. Le port se situe à proximité immédiate de la départementale, juste après le barrage ; il est facilement accessible et visible ; il borde la route départementale.

La carte ci-après présente les voies d'accès présentes à proximité du barrage d'Arzal.

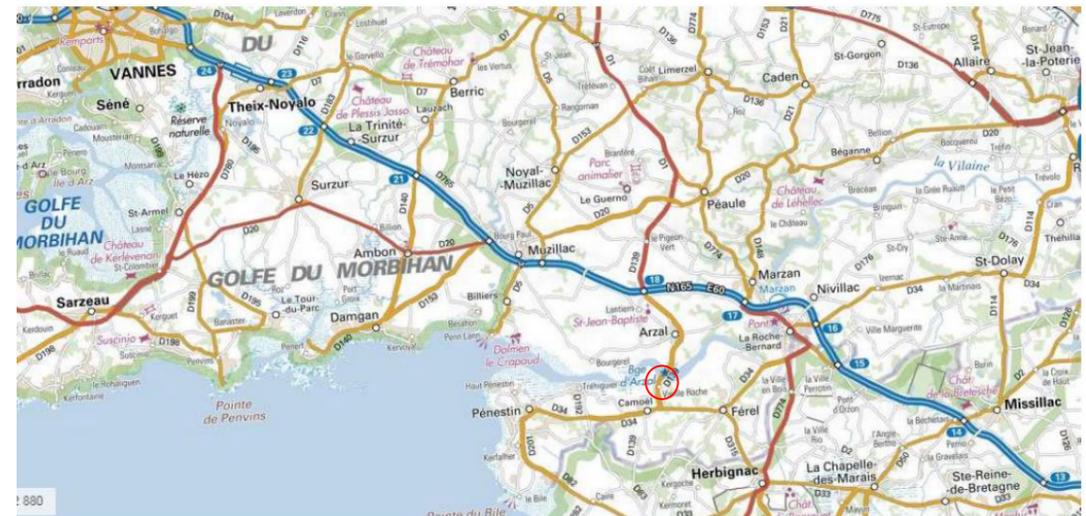


Figure 18 : Vue des accès à la commune d'Arzal - source : géoportail

Par ailleurs, un pont mobile levant permet le passage des bateaux pendant les éclusées. Le barrage est en effet situé au droit d'une route départementale (le RD139), et le passage des bateaux nécessite l'arrêt de la circulation (voir photo ci-dessous).

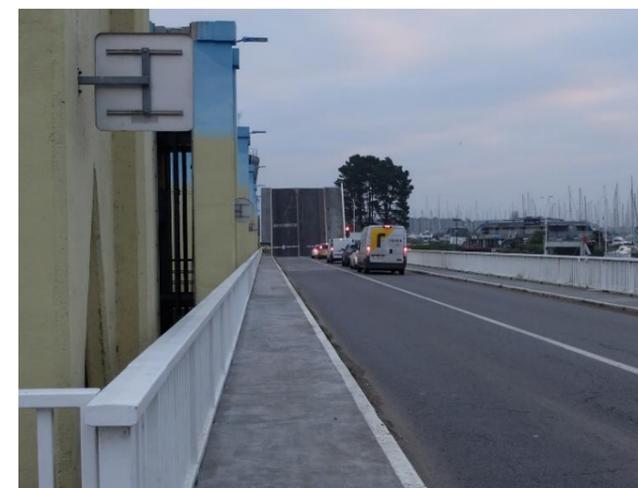


Figure 19 : Pont mobile permettant le passage des bateaux

1.6.5. Passes à poissons pour la migration piscicole

La construction du barrage d'Arzal a fragilisé la biodiversité de cet écosystème très précaire qu'est l'estuaire. En aval, les lâchers d'eau douce du barrage font baisser la salinité de l'eau et modifient l'équilibre du milieu aquatique. Le barrage empêche les civelles de remonter le cours d'eau en amont, limite la diversité des espèces de poissons dans le fleuve et par ricochet, des oiseaux nichant dans les marais. Aussi, pour faciliter la migration des espèces aquatiques, l'installation de passes à poissons s'est avérée nécessaire. Elle permet ainsi le passage de diverses espèces de poissons migrateurs (saumons, lamproies et surtout civelles).

Les passes à poissons, construites en 1995, sont suivies depuis leur mise en fonctionnement, de manière quotidienne durant les pics de migration, et plusieurs fois par semaine en dehors de ces périodes. Une salle vitrée pour l'enregistrement et la visualisation du passage des poissons est intégrée au site, et permet d'accueillir le public, à qui est également proposée une exposition permanente sur le thème des espèces piscicoles du bassin de la Vilaine, des projections vidéo, et la visite d'autres parties du barrage permettant de mieux cerner les enjeux et les aspects techniques de l'existence du barrage d'Arzal.

Comme détaillé précédemment, il existe deux types de passes à poissons sur le barrage d'Arzal :

- une passe à anguilles, qui est un plan incliné équipé d'un substrat rugueux et de brosses, débouchant sur un vivier. Elle permet de piéger les civelles et anguilles, et ainsi de mesurer l'importance des migrations et d'acquérir des données biologiques. Les individus sont ensuite relâchés dans le plan d'eau à l'amont du barrage;
- une passe à bassins à fentes verticales attractive et efficace pour les autres migrateurs : l'aloise, la lamproie marine, les salmonidés (saumon, truite de mer) et les espèces susceptibles de passer de la mer à l'eau douce.

1.7. REGLES DE GESTION DE L'OUVRAGE

Le conflit d'usage entre la navigation de plaisance et la production d'eau potable est le plus marqué et le plus difficile à gérer au niveau du barrage. La mise en place d'un groupe de travail entre les associations de plaisanciers, la Compagnie des Ports du Morbihan et l'EPTB Vilaine a permis de trouver des solutions palliatives pour améliorer la situation et n'envisager les restrictions d'éclusement qu'en dernier recours. Néanmoins, en l'absence de solutions permettant la maîtrise des intrusions d'eau salée « à la source », et avec les conséquences prévisibles du changement climatique, ce conflit d'usage est appelé à s'amplifier à moyen/long terme.

Si en période normale (printemps, automne), les usages peuvent être satisfaits sans difficultés particulières, il n'en est pas de même pendant les crues du fleuve ou lors des étiages (périodes de faible débit), où les conflits ne sont pas rares.

En période de crue de la Vilaine, l'objectif d'évacuer les débits demeure prioritaire et passe devant tous les autres usages. Cet impératif peut gêner la navigation, voire entraîner son interdiction lors des grandes crues.

En période d'étiage, c'est l'objectif d'alimentation en eau potable qui devient prioritaire. L'intrusion d'eau de mer dans le plan d'eau, du fait des éclusages, peut entraîner des élévations de salinité incompatibles avec la production d'eau potable. Malgré l'existence d'un dispositif de siphonage des eaux salées, efficace mais très consommateur d'eau douce, en cas d'étiages sévères des restrictions d'éclusages peuvent être décidées, pénalisantes pour la navigation.

Un règlement de l'ouvrage a été établi, en fonction des multiples usages et fonctions de celui-ci. Ainsi, il est affirmé que la production d'eau potable et la protection des personnes et des biens contre les inondations sont des objectifs prioritaires pour la gestion de l'ouvrage. La navigation commerciale et de plaisance, le maintien de l'équilibre écologique de l'estuaire, ce même équilibre et le maintien d'une agriculture extensive sur les marais et la libre circulation des poissons migrateurs sont des objectifs secondaires. La gestion usuelle de l'ouvrage doit cependant chercher en permanence à satisfaire l'ensemble de ces usages, qu'ils soient prioritaires ou secondaires.

Les règles de gestion du barrage distinguent les situations suivantes :

- à partir de 250 m³/s, une pré-alerte est transmise sur le sous-bassin versant de Guipry-la Chapelle de Brain puis Redon. La navigation est interdite sur le bief amont du barrage, et le niveau minimal est compris entre 0 et 0,8 NGF ;
- entre 100 m³/s et 250 m³/s, se produit le début du remplissage des marais de Redon ; l'état de vigilance est adopté. Les lâchers des vannes sont ajustés pour suivre la courbe des marées et l'objectif de niveau sur le bief amont ;
- de 10 à 100 m³/s, la situation est considérée comme normale ; le principal souci est le maintien de la réserve d'eau potable, et l'objectif de niveau est compris entre 1,6 et 2,3 NGF ;
- de 2,5 à 10 m³/s, le barrage est fermé et le nombre d'éclusées réduit ;
- en dessous de 2,5 m³/s, le barrage et l'écluse sont fermés pour maintenir la réserve d'eau potable ; le niveau du plan d'eau est en dessous de 1,8 NGF et la perte de son niveau est estimée à 1 cm/jour.

En fonctionnement normal, les vannes qui sont situées à proximité de la passe à poissons sont ouvertes en priorité, de façon à assurer un débit d'attrait pour les poissons migrateurs.

On notera également, dans ce règlement, la définition du Débit Minimum Biologique comme étant le débit nécessaire au fonctionnement de la passe à poissons. Du fait de son fonctionnement calé sur le cycle des marées, et réglé en fonction des différences entre les niveaux aval et amont, ce débit est exprimé en valeur journalière.

La valeur retenue est de 28.000 m³/jour.

2. MILIEU PHYSIQUE

2.1. FACTEURS CLIMATIQUES

Son long trait de côte offre au Morbihan une importante influence océanique. Le climat océanique tempéré se caractérise par des hivers doux et pluvieux et des étés frais et relativement humides.

La station météorologique la plus représentative de la zone d'étude est celle de Billiers. Cette station reflète plutôt bien les caractéristiques climatiques de site d'étude (données sur la période de 1981 à 2010).

2.1.1. Pluviométrie

D'après les données extraites sur le site Internet InfoClimat, les précipitations cumulées moyennes sur une année peuvent atteindre 793 mm.

Les hauteurs de précipitation moyennes mensuelles oscillent entre 36,9 mm pour le mois le plus sec (juin) et 95,1 mm pour le mois le plus humide (décembre).

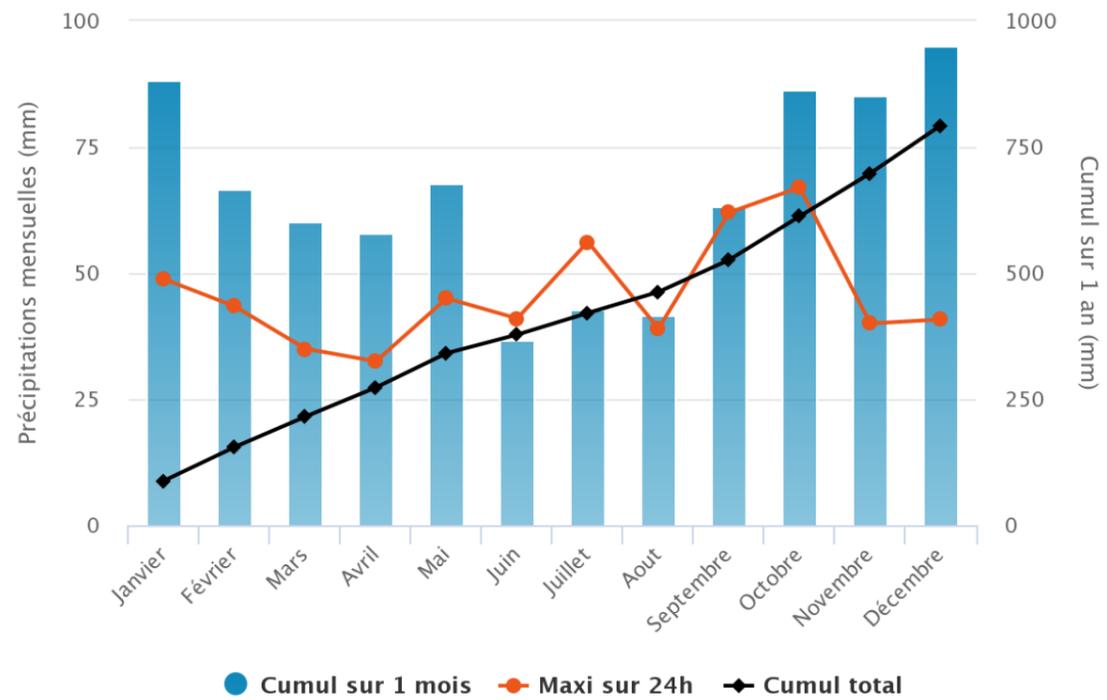


Figure 20 : Précipitations à Billiers, sur la période 1981-2010 (Source : Infoclimat)

2.1.2. Températures

Les températures sont modérées avec une moyenne annuelle de 12°C sur cette période et des écarts thermiques modérés : environ 12,3°C de différence entre la température moyenne des mois les plus froids (janvier et février avec 6,2°C) et la température moyenne des mois les plus chauds (juillet et août avec 18,5°C).

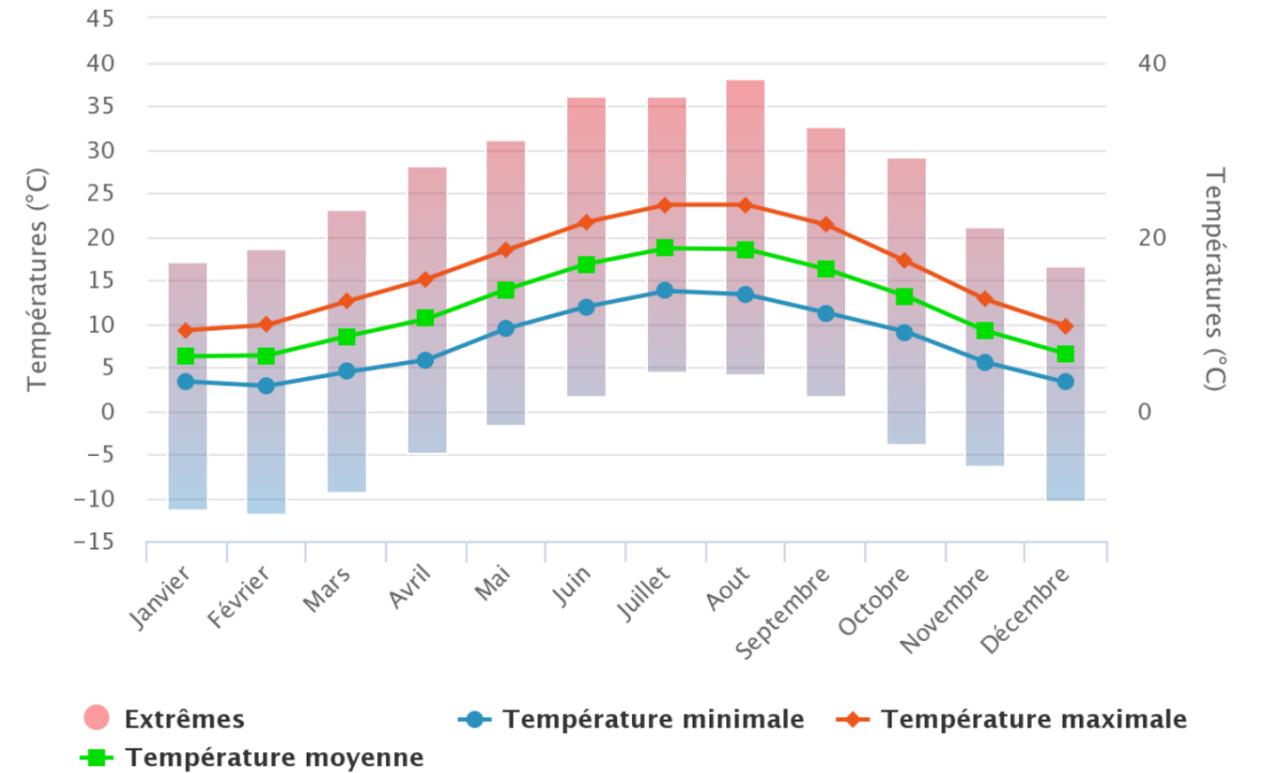


Figure 21 : Températures sur Billiers, sur la période 1981-2010 (Source : Infoclimat)

infoclimat.fr

2.2. GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

2.2.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/25 000ème du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), les gabions reposent sur des alluvions fluviales récentes et des limons de débordements et chenaux (Holocène).

La figure ci-dessous illustre ce propos.

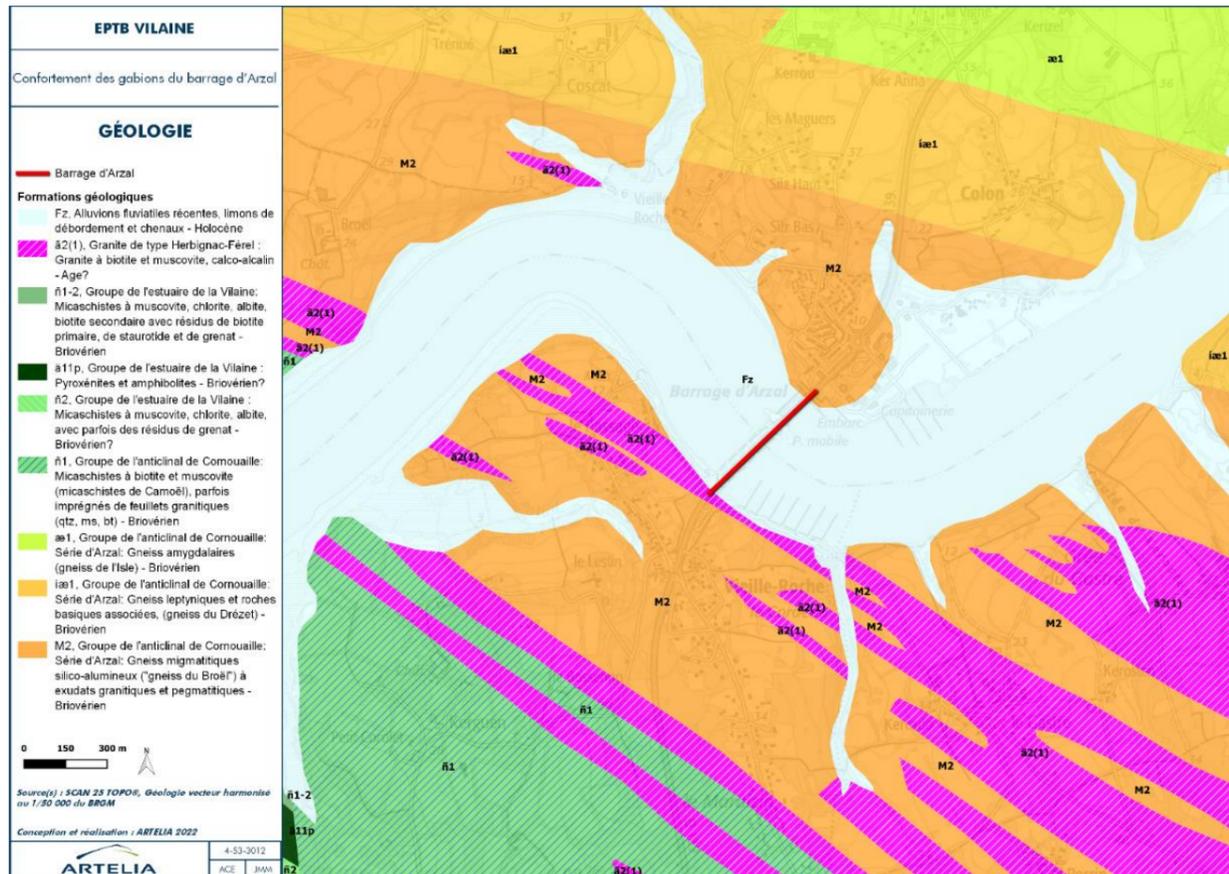


Figure 22 : Géologie de la zone d'étude

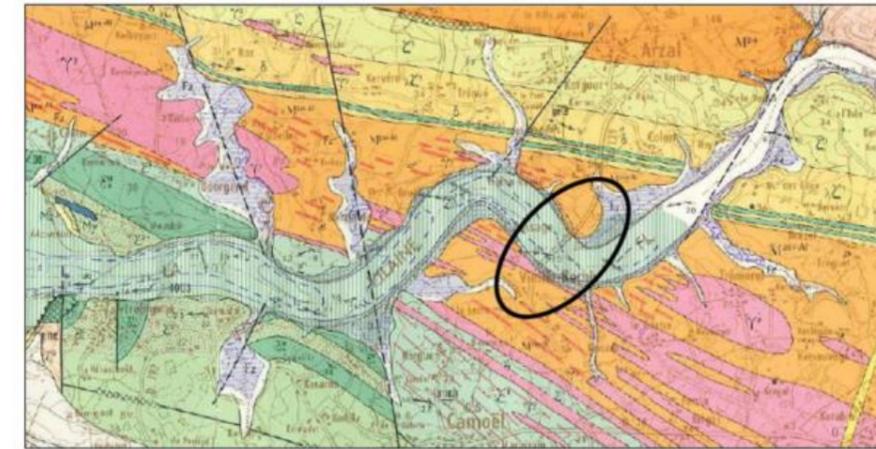
Par ailleurs, d'après la carte géologique de La Roche Bernard et les études géotechniques réalisées à proximité, les terrains du secteur devraient être constitués de haut en bas par :

- Éventuellement suivant les zones, des remblais d'aménagement généraux (présents dans les gabions et sur la digue),
- Éventuellement suivant les zones, des alluvions argilo-vasardes,
- Le substratum de type gneissique.

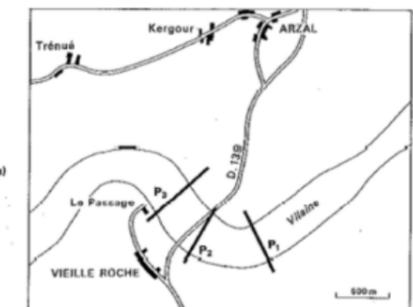
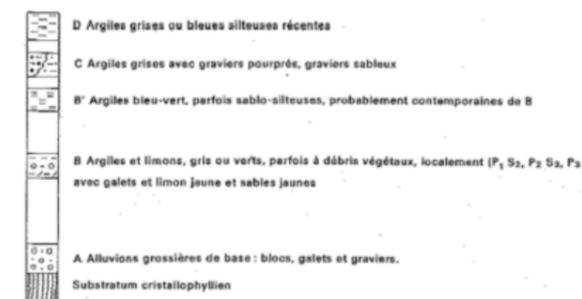
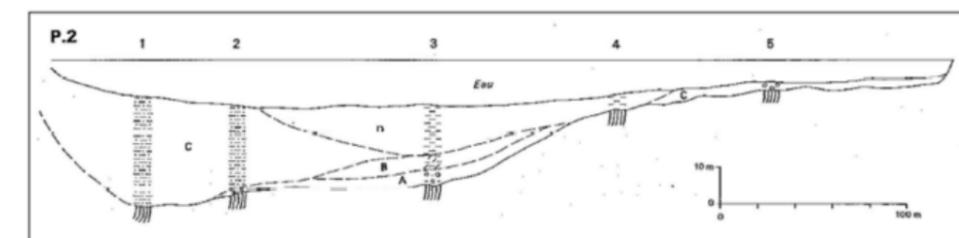
La profondeur du toit du gneiss varie de façon significative entre la rive droite (profondeur relativement faible) et la rive gauche de la Vilaine (profondeur très importante).

Les ouvrages hydrauliques (pertuis, écluses, gabions de fermeture de la digue) sont posés sur le substratum rocheux gneissique. La digue en remblai est assise sur un sol argilo vasard aux mécanismes de tassement complexes (sol compressible), surtout dans sa partie centrale au droit de l'ancien lit principal de la Vilaine.

Extrait de la carte géologique de La Roche Bernard au 1/50 000 :



Coupe transversale extraite de la notice de la carte géologique de la Roche Bernard :



2.2.2. Sondages géotechniques réalisées en 2022

En complément des données géotechniques déjà disponibles, une campagne de sondages géotechniques a été réalisée en 2022, dans le cadre de l'opération de confortement des gabions aval. Plusieurs types de sondages ont ainsi été réalisés sur les gabions aval :

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur (m/TA)	Altitude de la tête (en m NGF)	Essais pressiométriques (NF EN ISO 22 476-4)
Sondage carotté en diamètre 110 mm	2	SC1	18.6	+4.2	
		SC2	16.9	+4.7	
Sondage destructif avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings, et essais pressiométriques	4	SP1	18.3	+4.1	8
		SP2	17.8	+5.2	10
		SP3	17.9	+5.5	9
		SP4*	19.8	+3.9	7

Les sondages SP1, SP2, SC1, SC2 ont été réalisés à l'intérieur des gabions.

Le sondage SP4.a été réalisé dans le talus de la digue, en débord extérieur du gabion N°6.

Le sondage SP3 a été réalisé dans le remblai de la digue, dans la zone de parking en arrière du gabion N°5.

Ces sondages sont localisés en bleu sur le plan ci-après.

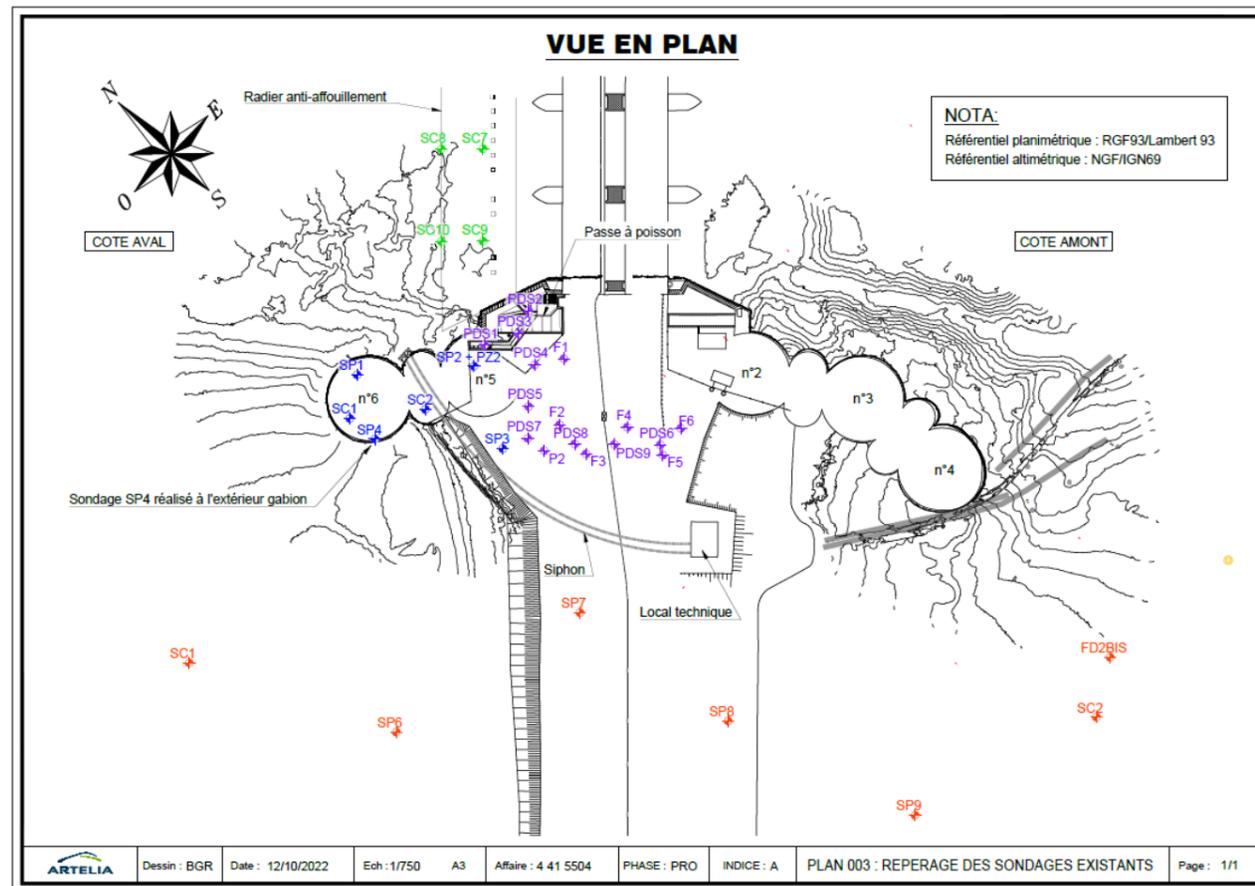


Figure 23 : Plan de repérage des sondages géotechniques

Ces sondages ont mis en évidence la succession lithologique suivante, du haut vers le bas à partir du terrain naturel :

- Terres végétales et limons bruns sur de faibles épaisseurs de 30cm à 50cm environ, en recouvrement des gabions uniquement ;
- Des remblais graveleux à blocs (Dmax <14cm) en remplissage des gabions, reconnus jusqu'à 13m de profondeur environ, et des remblais sableux à blocs dans la zone de parking de la digue reconnus jusqu'à 14m de profondeur environ ;
- Des vases présentes uniquement dans la zone maritime en extérieur des ouvrages, et en épaisseur très variable, quasi nulle côté pertuis N°5 du barrage, à près de 8m d'épaisseur reconnu en SP4 côté digue ;
- Des limons vasards et alluvions présents uniquement dans certains gabions, (sédiments non purgés avant remplissage des gabions à la construction) reconnus sur de faibles épaisseurs (1.40m sur SP1 à 2.20m sur SC2) en recouvrement du substratum ;
- Le substratum de type gneiss, plus ou moins altéré en tête, et dont la fracturation varie selon les zones, reconnus sur tous les sondages ;
- Du granite +/- altéré à discontinuités fortes, identifié uniquement à la base des sondages carottés SC1 et SC2, sous le gneiss.

Tableau 1 : Succession lithologique des sondages

Sondage	Contexte	Toit remblais m NGF	Toit alluvions m NGF	Toit gneiss m NGF	Toit granite m NGF
SP1	Gabion 6	+4.10	-5.80	-7.20	/
SP2	Gabion 5	+5.20	/	-6.20	/
SC1	Gabion 6	+4.20	/	-8.30	-9.50
SC2	Inter gabion 5/6	+4.70	-5.30	-7.50	-8.90
SP3	Digue	+5.50	/	-8.60	/
SP4	Maritime	/	-1.40 (vase)	-9.00	/

A la différence de la digue, où des remblais très hétérogènes avec présence de blocs rocheux parfois de grosse dimension ont été mis en œuvre (tout venant rocheux), les gabions ont été remplis par des remblais choisis et drainants, avec une granulométrie de type 20/200.

La note d'hypothèse géotechnique comprenant l'ensemble des résultats est présentée en annexe 2.

2.3. BATHYMETRIE

L'estuaire fait l'objet de levés bathymétriques réguliers depuis la construction du barrage. Ces levés permettent d'évaluer la dynamique d'évolution morphologique de l'estuaire et tenter d'appréhender les mécanismes et leur devenir.

De plus, afin d'estimer les volumes dragués, des relevés bathymétriques des secteurs travaillés sont réalisés avant et après dragage. Une bathymétrie complète de l'estuaire est réalisée tous les 5 ans.

La carte ci-dessous, réalisée en juin 2021, présente le levé bathymétrique au pied des gabions (amont et aval), intégrant une estimation de l'altitude du toit rocheux et des volumes de vases.

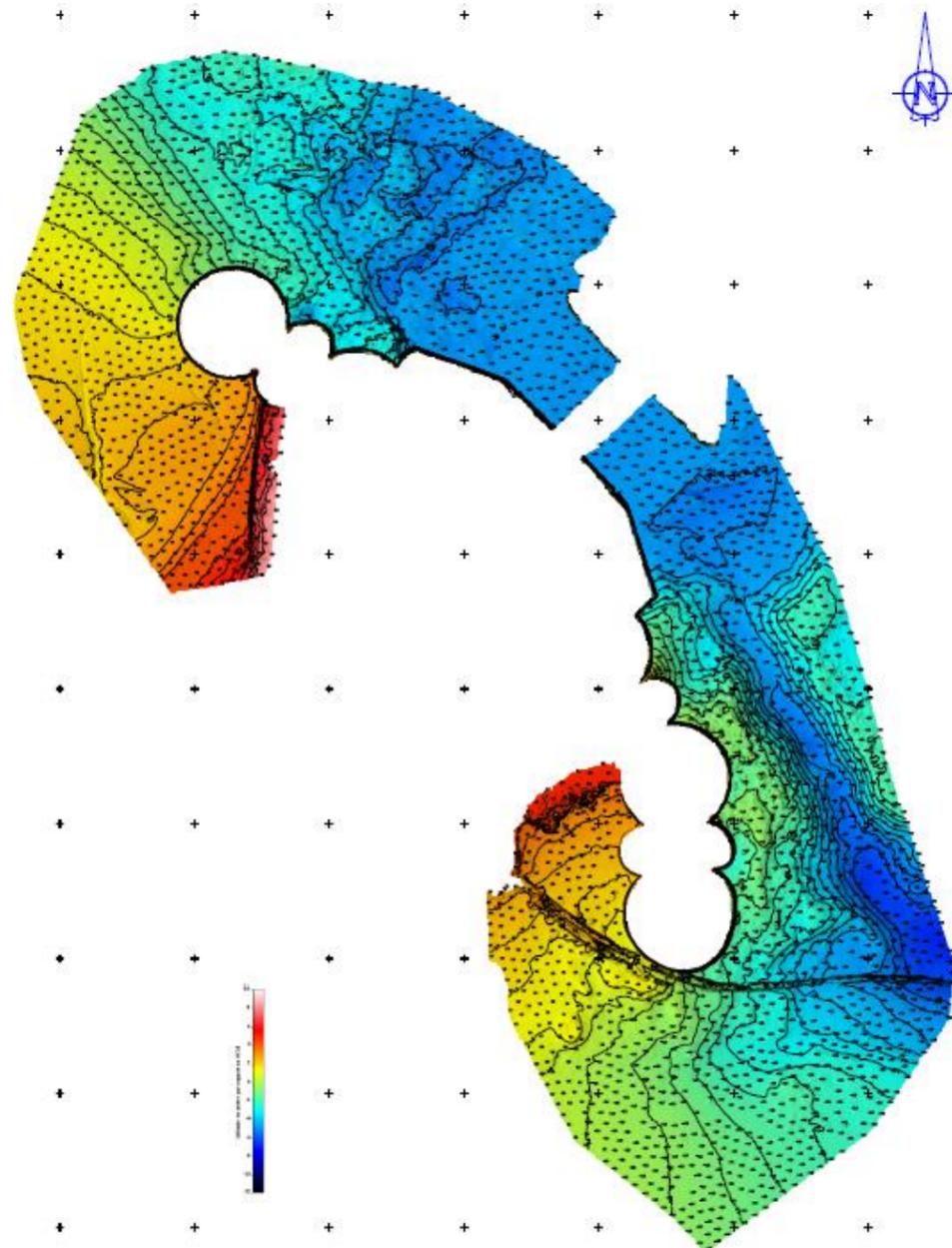


Figure 24 : Levé bathymétrique - juin 2021 (source : MESURIS)

2.4. CONTEXTE HYDRODYNAMIQUE

2.4.1. Hydrologie

Les quantités d'eau transitant au niveau du barrage peuvent varier de façon remarquable.

Tout d'abord, à l'intérieur d'une même année hydraulique, le débit de pointe en période de crue peut atteindre 1500 m³/s (1995), alors que ce débit peut devenir inférieur à 2 m³/s lors d'étiages prononcés (1989). Ensuite, les variations existent également d'une année à l'autre. Ainsi, le bilan hydraulique annuel, c'est à dire la quantité d'eau apportée par la Vilaine, varie dans un rapport de 1 (1997) à 4 (1995), au cours de la période 1991-1998. Ce bilan annuel dépend directement de l'importance et de la durée des crues ; lors de la crue de 1995, il transitait certains jours près 140 millions de m³.

Ce flux d'eau est réparti, au point nodal d'Arzal, en sept postes : les vannes, les volets, la passe à poissons, les siphons, l'écluse, le pompage de Férel et l'évaporation sur le plan d'eau. Si, en hiver, volets et vannes représentent la quasi-totalité des volumes évacués, il n'en est pas de même en été, où les quantités transitant à la passe à poissons, aux siphons et à l'écluse peuvent dépasser 60 % du volume évacué.

Suivant le niveau de la Vilaine sur le seuil du barrage de Malon (situé à Guipry-Messac), une cote journalière d'objectif est définie pour le plan d'eau douce à l'amont du bief. Cette cote induit le mode de fonctionnement du barrage : selon le volume d'eau à évacuer, 1 à 5 vannes ou volets sont ouverts.

Enfin, le SDAGE Loire-Bretagne fixe un Débit d'Objectif d'Étiage à l'amont immédiat du barrage de 2,5 m³/s, et demande la fixation d'un Débit Minimum Biologique.

2.4.2. Niveaux d'eau

2.4.2.1. Niveaux de marées

L'aire d'étude est soumise à de forts marnages (plus de 6 mètres).

Les cotes principales caractérisant le régime des marées dans le port de Tréguier, situé à environ 4,5 km en aval en embouchure de l'estuaire de la Vilaine, sont présentées dans le tableau ci-après. Ces données sont extraites du rapport « Références Altimétriques Maritimes », publié par le SHOM en 2020.

Les variations de niveau d'eau en fonction de l'amplitude des marées sont les suivantes :

Tableau 2 : Niveaux hydrographiques (SHOM, 2020)

Appellation		Cote marine (CM)
PHMA	Plus Hautes Mers Astronomiques (PHMA)	+ 6.36
PMVE	Pleine Mer de Vives Eaux (PMVE)	+ 5.55
PMME	Pleine Mer de Mortes Eaux (PMME)	+ 4.40
NM	Niveau Moyen (NM)	+ 3.40
BMME	Basse Mer de Mortes Eaux (BMME)	+ 2.10
BMVE	Basse Mer de Vives Eaux (BMVE)	+ 0.75
PBMA	Plus Basses Mers Astronomiques (PBMA)	- 0.03

0.0 CM = -2.930m NGF/IGN69

2.4.2.2. Niveaux marins extrêmes

Les événements historiques de mars 2008 (tempête Johanna) et février 2010 (tempête Xynthia) ont atteint des niveaux au barrage respectivement de 3.44 mNGF et 3.88mNGF, avec des débordements observés lors de l'événement Xynthia.

Ces niveaux extrêmes sont liés à plusieurs processus qui sont plus ou moins connus en baie de Vilaine. Les phénomènes en jeu sont les suivants :

- La marée astronomique ;
- Les surcotes météorologiques qui se propagent du large jusque dans l'estuaire ;
- Les surcotes liées au déferlement des houles, présentes à l'embouchure de l'estuaire mais pouvant aussi se propager ;
- Les oscillations de plateau, mises en évidence par Bertin et al. 2012 (de l'ordre de 20cm en baie de Vilaine) ;
- Les phénomènes de seiche éventuels sur le plan d'eau juste en aval du barrage ;
- L'effet des submersions marines sur les niveaux d'eau en baie de Vilaine.

D'après les données du SHOM publiées en 2012, en entrée d'estuaire de la vilaine, les niveaux extrêmes de pleine mer intégrant les surcotes météorologiques sont les suivantes :

- Niveau maxi cinquentenal (période de retour 50 ans) = +3.70m IGN69
- Niveau maxi centennal (période de retour 100 ans) = +3.80m IGN69

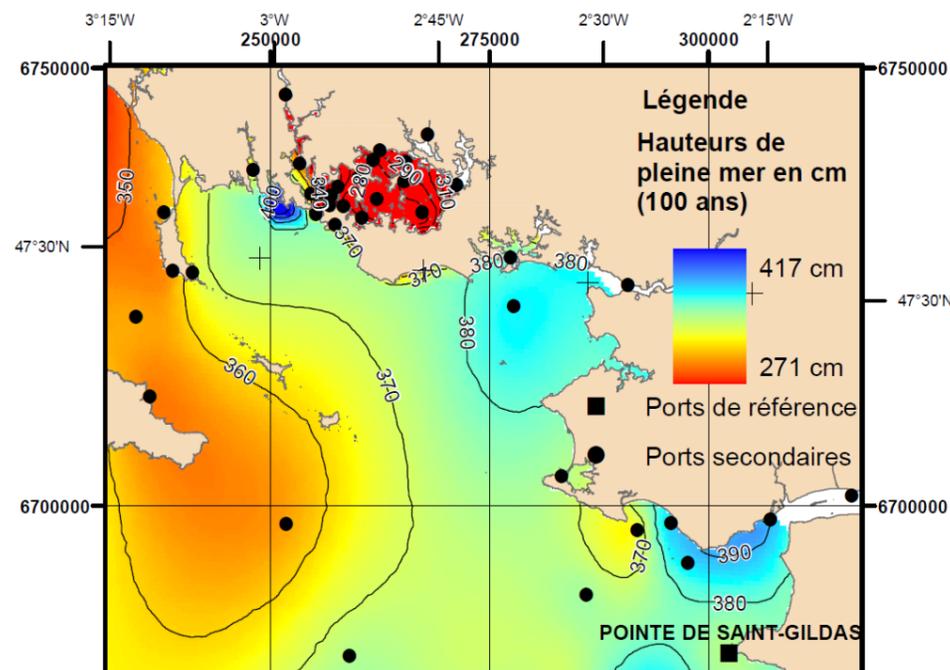


Figure 25 : Carte de niveaux extrêmes de pleine mer (période de retour 100 ans)

2.4.3. Elévation du niveau de la mer liée au réchauffement climatique

Le niveau moyen de la mer est affecté par une remontée lente (à l'échelle de la décennie ou du siècle) due au réchauffement général de la planète.

En France, pour la « prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles », l'ONERC (2010) a recommandé de retenir 3 hypothèses de surélévation à l'horizon 2100 :

- un scénario optimiste : + 0.4 m à la fin du XXIème siècle par rapport à la fin du XXème siècle ;
- un scénario pessimiste : + 0.6 m à la fin du XXIème siècle par rapport à la fin du XXème siècle ;
- un scénario extrême : + 1.0 m à la fin du XXIème siècle par rapport à la fin du XXème siècle.

Il convient cependant de préciser que ces valeurs de l'ONERC datent de 2010 et qu'elles sont susceptibles d'évoluer à court ou moyen terme. En effet, le dernier rapport du GIEC (août 2021) nous met en état de vigilance quant à l'accélération de la hausse du niveau de la mer, et donc quant au fait que les valeurs de l'ONERC pourraient être obsolètes prochainement.

Bien que les dernières observations et projections réalisées depuis la publication de ce rapport en 2010 tendent à suivre la courbe du scénario extrême, il est souvent considérée une valeur « Pessimiste » de + 0,60 m pour la prise en compte du changement climatique à horizon 100 ans.

En 2018-2019, l'EPTB Vilaine a lancé une étude hydraulique appréhendant l'impact du changement climatique sur le fonctionnement du barrage d'Arzal et sur le « risque inondation » sur la Vilaine aval. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'axe 1 « Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque » du Programme d'Actions de Prévention des Inondations II de la Vilaine 2012-2018.

2.4.4. Courants

Les courants de marée sont très largement liés à la marée astronomique, bien qu'ils restent sensibles aux caractéristiques des vents.

Ces variabilités peuvent être liées à plusieurs paramètres :

- coefficient de marée ;
- variabilité des fonds dans le port ;
- influence des ouvrages ;
- variabilité flot/jusant.

Avant la construction du barrage, les courants de marée étaient plutôt rapides : d'après le SHOM (1968), ils atteignaient 3 noeuds, au flot comme au jusant, au mouillage de Tréhiguier.

La réalisation du barrage a considérablement réduit le volume oscillant dans l'estuaire :

- tout d'abord directement, en empêchant la remontée du flot au-delà d'Arzal,
- mais aussi progressivement, de manière indirecte, en favorisant la constitution de bancs de vase émergeant à basse mer.

De ce fait, les courants de marée ont également fortement chuté. Juste en amont de l'embouchure, le SHOM (2003) fait état de courants de vive eau atteignant 1,4 noeuds au flot, et 1,5 noeuds au jusant.

D'après les données du SHOM, les vitesses de courant maximales actuelles à proximité du barrage sont faibles, inférieures à 0,5 noeuds par seconde, comme le montre la carte ci-dessous.

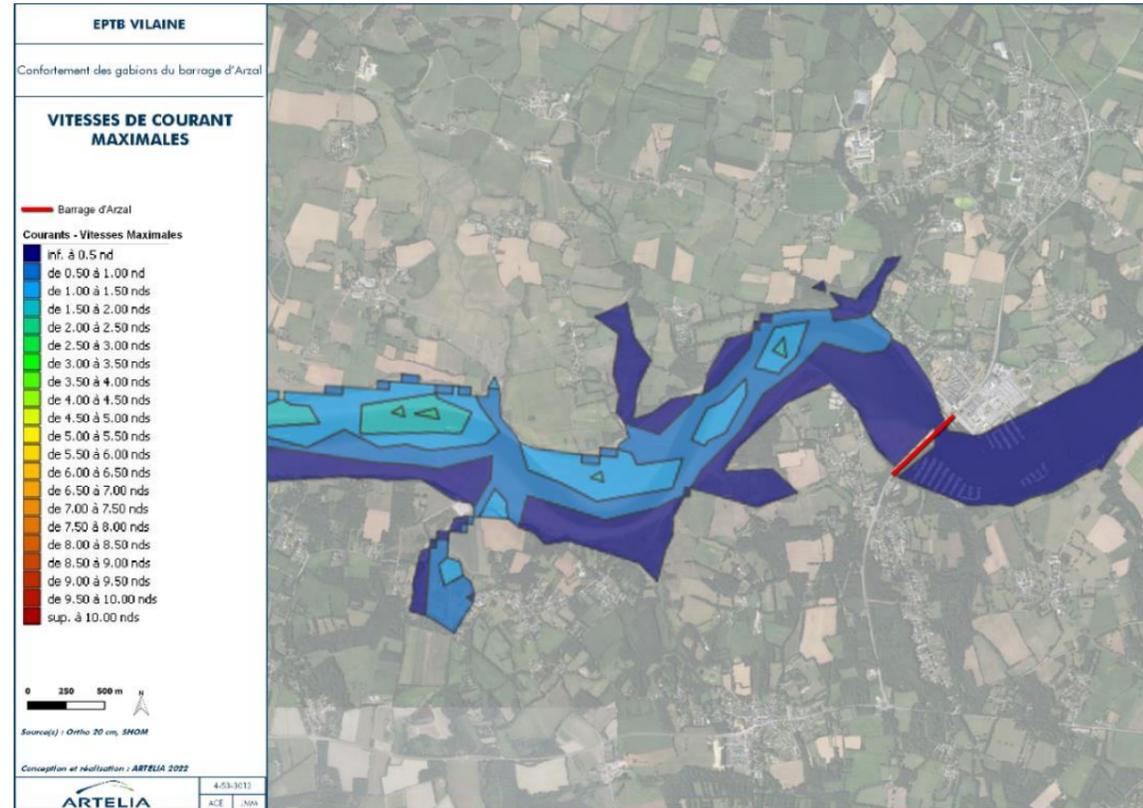


Figure 26 : Vitesses de courant maximales à proximité du projet (source : datashom)

2.4.5. Dynamique sédimentaire et envasement

La construction du barrage a modifié les conditions hydrodynamiques de l'estuaire et a donc bouleversé les mécaniques du transport sédimentaire. En bloquant la remontée de la marée, le barrage a réduit le volume oscillant de l'estuaire. Ce phénomène a alors généré une diminution des courants de marée, favorisant le dépôt des sédiments en suspension dans l'eau, entraînant le resserrement du chenal principal et une augmentation du stock de sédiments à l'extérieur de l'estuaire.

En 2020, on estimait à 30 millions de tonnes la quantité de sédiments déposée depuis la création du barrage. L'augmentation du phénomène d'envasement par le barrage d'Arzal a été réel jusque dans les années 1990. Aujourd'hui, on observe des processus morphosédimentaires naturels d'envasement liés au vent et à la houle.

Avant la création du barrage, les dépôts de sédiments marins s'étalaient tout le long de la Vilaine et sur les marais, jusqu'à Redon, sur une distance pouvant atteindre 50 km en amont de l'embouchure. Le barrage d'Arzal en stoppant la remontée de l'onde de marée, a réduit la zone de dépôt des vases à 8 km et a entraîné un comblement (envasement) important en 40 ans, modifiant profondément la morphologie de l'estuaire.

La faiblesse des courants de marée dans la baie favorise la stratification thermique et haline ; les temps de résidence y sont élevés et la circulation est principalement dépendante des vents. Ces caractéristiques écologiques particulières rendent l'écosystème de la baie fragile, en particulier durant la période estivale lorsque des crues fluviales apportent des quantités

importantes de nutriments. De manière plus générale, les événements météorologiques intenses, associés aux modifications accélérées du climat (température, crues estivales, les étiages, les temps de résidence élevés) augmentent les risques des proliférations de phytoplancton et d'hypoxies des fonds marins.

Sous l'action du vent et des houles, ces dépôts vaseux sont remis en suspension et alimentent la turbidité de l'eau. Les lâchers du barrage d'Arzal sont également à l'origine d'un panache turbide dont les effets peuvent se ressentir sur des distances importantes.

Les conditions du transport solide des vases ont totalement changé du fait de la création du barrage, ce qui induit notamment des difficultés de navigation en basses eaux.

2.4.6. Opérations de dragage régulières

Afin de lutter contre les effets de cet envasement, des dragages annuels sont ainsi effectués dans l'estuaire de Vilaine afin de maintenir la navigation et l'accès à l'estuaire pour certains points stratégiques et pérenniser les usages locaux estuariens (plaisance, conchyliculture, pêche). L'EPTB Vilaine réalise ainsi des dragages dans l'estuaire de la Vilaine depuis 2005.

Un arrêté préfectoral en date du 5 août 2016 autorise les travaux de dragage des sédiments dans l'estuaire de la Vilaine et à l'aval du barrage d'Arzal. L'autorisation a été délivrée pour une durée de 10 ans.

L'opération consiste en une remise en suspension des sédiments dans les courants de fond par le biais d'un rotodévaseur muni d'une fraise horizontale de plusieurs mètres de long qui désolidarise le matériau du fond. L'opération est réalisée au jusant afin de faciliter le départ des sédiments vers le large.



Figure 27 : Rotodévaseur, propriété de l'IAV

Les dragages sont réalisés dans l'estuaire de la Vilaine, sur les 4 sites suivants :

- Le port de Téhiguier à Pénestin ;
- Le port de la Vieille-Roche à Camoël ;
- L'aval de l'écluse du barrage d'Arzal ;
- Le chenal d'accès au port à sec de Tréhudal.

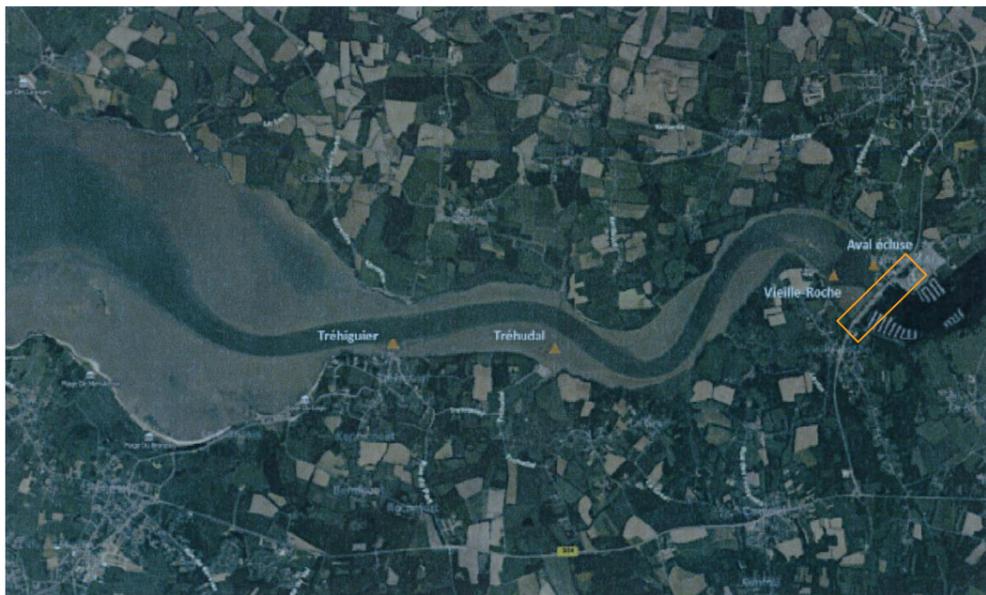


Figure 28 : Localisation des sites de dragage

Les volumes moyens prélevés chaque année sur les différents secteurs sont les suivants :

- Port de Tréhiguier : 45 000 m³/an maximum,
- Port de Camoël : 24 000 m³/an maximum,
- Aval de l'écluse : 8 000 m³/an maximum,
- Port à sec de Tréhudal, 1 000 m³/an maximum.

Conformément à l'arrêté préfectoral, les dragages sont suivis d'un point de vue environnemental. Ce suivi s'appuie sur 3 axes :

- Le suivi de la qualité des sédiments est réalisé tous les 3 ans. La dernière analyse date de 2018 et ne montre aucun dépassement des seuils réglementaires (pour les molécules avec seuils) ;
- Le suivi de la croissance et de la mortalité des moules en aval des dragages. Le protocole expérimental s'appuie sur le réseau national de suivi de la moule bleue porté par l'IFREMER : Mytilobs. Aucun impact significatif n'a été mis en évidence à ce jour ;
- L'intégration des résultats des suivis des réseaux REMI, REPHY et ROCCH de l'IFREMER.

La mytiliculture étant une économie majeure sur le territoire, le planning des dragages est élaboré en concertation avec les acteurs locaux dont le Syndicat mytilicole de Pénestin afin d'y intégrer le calendrier d'élevage des exploitations mytilicoles. Les périodes printanières et estivales pendant lesquelles ont lieu le captage des naissains, le grossissement puis les premières récoltes sont très souvent exemptes de dragages. Ce planning est appliqué une fois le dossier des dragages validé par les services de l'état.

Par ailleurs, afin d'estimer les volumes dragués, des relevés bathymétriques des secteurs travaillés sont réalisés avant et après dragage. Une bathymétrie complète de l'estuaire est par ailleurs réalisée tous les 5 ans.

Le rapport interannuel du suivi environnemental des dragages en estuaire de Vilaine présente le bilan des 3 dernières campagnes de dragage (2016-2017 /2018-2019 /2019-2020).

2.5. RISQUE D'INONDATION ET SUBMERSION MARINE

2.5.1. Caractérisation des événements historiques en Baie de Vilaine

Les deux événements historiques majeurs recensés en Baie de Vilaine sont les suivants :

- La tempête Johanna du 10 mars 2008, qui est l'événement de référence du PPRL Morbihan ;
- La tempête Xynthia du 28 février 2010 et qui est l'événement de référence pour le PPRL de Loire Atlantique, qui a provoqué des débordements au niveau du Barrage d'Arzal.

Lors de ces deux événements, les niveaux d'eau au Barrage d'Arzal ont atteint 3.44 m NGF le 10 mars 2008 et 3.88 m NGF le 28 Février 2010.

Les mesures du marégraphe d'Arzal montrent une surcote exceptionnelle lors de l'événement Xynthia qui a mené à des débordements au barrage. Cette surcote serait ainsi liée en partie à ce phénomène de résonance sur le plateau, et qui se serait propagé dans l'estuaire.

2.5.2. Programmes de prévention des inondations

Avant la construction du barrage d'Arzal, environ 10 000 hectares de marais étaient ainsi inondés durant la moitié de l'année, sous la double influence des crues et des marées. Les inondations constituent toujours une des préoccupations majeures sur le bassin de la Vilaine, notamment depuis un épisode particulièrement marqué en 1995.

Le barrage d'Arzal permet de bloquer l'onde de marée qui engendrait des inondations fréquentes sur le secteur de Redon par concordance entre une marée haute à fort coefficient et une crue de la Vilaine ou de l'Oust. Il n'est vraiment efficace que lorsque le débit de la Vilaine est inférieur à 800 m³/s, mais il permet de réduire fortement la fréquence des crues et la durée des inondations en toutes zones.

Par ailleurs, la commune :

- s'est vu prescrire la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques naturels : PPRi du bassin versant de St Eloi par une crue à débordement lent de cours d'eau. Les communes d'Arzal, de Larre et de Marzan ne sont pas atteintes par la zone de l'aléa. Elles sont toutefois concernées par le règlement au regard des projets qui pourraient avoir un impact sur la modification de la dynamique des écoulements en amont du bassin versant ;
- fait l'objet d'un programme de prévention (PAPI) du fait de l'aléa inondation par submersion marine : PAPI Vilaine 2 pour la période 2012-2019 et PAPI 3 pour la période 2020-2025.

2.5.3. Prise en compte du changement climatique

En 2018-2019, l'EPTB Vilaine a lancé une étude hydraulique appréhendant l'impact du changement climatique sur le fonctionnement du barrage d'Arzal et sur le « risque inondation » sur la Vilaine aval. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'axe 1 « Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque » du Programme d'Actions de Prévention des Inondations II de la Vilaine 2012-2018.

Les résultats issus de cette étude, basés sur les préconisations du GIEC, ont été pris en compte pour déterminer la cote NGF du confortement des gabions aval.

3. QUALITE DES EAUX ET DES SEDIMENTS

3.1. OBJECTIFS DE QUALITE DES MILIEUX RECEPTEURS

3.1.1. Réglementation des eaux de baignade et eaux conchylicoles

3.1.1.1. Directive relative à la qualité des eaux de baignade

La qualité des eaux de baignade est réglementée par la Directive 2006/7/CE sur la gestion de la qualité des eaux de baignade qui a introduit l'obligation de réaliser des profils d'eau de baignade pour évaluer les risques sanitaires et chimiques et définir les actions à mettre en œuvre pour y remédier. Cette Directive précise le rôle et la responsabilité accrue des collectivités territoriales, dans la gestion des sites de baignade et leur suivi sanitaire. Les ports sont classés dans la colonne « risques » pour la qualité des eaux de baignade. Les gestionnaires de ports sont donc concernés en tant qu'usagers et doivent mettre en place une gestion et des moyens adaptés pour une la qualité environnementale suffisante.

Le dispositif réglementaire en vigueur impose d'assurer une surveillance régulière des zones de baignade.

L'évaluation de la qualité des eaux de baignade s'appuie depuis 2013 sur cette même directive de 2006 et les critères qu'elle définit. Le classement des eaux de baignade est réalisé chaque année en utilisant les analyses réalisées les 4 années antérieures.

Tableau 3 : Seuils de qualité employés pour la mise en œuvre de la directive de 2006, Source : Note d'information de la Direction générale de la Santé du 23/05/2014

Note d'information DGS 2014		Limite Bon/Moyen	Limite Moyen/Mauvais
Escherichia coli	nb/100 ml	100	1 000
Entérocoques fécaux	nb/100 ml	100	370

Ces limites sont employées pour le suivi de la qualité des eaux de baignade en cours de saison balnéaire et permettent de fermer une plage en cas de pollution avérée.

Par ailleurs, une analyse statistique des résultats permet de classer une saison balnéaire selon 4 catégories de qualité :

- Excellente qualité,
- Bonne qualité,
- Qualité suffisante,
- Qualité insuffisante.

Les modalités de classement des sites de baignade selon la directive de 2006 sont présentées ci-dessous.

Tableau 4 : Modalités de classement des sites de baignade selon la directive de 2006

Paramètres	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Qualité insuffisante
Entérocoques intestinaux (UFC/100 ml)	Percentile 95 < 100 (*)	Percentile 95 < 200 (*)	Percentile 90 < 185 (**)	Percentile 90 ≥ 185 (**)
Escherichia coli (UFC/100 ml)	Percentile 95 < 250 (*)	Percentile 95 < 500 (*)	Percentile 90 < 500 (**)	Percentile 90 ≥ 500 (**)

(*) Evaluation au 95ème percentile de la fonction normale de densité de probabilité log10 des données microbiologiques

(**) Evaluation au 90ème percentile de la fonction normale de densité de probabilité log10 des données microbiologiques

3.1.1.2. Classement sanitaire des zones conchylicoles professionnelles

L'ensemble des zones de production de coquillages vivants (zones de captage, d'élevage et de pêche à pied professionnelle) fait l'objet d'un classement sanitaire, défini par arrêté préfectoral.

Celui-ci est établi sur la base d'analyses des coquillages présents : analyses microbiologiques utilisant Escherichia coli comme indicateur de contamination et dosage de la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et mercure).

Le classement et le suivi des zones de production de coquillages distinguent 3 groupes de coquillages au regard de leur physiologie :

- **groupe 1** : les gastéropodes (bulots etc.), les échinodermes (oursins) et les tuniciers (violets) ;
- **groupe 2** : les bivalves fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est constitué par les sédiments (palourdes, coques...);
- **groupe 3** : les bivalves non fouisseurs, c'est-à-dire les autres mollusques bivalves filtreurs (huîtres, moules...).

Les règles de classement prévoient trois classes de qualité :

Tableau 5 : Exigences réglementaires et classement des zones conchylicoles

Classement	Mesures de gestion avant mise sur le marché	Critères de classement (E. coli/100g de chair et liquide intervalvaire (CLI))			
		230	700	4 600	46 000
A	Consommation humaine directe	Au moins 80% des résultats	Tolérance de 20% des résultats		
B	Consommation humaine après purification	Au moins 90% des résultats			Tolérance de 10% des résultats
C	Consommation humaine après reparcage ou traitement thermique	100% des résultats			
Non classée	Interdiction de récolte	Si résultat supérieur à 46 000 E. coli/100 g de CLI ou si Seuils dépassés pour les contaminants chimiques (cadmium, mercure, plomb, HAP, dioxines et PCB)			

Pour toutes les zones classées, les teneurs en contaminants de l'environnement doivent respecter les teneurs maximales définies dans le règlement (CE) n° 1881/2006 du 19 décembre 2006.

Les zones ne respectant pas l'ensemble de ces critères, ou celles ne disposant d'aucune donnée sur leur contamination, sont non classées et toute production ou récolte y sont interdites.

Le classement est donc établi selon des critères microbiologiques (*Escherichia coli*) et chimiques (mercure, cadmium, plomb, dioxines, PCB DL, PCB non DL, et HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les zones de production sont classées suite à une étude sanitaire, puis une surveillance régulière de leur qualité microbiologique et chimique est mise en oeuvre à travers les réseaux REMI (Réseau de surveillance microbiologique des zones de production) et ROCCH (Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques).

L'estimation de la qualité est déterminée pour chaque zone classée selon les résultats du ou des points REMI et ROCCH représentatifs. Les zones de production qui présentent un dépassement des teneurs maximales des contaminants chimiques (Règlement (CE) n° 1881/2006) ou qui présentent une qualité microbiologique plus dégradée que les critères réglementaires de la qualité C du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627, sont estimées de « très mauvaise qualité ».

Dans le cas contraire, l'estimation de la qualité A, B ou C est déterminée d'après la distribution de fréquence (en %) des résultats du réseau REMI en fonction des seuils définis dans les articles 53, 54 et 55 du Règlement d'exécution (UE) n°2019/627.

3.1.1.3. Classement sanitaire des zones de pêche à pied de loisir

Actuellement, il n'existe pas de réglementation spécifique à la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir (contrairement à celle relative aux zones de production conchylicoles).

La seule véritable disposition réglementaire est fixée par le code rural (article R. 231-41) qui, sur les zones de production, autorise la pêche à pied non professionnelle des coquillages vivants uniquement sur les gisements classés en catégories A et B et l'interdit donc sur les gisements classés C et D.

Cette disposition est reprise dans les arrêtés préfectoraux établissant le classement de salubrité des zones de production des coquillages vivants pour la consommation humaine dans le département du Morbihan.

En l'absence de dispositions réglementaires spécifiques, la qualité sanitaire des sites de pêche à pied de loisir est évaluée à partir des exigences réglementaires microbiologiques de classement des zones de production conchylicoles - Règlement CE n°854/2004 et l'arrêté du 6 novembre 2003 qui définissent trois classes de qualité : A, B et C. Pour la pêche à pied de loisir, la catégorie B a été divisée en 2 sous catégories (classes moyenne et médiocre); ceci permet d'affiner les recommandations sanitaires apportées, les pêcheurs amateurs contrairement aux professionnels d'une zone, ne procédant pas à la purification des coquillages avant consommation.

Le classement porte désormais sur une série de 3 ans de résultats portant sur le dénombrement d'*E. coli*.

Tableau 6 : Classes de qualité sanitaire des sites de pêche à pied de loisir

Pêche à pied	Qualité du gisement
Autorisée	Bonne Site présentant une bonne qualité constante
Tolérée	Moyenne Site généralement de bonne qualité, ponctuellement concerné par des épisodes de contamination
Déconseillée	Médiocre Site de qualité moyenne à médiocre, les coquillages sont régulièrement contaminés nécessitant la cuisson avant consommation
Interdite	Mauvaise Site de mauvaise qualité, le ramassage et la consommation des coquillages sont interdits

3.1.2. Objectifs de « bon état » des eaux de la DCE – Qualité des masses d'eau concernées par le projet

3.1.2.1. Application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau

La Directive cadre sur l'eau (DCE) 2000/60/CE demande aux États membres de tendre vers un « Bon état » des eaux et d'atteindre ce « Bon état écologique » ou un « Bon potentiel écologique » dans le cadre d'un calendrier précis (2015 - avec une échéance maximale de 2027).

Elle a également introduit la notion de masses d'eau. Les masses d'eau correspondent à des unités ou portions d'unités hydrographiques ou hydrogéologiques constituées d'un même type de milieu. Il existe cinq catégories de masses d'eau, dont quatre sont des eaux de surface et une fait référence à une eau souterraine, à savoir les masses d'eau : cours d'eau, plans d'eau, de transition (ce sont les estuaires), côtières (eaux marines le long du littoral), souterraines.

Les prescriptions de la DCE sont transcrites en France dans les Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux (SDAGE), ainsi que dans les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) qui définissent les actions nécessaires pour aboutir au « Bon état » des cours d'eau en 2015 ou, le cas échéant, avec un report de délai.

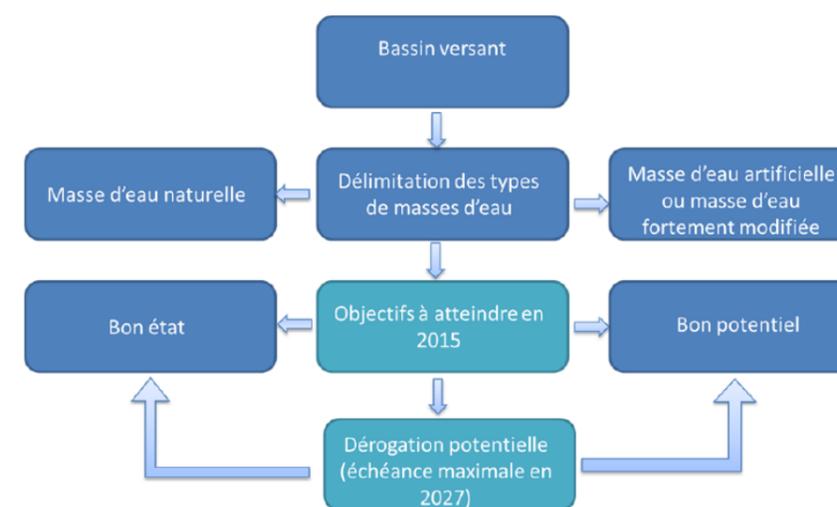


Figure 29 : Schéma de principe défini par la DCE

3.1.2.2. Critères pour atteindre le « bon état » des masses d'eau

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 établit des objectifs environnementaux affectés à chaque masse d'eau et des orientations et dispositions nécessaires pour atteindre ces objectifs. L'état d'une masse d'eau de surface s'apprécie sur deux aspects (critères cumulatifs) :

- **Etat (ou potentiel) écologique** : sur 6 classes, de « très bon » à « mauvais » ou « indéterminé »,
- **Etat chimique** : sur 3 classes, « bon », « mauvais » ou « indéterminé ».

Le *bon état écologique* est défini selon des 3 grands types de critères : biologiques (invertébrés, macroalgues, phytoplancton, plantes à fleurs), physico-chimiques (température, oxygène dissous, nutriments, ...) et morphologiques (morphologie de la côte, régime des marées).

Le *bon état chimique* correspond quant à lui au respect de valeurs-seuils (normes de qualité environnementale – NQE) fixées pour 45 substances prioritaires ou dangereuses (pesticides, métaux lourds, hydrocarbures, polychlorobiphényles-PCB...), définies par la directive 2008/105/CE et l'arrêté ministériel du 27 Juillet 2018. L'état chimique est uniquement évalué selon deux classes : **Respect** ou **Non-respect** de ces valeurs-seuils, aucune teneur/valeur intermédiaire n'est établie.

Les différents paramètres de ces 3 groupes, ainsi que les valeurs-seuils correspondantes, sont renseignés dans l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique des eaux superficielles. Cet état est évalué selon 5 classes de qualité (codifiées par couleurs): **très bon état**, **bon état**, **état moyen**, **état médiocre**, **mauvais état**.

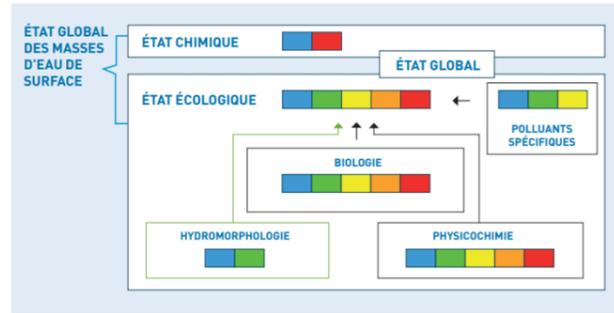


Figure 30 : Schématisation du processus d'évaluation de l'état d'une masse d'eau de surface

3.1.2.3. Définitions et objectifs des masses d'eau concernées par le projet

Comme vu précédemment, l'état écologique des masses d'eau littorales est évalué à partir de deux groupes de paramètres : les paramètres biologiques et les paramètres chimiques.

L'objectif environnemental étant l'atteinte du « bon état », les seuils de qualité visés sont à minima ceux correspondant à la classe verte.

Un niveau de confiance est associé à l'évaluation de l'état écologique car les données peuvent ne pas être encore suffisantes à ce stade.

Sur la carte ci-dessous sont représentées les masses d'eau situées à proximité du projet.

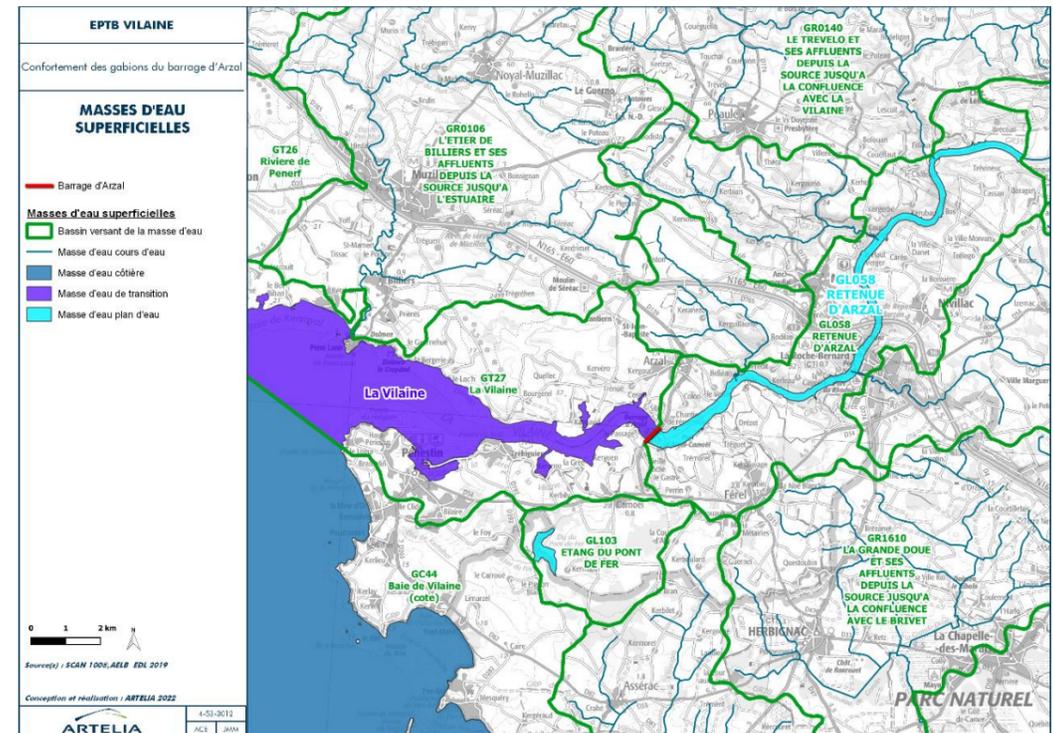


Figure 31 : Masses d'eau à proximité du barrage d'Arzal

Le barrage d'Arzal se situe en limite entre la masse d'eau de transition « La Vilaine » (FRGT27) et la masse d'eau plan d'eau « Retenue d'Arzal » (FRGL058).

Les données disponibles sur l'état de ces masses d'eau sont présentées ci-dessous.

Tableau 7 : Etat des masses d'eau concernées par le projet

Masse d'eau superficielle	Type de masse d'eau	Etat écologique	Etat chimique
FRGT27 – « La Vilaine »	Masse d'eau de transition	Bon	Bon
FRGL058 – « Retenue d'Arzal »	Masse d'eau plan d'eau	Moyen	Bon

Ainsi, le barrage d'Arzal est concerné par les masses d'eau suivantes :

- « La Vilaine » (FRGT27) en bon état écologique et chimique ;
- « Retenue d'Arzal » (FRGL058) en bon état chimique et en état écologique moyen.

Les objectifs assignés pour ces masses d'eau dans le SDAGE 2016-2021 sont le maintien du bon état global pour la masse d'eau « La Vilaine » et l'atteinte du bon état écologique en 2027 pour la masse d'eau « Retenue d'Arzal ».

3.2. QUALITE DES EAUX DE TRANSITION

3.2.1. Zones conchylicoles professionnelles

3.2.1.1. Points de surveillance à proximité du projet

L'ensemble des zones professionnelles de production et de reparcage de coquillages vivants (zones d'élevage et de pêche professionnelle) fait l'objet d'un classement sanitaire, défini par arrêté préfectoral. Celui-ci est établi sur la base d'analyses microbiologiques des coquillages issus de ces zones, en utilisant *Escherichia coli* (E. coli) comme indicateur de contamination fécale (en nombre d'E. coli pour 100 g).

La zone d'étude n'est pas située dans une zone conchylicole classée. Les limites de classement des zones s'arrêtent au niveau du barrage, comme le montre la figure ci-après.

A noter que le secteur géographique « 56.17.7 - Estuaire de la Vilaine – Rivière de Vilaine », le plus proche du barrage (en aval) est actuellement non classé.

Les zones classées les plus proches sont les suivantes :

- **56.17.10. pour le groupe 2** (bivalves fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est constitué par les sédiments (palourdes, coques, etc.) ;

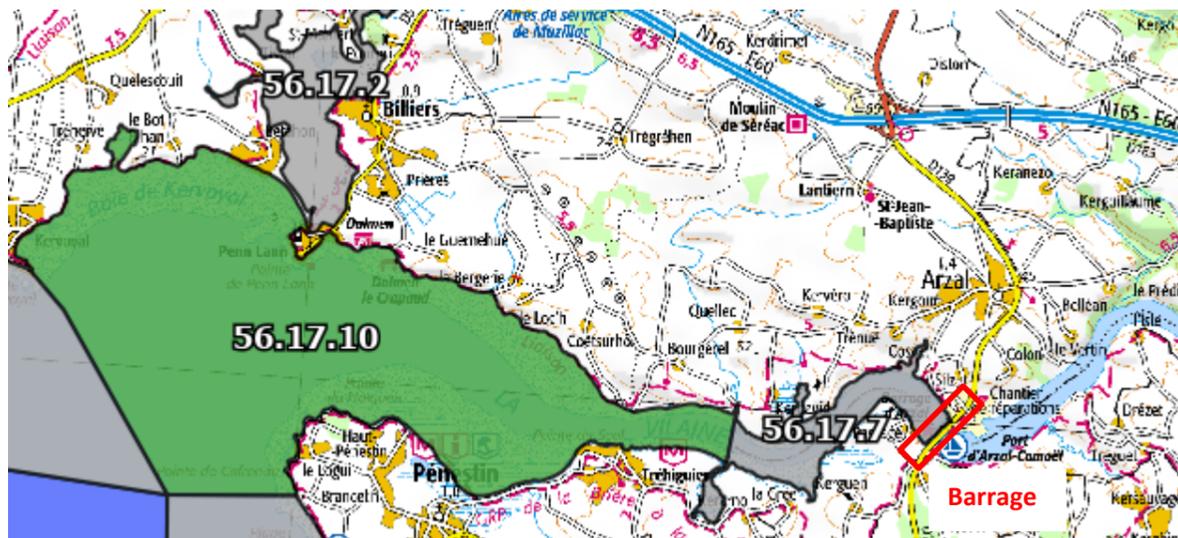


Figure 32 : Identification des zones de production conchylicole du Morbihan – classement sanitaire pour les coquillages du groupe 2

- **56.17.3 pour le groupe 3** (bivalves non fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est situé hors des sédiments (moules, huîtres, etc.) ;
- **56.17.4 pour le groupe 3** (bivalves non fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est situé hors des sédiments (moules, huîtres, etc.).

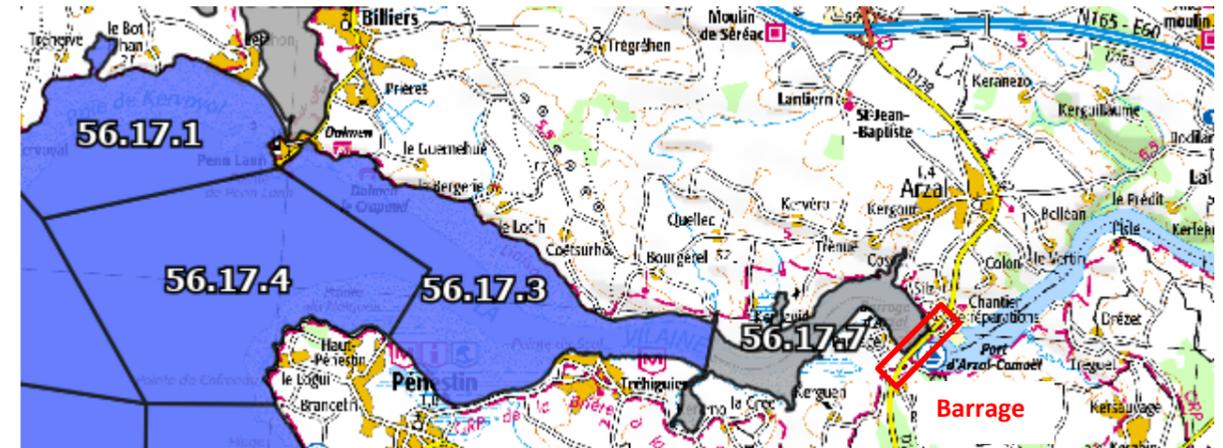


Figure 33 : Identification des zones de production conchylicole du Morbihan – classement sanitaire pour les coquillages du groupe 3

3.2.1.2. Surveillance microbiologique : suivi REMI

Le suivi REMI assure la surveillance sanitaire des zones de production conchylicole classées par l'administration. Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des *Escherichia coli* (E. coli), bactéries communes du système digestif, recherchées comme indicateur de contamination fécale, le REMI a pour objectifs :

- d'estimer la qualité microbiologique des zones de production conchylicole,
- de détecter et de suivre les épisodes inhabituels de contamination.

Les résultats des prélèvements réalisés à la station de mesure « Le Branzais », sur la commune de Pénestin, sont présentés ci-dessous.

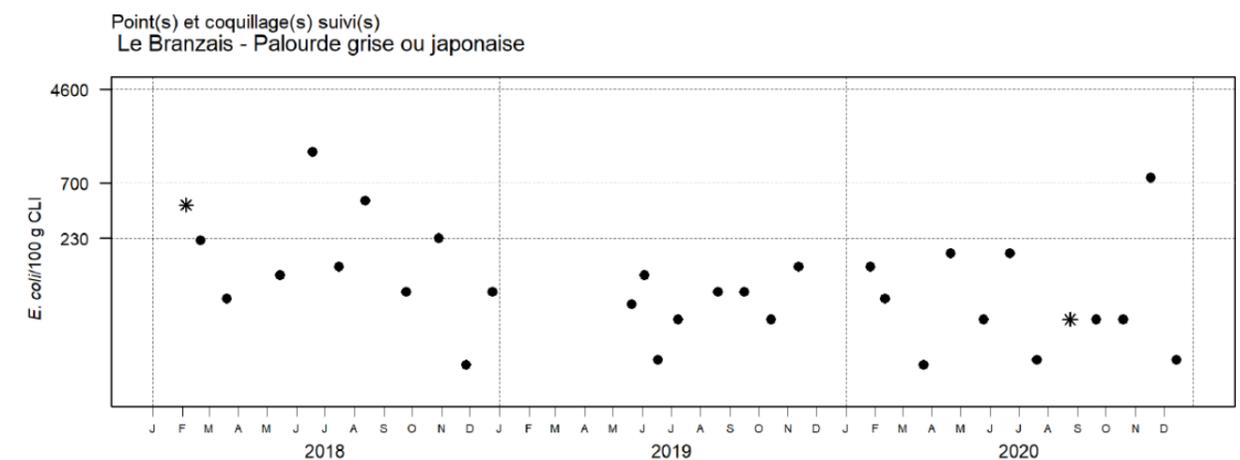


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2018-2020)

	N	<=230	]230-700]	]700-4600]	]4600-46000]	>46000	Max	Qualité estimée
n	29	26	1	2	0	0	1300	B
%		90	3	7	0	0		

Figure 34 : Suivi REMI pour la zone 56.17.10 – Groupe 2 – Estuaire de la Vilaine – Vilaine

Les résultats des prélèvements réalisés à la station de mesure « Les Granges », sur la commune de Billiers, sont présentés ci-dessous.

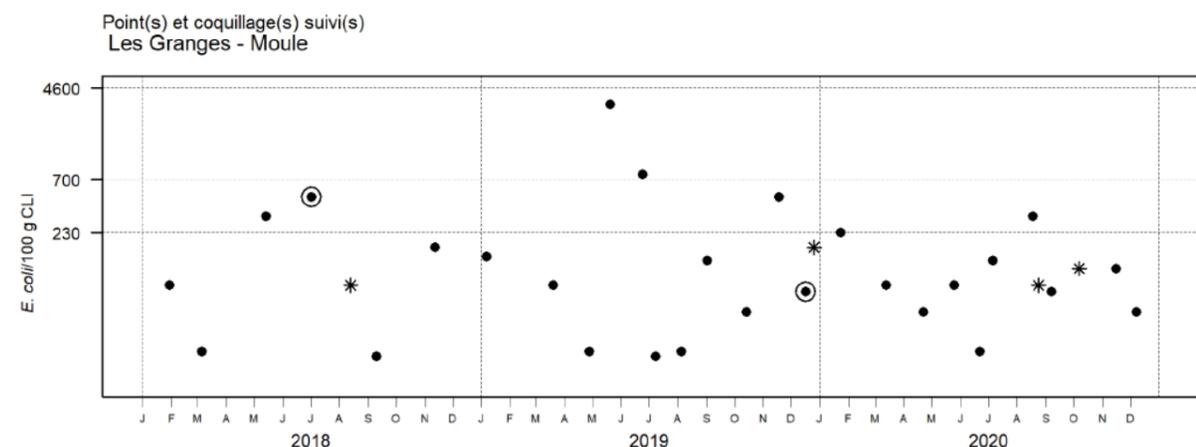


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2018-2020)

	N	<=230	]230-700]	]700-4600]	]4600-46000]	>46000	Max	Qualité estimée
n	27	21	4	2	0	0	3300	B
%		78	15	7	0	0		

Figure 35 : Suivi REMI pour la zone 56.17.3 – Groupe 3 – Estuaire de la Vilaine – Embouchure de la Vilaine

Les résultats des prélèvements réalisés à la station de mesure « Le Halguen », sur la commune de Pénestin, sont présentés ci-dessous.

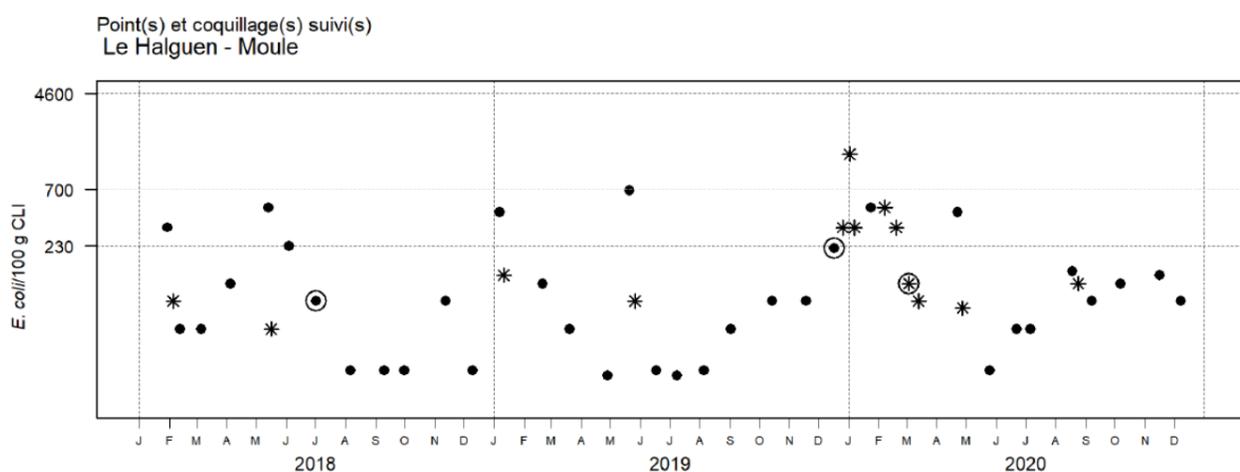


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2018-2020)

	N	<=230	]230-700]	]700-4600]	]4600-46000]	>46000	Max	Qualité estimée
n	34	28	6	0	0	0	690	A
%		82	18	0	0	0		

Figure 36 : Suivi REMI pour la zone 56.17.4 – Groupe 3 – Estuaire de la Vilaine – Baie de la Vilaine

Le classement établi sur ces dernières années est de **qualité moyenne (B)** pour les zones situées au point de prélèvement « Les Granges » et « Branzais ». Il permet la consommation humaine des coquillages après purification.

Le classement établi sur ces dernières années est de **bonne qualité (A)** pour la zone située au point de prélèvement « Le Halguen ». Il permet une consommation humaine directe.

Numéro de la zone	Nom de la zone	Point de prélèvement	Coquillage prélevé	Fréquence du suivi en 2019	Classement en vigueur
56.17.3	Estuaire de la Vilaine – Embouchure de la Vilaine	Les Granges	Moules	Mensuelle	B
56.17.4	Estuaire de la Vilaine – Baie de la Vilaine	Le Halguen	Moules	Mensuelle	A
56.17.10	Estuaire de la Vilaine - Vilaine	Le Branzais	Palourdes	Adaptée	B

3.2.1.3. Surveillance chimique : résultats ROCCH

Le suivi ROCCH permet d'évaluer les niveaux de contamination chimique (les moules et les huîtres sont utilisées comme indicateurs quantitatifs de contamination). La surveillance porte sur les trois métaux réglementaires (Cadmium, Mercure, Plomb) ainsi que sur certains contaminants organiques mesurés sur un nombre réduit de points : le fluoranthène - représentatif des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) - et le CB 153 - représentatif des Polychlorobiphényles (PCB) - et le zinc.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des prélèvements réalisés sur les moules situées à Le Halguen, sur la commune de Pénestin.

	Cadmium (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Mercure (mg/kg)	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF+PCB dl	Somme des PCB 28,52, 101,138,153,180 (ng/g)	Benzoapyrène (µg/kg)	Somme BaP, BaA, BbF, Chr (µg/kg)
Le Halguen (Moule)	0.11	0.12	0.014	0.24	0.63	4.39	0.43	3.64
Année de la mesure	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)
Seuils réglementaires	1	1.5	0.5	3.5	6.5	75	5	30

Figure 37 : Suivi ROCCH pour la zone 56.17

Les résultats des analyses sont en dessous des seuils réglementaires pour les trois métaux réglementaires ainsi que l'ensemble des contaminants organiques.

3.2.2. Zones de pêche à pied

Le suivi de l'ARS est réalisé sur les gisements sauvages de coquillages et concerne les pêcheurs à pied de loisir. Cette surveillance consiste à rechercher la présence d'Escherichia coli (E.coli), qui est le signe d'une probable contamination microbiologique de l'eau.

Le projet est situé à proximité du point de prélèvement « Le Loguy », situé à environ 7 km du projet, sur la commune de Pénestin (voir carte ci-dessous). Ce gisement est situé au débouché de l'estuaire de la Vilaine. Il est également sous l'influence potentielle du ruisseau côtier du Loguy qui débouche sur le site.



Figure 38 : Localisation du point de prélèvement « Le Loguy »

Le point de suivi analyse la présence d'E.coli sur les huîtres creuses.

Les figures suivantes présentent les résultats des analyses d'E.coli au point de surveillance « Le Loguy ».

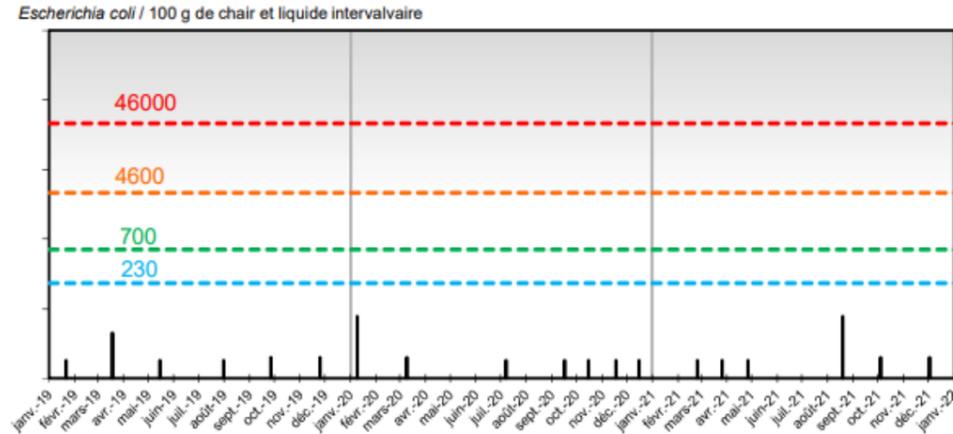


Figure 39 : Evolution des résultats d'analyses bactériologiques (ARS)

Tableau 8 : Répartition des résultats (ARS)

Paramètre	Escherichia coli / 100 g de chair et liquide intervalvaire				
	≤ 230	230 et ≤ 700	700 et ≤ 4600	4600 et ≤ 46000	> 46000
Qualité	BONNE	MOYENNE	MEDIOCRE	MAUVAISE	TRES MAUVAISE
Résultats	19	0	0	0	0
Fréquences	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Ce site présente une bonne qualité bactériologique. Sur la période 2019-2021, aucun dépassement du seuil de sécurité sanitaire n'a été identifié. La consommation directe des coquillages est possible sans risque sanitaire.

3.2.3. Suivi de la qualité des eaux de baignade

Le suivi de la qualité des eaux de baignade a pour objectif la prévention de tout risque pour la santé des baigneurs.

Le suivi régulier de la qualité des eaux de baignade permet de connaître les impacts de divers rejets éventuels situés à l'amont du site et notamment d'apprécier les éventuels dysfonctionnements liés à l'assainissement d'eaux usées, aux rejets d'eaux pluviales souillées, etc., qui influenceraient la qualité de l'eau du site de baignade. Les connaissances ainsi acquises peuvent fournir une aide à la décision aux collectivités locales afin d'améliorer la maîtrise des causes des pollutions engendrées notamment par une mauvaise gestion des eaux usées domestiques.

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade est mis en œuvre par les Agences régionales de santé (ARS) et demeure une préoccupation constante du ministère chargé de la santé. Ce ministère élabore la réglementation dans ce domaine sur la base de directives européennes.

L'appréciation de la qualité de l'eau est effectuée selon les dispositions du code de la santé publique reprenant les critères de directives européennes.

La qualité des eaux de baignade est évaluée au moyen d'indicateurs microbiologiques (bactéries) analysés dans le cadre du contrôle sanitaire organisé par les ARS.

Le contrôle sanitaire inclut également une surveillance visuelle destinée à détecter la présence par exemple de résidus goudronneux, de verre, de plastique ou d'autres déchets.

Les plages les plus proches du barrage d'Arzal sont situées sur les communes de Pénestin et Billiers. Il s'agit des plages suivantes :

- Les Barges – Billiers ;
- Les Granges – Billiers ;
- Le Halguen – Pénestin ;
- Le Loguy – Pénestin.

Les eaux de baignade des plages de Billiers sont en **bonne qualité** tandis que celles de Pénestin présentent une **excellente qualité**.



Figure 40 : Qualité des eaux de baignade à proximité du barrage d'Arzal (Ministère des Affaires Sociales et de la Santé)

3.3. QUALITE DES SEDIMENTS

Des sédiments vaseux sont présents au pied des gabions amont et aval du barrage.

Dans le cadre du projet, un dragage des vases contenues entre les gabions existants et le futur rideau combiwall périphérique sera nécessaire avant le remblaiement de l'interstice.

Afin de caractériser la nature des sédiments présents, des analyses spécifiques ont été réalisées sur des prélèvements effectués le 10/02/2022 (cf. carte de prélèvements ci-après).

Les prélèvements ont été réalisés en 3 points sur les gabions amont et 3 points sur les gabions aval. Les prélèvements ont été densifiés aux endroits où les sédiments présentent les épaisseurs les plus importantes (côté digue).

Les analyses ont porté sur les paramètres physiques (granulométrie), HAP, PCB, Bactériologie et métaux lourds.

L'ensemble des résultats d'analyses est reporté en annexe 3.

Les quelques valeurs observées au-delà des seuils de référence portent sur les éléments traces métalliques.



Figure 41 : Points de prélèvements des sédiments

L'arrêté du 9 août 2006 définit les niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire.

Tableau 9 : Niveaux relatifs aux éléments traces (en mg/ kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)

ÉLÉMENTS TRACES	NIVEAU N1	NIVEAU N2
Arsenic	25	50
Cadmium	1,2	2,4
Chrome	90	180
Cuivre	45	90
Mercure	0,4	0,8
Nickel	37	74
Plomb	100	200
Zinc	276	552

Les analyses chimiques et sédimentaires réalisées par un laboratoire agréé ont permis de mettre en évidence quelques rares dépassements pour les éléments traces Cd, Ni et Zn. Les autres paramètres se situent en deçà des seuils.

Ces dépassements sont principalement observables sur les points amont 1 et 2.

Tableau 10 : Résultats dépassements sur métaux seuil N1

mg/kg MS	Amont 1	Amont 2	Amont 3	Seuil N1
Cadmium	2,02	1,91	/	1,2
Nickel	44,8	43,7	41,1	37
Zinc	379,5	362,9	/	276

mg/kg MS	Aval 1	Aval 2	Aval 3	Seuil N1
Cadmium	/	/	/	1,2
Nickel	37,8	38,7	/	37
Zinc	/	/	/	276

On soulignera les points suivants :

- aucune des analyses ne dépasse le seuil de référence N2 ;
- les dépassements du seuil N1 les plus significatifs sont observés en amont de la retenue ;
- les sédiments au pied des gabions aval ne présentent qu'un dépassement extrêmement modéré pour le paramètre Nickel (~ +2 à 5 % de la valeur de référence N1).

3.4. MODALITES DE DRAGAGE DES SEDIMENTS PRESENTS AU PIED DES GABIONS

L'estuaire de la Vilaine en aval du barrage d'Arzal fait l'objet régulièrement de travaux de dragage afin de maintenir la navigabilité du site et l'accès aux différentes zones portuaires.

Ces dragages sont autorisés au titre de la rubrique 4.1.3.0. de l'article R.214-1 du Code de l'Environnement par arrêté préfectoral en date du 5 août 2016 :

Rubriques	Paramètres et seuils	Caractéristiques du projet	Régime correspondant	Arrêté de Prescriptions Générales
4.1.3.0. – Dragage et/ou rejet y afférent en milieu marin	3° b) Teneur des sédiments extraits <N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent	Dragage	Déclaration	Arrêté du 23 février 2001 modifié par l'arrêté du 9 août 2006

Cet arrêté précise :

- Les modalités techniques de dragage :

L'opération consiste en une remise en suspension des sédiments dans les courants de fond par le biais d'un rotodévaseur muni d'une fraise horizontale de plusieurs mètres de long qui désolidarise le matériau du fond. L'opération est réalisée au jusant afin de faciliter le départ des sédiments vers le large.

- Les périodes de travaux :

Les dragages (remises en suspension des sédiments) auront lieu au jusant pendant les marées de vives-eaux (coefficient supérieur à 70) :

- période hivernale : de mi-octobre à mars ;
- période estivale : 2^{ème} quinzaine de juin, 2^{ème} quinzaine d'août et 2^{ème} quinzaine de septembre.

- Les volumes autorisés :

Les volumes de dragage estimés son

- pour le port de Tréhiguier : 45 000 m³/an maximum ;
- pour le port de Camoël : 24 000 m³/an maximum ;
- à l'aval de l'écluse : 8 000 m³/an maximum ;
- pour l'accès au port à sec de Tréhudal : 1 000 m³/an maximum.

- La nature des sédiments :

Le seuil de détection sera au plus égal à la valeur N1 de chaque paramètre.

Dans le cas où les analyses feraient apparaître un dépassement de plus de 20 % de la valeur N1 fixée par l'arrêté du 9 août 2006 visé ci-dessus sur au moins deux paramètres, des investigations complémentaires seront réalisées pour établir la compatibilité de l'impact sur le milieu récepteur (tests écotoxicologiques, ...).

Dans le cadre du présent projet, les dragages envisagés au pied des gabions aval peuvent totalement s'inscrire dans l'arrêté actuellement en vigueur dans la mesure où les volumes dragués ne représentent qu'un faible volume (~1 200 m³), des teneurs en métaux conformes aux valeurs de référence N1, sauf pour le Nickel où des dépassements très modérés et largement en deçà du seuil de tolérance de 20 %, fixés par l'arrêté préfectoral en vigueur, sont observés.

Préalablement à la réalisation des dragages envisagés sur les gabions amont¹, et malgré les volumes très faibles considérés, (estimation des volumes à draguer à 800 m³) des analyses contradictoires seront réalisées afin de se prononcer sur les modalités de dragage à appliquer, les valeurs mesurées étant actuellement pour le Cd et le Zn au-delà du seuil de tolérance de 20 %.

Les modalités et techniques de dragage à appliquer sur les gabions amont feront l'objet d'un porté à connaissance auprès de services de la police de l'eau avant réalisation des travaux.

¹ Échéance : une dizaine d'années .

4. MILIEU NATUREL ET PATRIMOINE

4.1. PATRIMOINE CULTUREL ET PAYSAGER

4.1.1. Sites inscrits et classés

Les articles L. 341-1 à L. 341-22 du Code de l'Environnement reprennent la définition des sites inscrits et classés (ex – Loi du 2 mai 1930 sur la protection des monuments naturels et des sites à caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque). Comme le précise l'article L. 341-1 : « Il est établi dans chaque département une liste des monuments naturels et des sites dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général ».

L'article L. 341-10 précise que : « Les monuments naturels ou les sites classés ne peuvent ni être détruits ni être modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale ».

Le projet n'est pas situé à l'intérieur d'un site inscrit ou classé. Néanmoins, le site d'étude est répertorié aux abords des sites suivants :

- Site inscrit et classé de Broël-sur-Vilaine, à environ 600 mètres au Nord-ouest du projet.

La carte ci-dessous permet de localiser ces sites (zonage violet et rose).

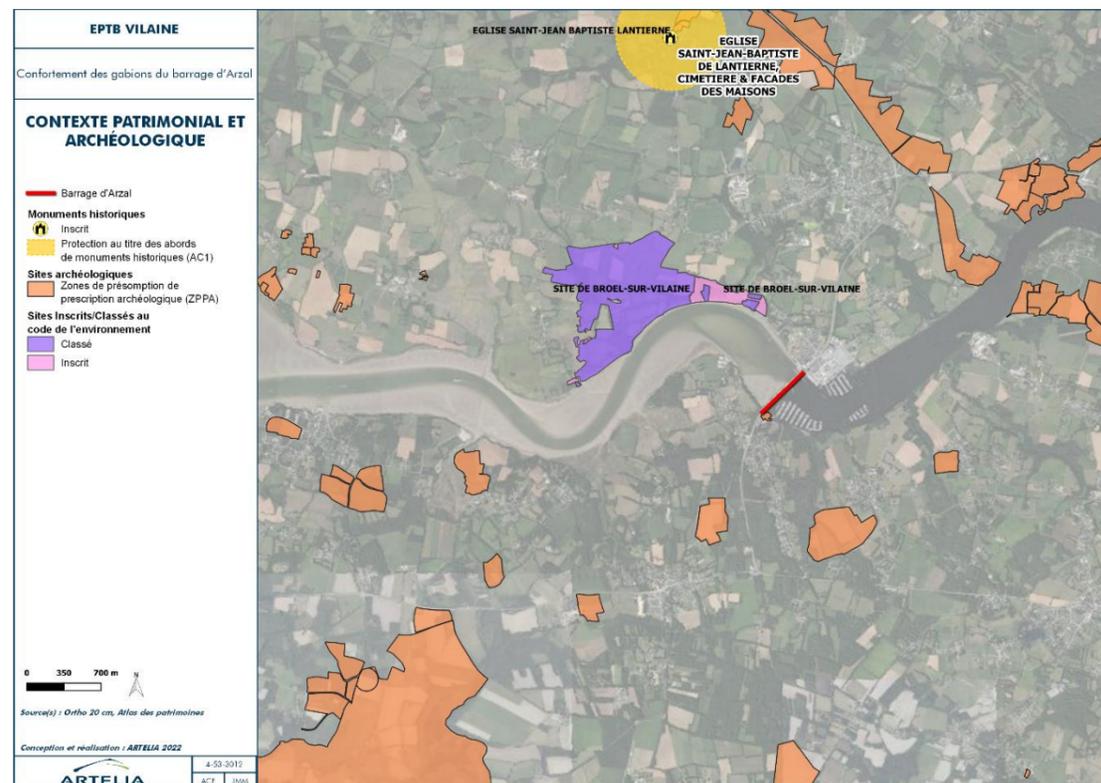


Figure 42 : Contexte patrimonial et archéologique à proximité du barrage d'Arzal

Le projet de confortement des gabions est localisé en rive gauche de la Vilaine. Sur la rive opposée à environ 600 m au nord-ouest, se localise le site inscrit de Broël sur Vilaine.



Figure 43 : Photographies prises depuis le site de Broël sur Vilaine

4.1.2. Patrimoine architectural

Le territoire national contient nombre de monuments historiques, recensés pour la plupart dans la base de données Mérimée (DREAL Bretagne). Riche d'environ 160 000 notices, la base Mérimée recense le patrimoine monumental français dans toute sa diversité : architecture religieuse, domestique, agricole, scolaire, militaire et industrielle. Elle est mise à jour périodiquement.

Le projet n'est pas situé au sein du périmètre d'un monument historique, comme présenté sur la carte précédente.

Le monument historique le plus proche est le suivant : » Eglise Saint-Jean Baptiste de Lantierne, cimetière et façades des maisons », situé à environ 3km au Nord de l'ouvrage.

4.1.3. Sites archéologiques

Selon l'article L.522-5 du Code du patrimoine, les zones de présomption et de prescriptions archéologiques (ZPPA) sont des secteurs dans lesquels les opérations d'aménagement affectant le sous-sol doivent faire l'objet de prescriptions archéologiques préalables suivant les seuils d'emprise du sol des travaux.

Aucun site archéologique n'est compris dans le périmètre du projet.

Une zone de présomption et de prescriptions archéologiques est située à l'extrémité Sud, à l'amont du barrage. Néanmoins, le projet n'est pas localisé à l'intérieur de cette zone.

4.2. PATRIMOINE NATUREL

4.2.1. Zones Naturelles d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

L'inventaire ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique) est issu de la volonté des pouvoirs publics de se doter d'un outil de connaissance du milieu naturel français, permettant une meilleure prévision des incidences des aménagements et des nécessités de protection de certains milieux fragiles (circulaire n° 91-71 du 14 Mai 1991 du Ministère de l'Environnement).

Deux types de ZNIEFF sont définis :

- ZNIEFF de type I : secteurs caractérisés par leur intérêt biologique remarquable dû à la présence d'espèces ou de milieux rares remarquables ou caractéristiques du patrimoine national ou régional ;
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou offrant des potentialités biologiques remarquables.

Les ZNIEFF n'ont aucune valeur juridique et ne sont donc pas opposables au tiers. En revanche, l'absence de prise en compte d'une ZNIEFF, lors d'une opération d'aménagement, peut relever d'une erreur d'appréciation et faire l'objet d'un recours.

Le projet n'est pas situé au sein même d'une ZNIEFF.

Cependant, une ZNIEFF est recensée en périphérie du barrage. Il s'agit de la zone suivante :

- la ZNIEFF continentale de type II « **Estuaire de la Vilaine et Marais Dépendants** » (n°530014740) », située à l'Ouest du projet.

Cette grande ZNIEFF de l'Estuaire de la Vilaine couvre la partie estuarienne de la Vilaine en aval du barrage d'Arzal et les secteurs plus maritimes des Baies de Kervoyal et de la Vilaine situés à l'Est d'une ligne reliant au Nord la Pointe de Kervoyal (Damgan) aux limites du département du Morbihan au Sud, au milieu de la Baie de Pont-Mahé (Pénestin).

Cette zone de protection est localisée sur la carte ci-dessous.

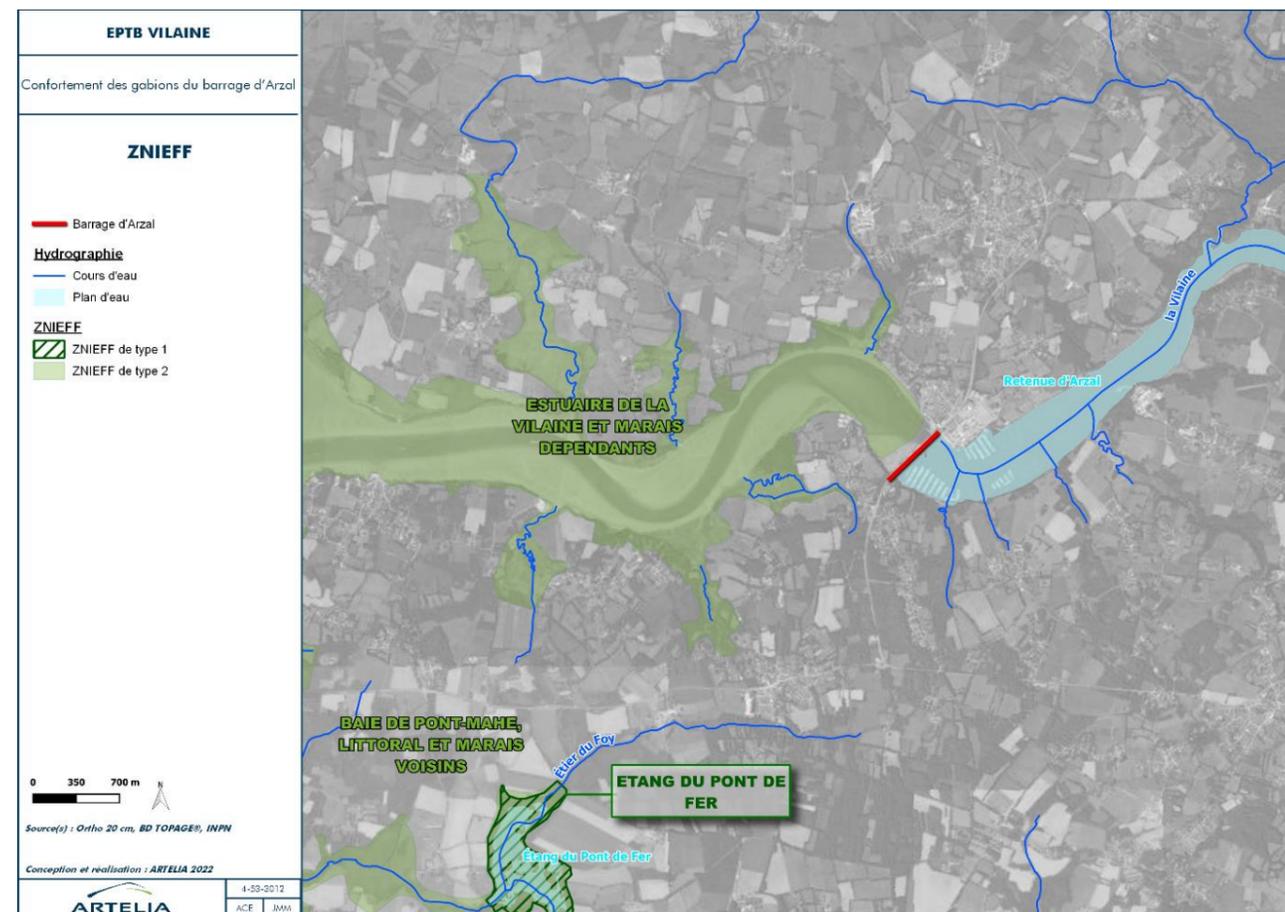
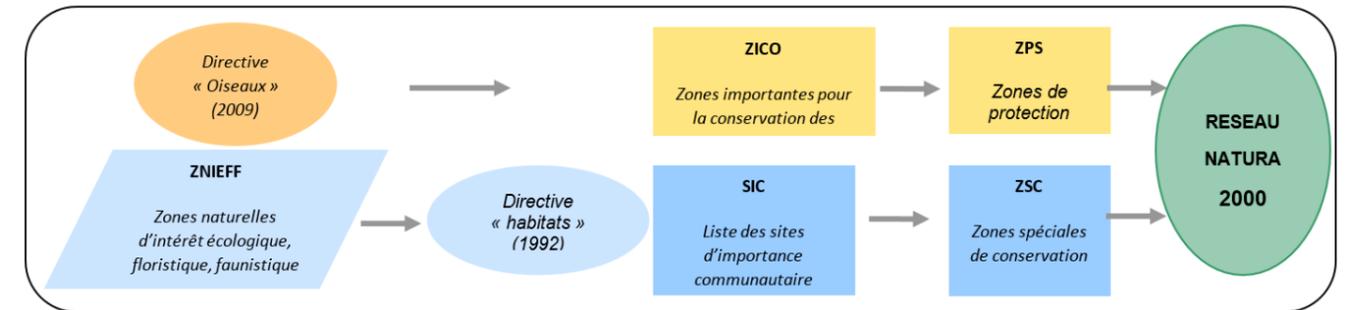


Figure 44 : ZNIEFF à proximité du barrage d'Arzal

4.2.2. Sites Natura 2000

Le réseau Natura 2000 a pour objectif de constituer un réseau européen de sites choisis pour abriter des habitats naturels (pelouses calcaires, landes, forêts alluviales, dunes, ...) ou des espèces identifiées comme particulièrement rares et menacées.

Il est composé de sites désignés spécialement par chacun des États membres en application des directives européennes directive européenne « Oiseaux » n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 et n°92/43/CEE du 21 mai 1992 dite « Directive Habitats ».



■ SITES IDENTIFIES AU TITRE DE LA DIRECTIVE « OISEAUX »

La directive européenne n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 dite « Directive Oiseaux » concerne la conservation des oiseaux sauvages et a pour principal objectif la définition de « Zones de Protection Spéciales » (ZPS) visant à la préservation de milieux essentiels à la survie des populations d'oiseaux.

■ SITES IDENTIFIES AU TITRE DE LA DIRECTIVE « HABITATS, FAUNE, FLORE »

La directive européenne n°92/43/CEE « Habitats, Faune, Flore », plus communément appelée « Directive Habitats », s'applique aux pays de l'Union Européenne depuis le 5 juin 1994. Elle met en place une politique de conservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvage, afin d'assurer le maintien de la biodiversité sur le territoire européen et demande pour ce faire aux États membres de constituer des « Zones Spéciales de Conservation » (ZSC).

L'ensemble des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) désignées au titre de la directive « Habitats » et des Zones de Protection Spéciales (ZPS) désignées au titre de la directive « Oiseaux », constituera un réseau européen cohérent, le « réseau Natura 2000 ». L'appellation commune « Site Natura 2000 » sera ainsi donnée aux ZSC et aux ZPS. Les objectifs de protection des espèces et des habitats des sites Natura 2000 à prendre en compte sont fixés dans des documents d'objectif (DOCOB). Ceux-ci planifient pour six ans, la gestion de chacun des sites Natura 2000.

Le projet n'est pas situé à l'intérieur d'un site Natura 2000. Néanmoins, plusieurs sites Natura 2000 sont localisés à proximité du site :

- Zone de Protection Spéciale (ZPS) définie au titre de la directive « Oiseaux » : « **Baie de Vilaine** » (FR5310074), située à environ 2,6 km à l'Ouest du projet ;
- Zone Spéciale de Conservation (ZSC) définie au titre de la directive « Habitats » : « **Estuaire de la Vilaine** » (FR5300034), située à environ 2,6 km à l'Ouest du projet ;
- Zone de Protection Spéciale (ZPS) définie au titre de la directive « Oiseaux » : « **Marais du Mès et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont de Fer** » (FR5212007), située à environ 2,6 km au Sud-ouest du projet ;
- Zone Spéciale de Conservation (ZSC) définie au titre de la directive « Habitats » : « **Marais du Mès et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont de Fer** » (FR5200626), située à environ 2,6 km au Sud-ouest du projet.

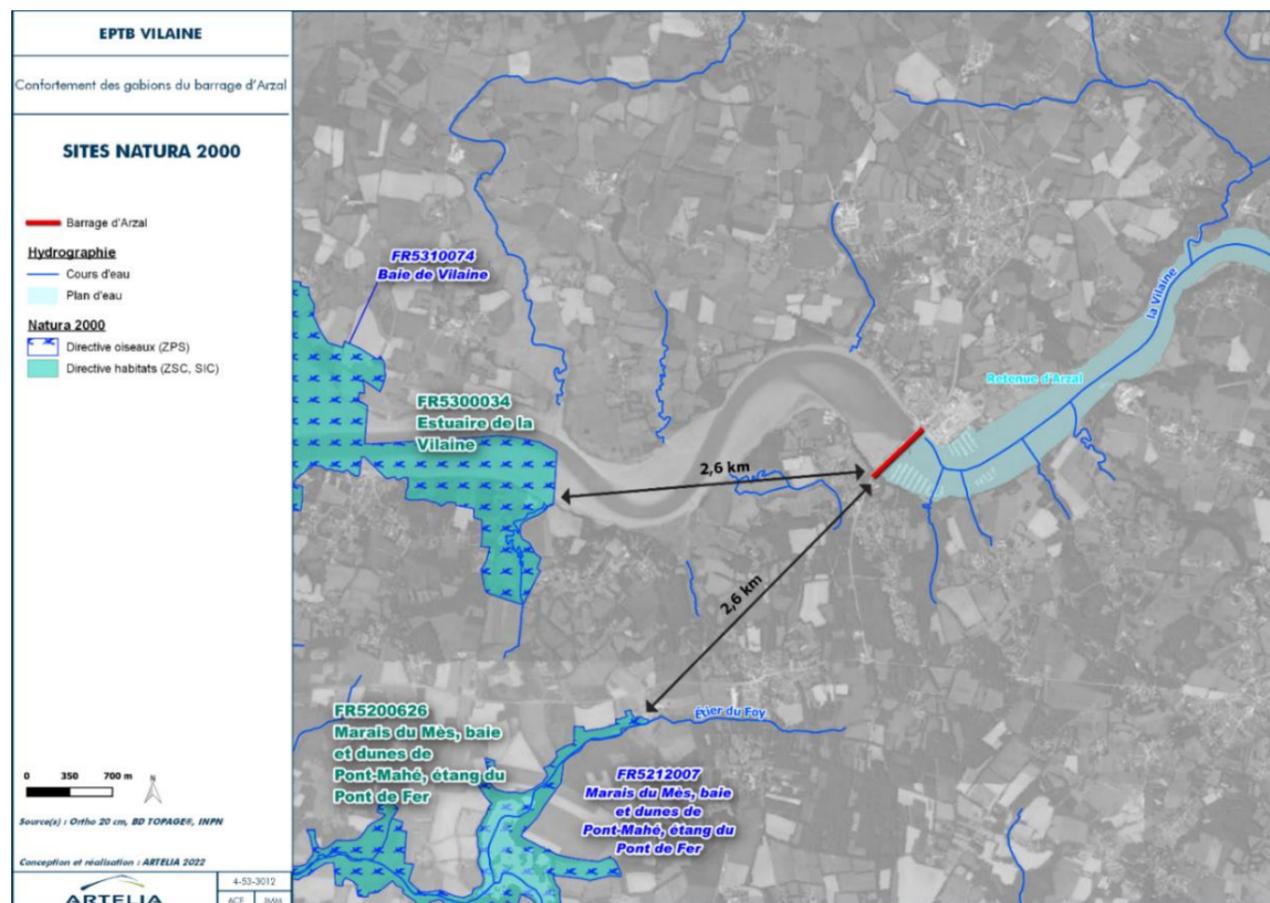


Figure 45 : Sites Natura 2000 à proximité du barrage d'Arzal

La ZPS « Baie de Vilaine » (FR5310074) et la ZSC « Estuaire de la Vilaine » (FR5300034) sont situées en dehors du secteur d'étude. Néanmoins, l'impact du projet sur ces deux zones devra être analysé en raison de leur situation en aval du barrage d'Arzal.

En raison de la distance, de la nature des travaux et de l'absence de connexion hydraulique avec la ZPS « Marais du Mès et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont de Fer » (FR5212007) et ZSC de même nom, aucune incidence n'est à craindre.

■ Zone de Protection Spéciale (ZPS) « Baie de Vilaine » (FR5310074) :

Source : INPN

Au-delà de la stricte zone marine, les vasières constituent l'habitat principal de la ZPS. Le trait de côte présente selon les secteurs un faciès rocheux (nord estuaire Vilaine et ouest baie de Kervoyal) ou un faciès dunaire (sud estuaire Vilaine et est baie de Kervoyal). Chaque entité de la ZPS est connectée à de petits étiers. Sur Kervoyal, il s'agit de l'anse de Tréhervé (prés salés) et de l'étier de Billiers. L'étier de Billiers est une ria protégée par un cordon littoral, qui ne communique avec la mer que par un étroit goulet. L'estran est colonisé quasi-entièrement par le schorre. Quelques salines ont été aménagées par le passé et une part importante des marais fut poldérisée (PONCET 1984). Sur la rive sud de la baie de Vilaine, on trouve l'étier de Pénestin. En

arrière des cordons dunaires qui le protègent, se développent des prés salés et des marais plus ou moins saumâtres. Comme sur Billiers, une partie des marais ont été aménagés par le passé en salines.

La ZPS "Baie de Vilaine" accueille près de 20 000 oiseaux en hivernage, en comptant principalement les anatidés, les limicoles et les laridés. Il s'agit donc d'un site d'importance internationale pour les oiseaux d'eau. Elle joue un rôle majeur pour l'accueil de l'avifaune hivernante (limicoles, anatidés), en particulier pour le Canard pilet (le site dépasse régulièrement le seuil d'importance internationale), le Fuligule milouinan (principal site d'hivernage français), l'Avocette élégante (il s'agit d'un des principaux sites français d'hivernage de cette espèce), le Grand gravelot et le Bécasseau variable.

Compte tenu de leur fort potentiel pour la nidification des oiseaux d'eau (anatidés et limicoles), les marais de Billiers-Bétahon ont été intégrés à la ZPS en 2008. De même, la ZPS a été étendue à la zone maritime comprise entre Damgan et la Baie de Pont Mahé, pour faire la jonction avec d'autres ZPS voisines, afin d'intégrer un secteur où sont observées de fortes concentrations d'oiseaux marins en automne et en hiver.

Cette ZPS est également complémentaire avec les marais de Vilaine et les marais de Brière (zones de gagnage nocturne des canards de surface), deux secteurs qui font partie du réseau Natura 2000. Il existe des liens forts pour les limicoles, les bernaches et les tadornes entre cette ZPS et les zones humides de Pénerf et de la presqu'île guérandaise.

Ainsi, 28 espèces d'oiseaux marins appartenant à 10 familles distinctes sont présentes de manière régulière sur la ZPS, dont 4 espèces nicheuses. Par ailleurs, 22 autres espèces sont observées de façon très occasionnelle ou exceptionnelle.

Le tableau ci-après présente les espèces d'oiseaux mentionnées dans le formulaire Standard de Données (FSD) ayant justifié la désignation de la ZPS :

Tableau 11 :Espèces inscrites à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE

Espèce	Nom scientifique	Statut biologique dans la ZPS
Oiseaux visés à l'article 4 de la Directive 2009/147/CE du Conseil		
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	Hivernage - Migration
Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	Hivernage - Migration
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	Hivernage
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	Hivernage
Puffin des Anglais	<i>Puffinus puffinus</i>	Migration
Pétrel tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Hivernage - Migration
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	Migration
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Hivernage - Reproduction
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>	Hivernage
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Hivernage
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Hivernage
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	Hivernage
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	Hivernage
Tardone de Belon	<i>Tadorna tadoma</i>	Hivernage
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	Hivernage
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	Hivernage
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Hivernage
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Hivernage
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	Hivernage
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	Hivernage
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	Hivernage
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>	Hivernage
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	Hivernage
Harelde de Miquelon	<i>Clangula hyemalis</i>	Hivernage
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	Hivernage
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	Hivernage
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Hivernage
Huitrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	Hivernage
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	Reproduction
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Hivernage - Reproduction
Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	Hivernage

Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Hivernage - Reproduction
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Hivernage
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Hivernage - Reproduction
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	Hivernage
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	Hivernage
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	Hivernage
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	Hivernage
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	Hivernage - Reproduction
Tournepièrre à collier	<i>Arenaria interpres</i>	Hivernage
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Migration
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Migration
Grand Labbe	<i>Stercorarius skua</i>	Migration
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Migration
Mouette de Sabine	<i>Xema sabini</i>	Migration
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Reproduction
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	Hivernage
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	Hivernage
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Hivernage - Reproduction
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	Hivernage
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	Hivernage
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	Hivernage - Migration
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	Migration
Petit pingouin	<i>Alca torda</i>	Hivernage - Migration
Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>	Reproduction
Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>	Migration

Si la ZPS n'abrite pas de colonie d'échassiers, 3 zones sont connues aux abords du site Natura 2000. Elles se situent sur le marais de Pont Chaland à Muzillac, à Broël à Arzal et à Pont-Mahé à Assérac.

Le site de Broël accueille également des effectifs d'Aigrette garzette, inférieurs à 10 couples. Les éléments disponibles peuvent laisser penser à un effectif nicheur d'Aigrette garzette. Bien qu'elles se situent en dehors de la ZPS, le site Natura 2000 constitue, pour ces colonies, la zone d'alimentation principale.

L'Aigrette garzette forme également des dortoirs qui peuvent accueillir plusieurs centaines d'individus. Si les boisements de Cyprès à l'Ouest du port de Tréhiguiet étaient utilisés ainsi, ils ne sont plus utilisés. Les dortoirs sur l'estuaire de la Vilaine semblent très mobiles. Le dernier dortoir fréquenté à l'hiver 2020-2021 était situé à Camoël sur les falaises en aval du barrage d'Arzal.

Par ailleurs, en rive Nord de l'estuaire, les colonies de Muzillac et Arzal abritent également la nidification du Milan noir pour lequel, comme pour les échassiers, la ZPS constitue une zone d'alimentation privilégiée. La population bretonne de ce rapace semble en léger déclin sur ces dernières années ne comptant désormais plus que 10 à 15 couples.

Si ces espèces au régime alimentaire généraliste et opportuniste sont peu sensibles à la qualité de leurs zones d'alimentation dans la mesure où elles leur offrent une ressource trophique suffisante, il n'en va pas de même pour leurs sites de reproduction. En effet, les colonies d'échassiers, comme les couples de Milan noir, sont sensibles au dérangement susceptible d'être provoqué par les activités humaines. Cette sensibilité se retrouve également sur les dortoirs hivernaux d'Aigrette garzette.

■ Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Estuaire de la Vilaine » (FR5300034) :

Vaste ensemble de vasières et de prés-salés atlantiques (associés à des groupements à salicornes, des prairies pionnières à spartines et des fourrés littoraux halophiles, thermo-atlantiques) jouant un rôle majeur pour l'accueil de l'avifaune migratrice (limicoles, anatidés), notamment pour l'Avocette élégante (espèce figurant en annexe I de la directive 79/409/CEE "Oiseaux"), la Bernache cravant, le Tadorne de Belon, l'Huîtrier pie, la Macreuse noire et le Fuligule milouinan (principale zone française). Il convient d'appréhender cet espace, notamment pour les canards de surface et certains limicoles, en complémentarité avec les marais de Vilaine (secteur amont) et les marais de Brière.

A signaler par ailleurs un ensemble de dunes (dunes mobiles embryonnaires, dunes fixées : deux sous-types prioritaires - dunes de Penestin) d'un grand intérêt, avec présence de plantes à affinités thermo-atlantiques, en limite nord de répartition.

Une population sédentaire reproductrice de Loure d'Europe est présente à l'est des marais de Billers, et assure la connexion entre deux noyaux importants de la façade atlantique (Golfe du Morbihan, Grande Brière). Le Vison d'Europe (espèce d'intérêt communautaire) a également été signalé dans ces marais jusque dans un passé assez récent.

Ainsi, 17 types d'habitats naturels et 8 espèces d'intérêt communautaire ont justifié la désignation de ce site.

Le site répertorie les classes d'habitats suivants.

Tableau 12 : Habitats inscrits à l'Annexe I présents sur le site

Types d'habitats inscrits à l'annexe I (code)	
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110)	Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses (1310)
Estuaires (1130)	Prés-salés atlantiques (Glaucopuccinellietalia maritima) (1330)
Replats boueux ou sableux exondés à marées basse (1140)	Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (Sarcocornietea fruticosi) (1420)
Lagunes côtières (1150)	Dunes mobiles embryonnaires (2110)
Grandes criques et baies peu profondes (1160)	Dunes mobiles du cordon littoral à Ammophila arenaria (dunes blanches) (2120)
Récifs (1170)	Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) (2130)
Végétation annuelle des laissés de mer (1210)	Dépressions humides intradunaires (2190)
Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques (1230)	Landes sèches européennes (4030)
Roches siliceuses avec végétation pionnière du Sedo-Scleranthion ou du Sedo albi-Veronicion dillenii (8230)	

Les espèces inscrites à l'Annexe II sont mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Espèces inscrites à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE

Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE	
Petromyzon marinus (Lamproie marine)	Salmo salar (Saumon atlantique)
Lampetra planeri (Lamproie de Planer)	Lutra lutra (Loure d'Europe)
Alosa alosa (Alose vraie)	Luronium natans (Flûteau nageant)
Alosa fallax (Alose feinte)	Rumex rupestris (Oseille des rochers)

Pour ce site Natura 2000, d'autres espèces importantes de faune et flore sont mentionnées ci-dessous.

Espèces importantes de faune et flore	
Streptopelia turtur (	Peucedanum officinale
Anguilla anguilla	Dianthus hyssopifolius subsp. gallicus
Eryngium maritimum	Galium mollugo subsp. neglectum
Linaria arenaria	Serratula tinctoria subsp. seonei
Ophrys sphegodes	Adiantum capillus-veneris
Otanthus maritimus	

4.2.3. Diagnostic biologique

4.2.3.1. Données scientifiques sur les espèces benthiques

Concernant les espèces benthiques, un diagnostic a été réalisé en mars 2019 par le bureau d'étude IDRA Bio et Littoral, à proximité de l'aire de carénage du port d'Arzal. La station de prélèvements se situe à une distance d'environ 400 mètres en amont du barrage, dans la Vilaine. L'influence marine y est donc mineure, il s'agit d'eau de transition et non de masse d'eau dite côtière.

Les résultats des analyses réalisées sur le benthos de la station sont synthétisés ci-après.

La figure ci-dessous présente la richesse spécifique et la densité (pour 1m²). Seules 9 espèces ont été recensées au sein de cette station pour une densité de 930 ind./m². La richesse spécifique apparaît donc faible, associée à un système d'eau saumâtre typique des eaux de transition.

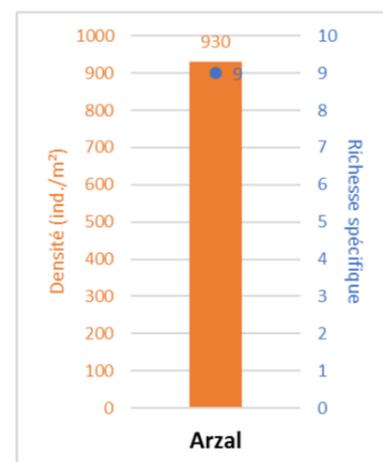


Figure 46 : Richesse spécifique et densité

Les annélides oligochètes dominent le peuplement (53%). Les arthropodes, représentés principalement par les larves de diptères et l'amphipode Gammarus salinus, arrivent en seconde position (25%). Les mollusques arrivent quant à eux en troisième position avec principalement Corbicula fluminea.

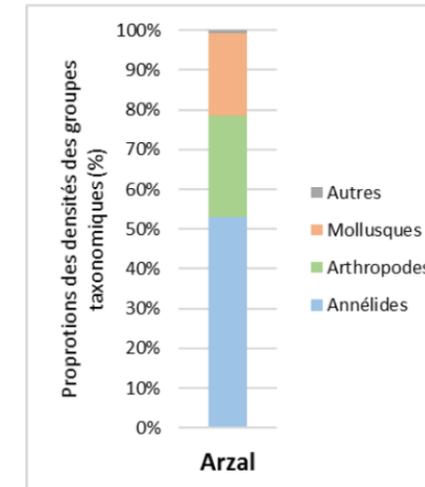


Figure 47 : Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance par station

Une planche photographique des principales espèces rencontrées est présentée ci-après.



Figure 48 : Planche photographique des espèces dominantes (© IDRA Bio & Littoral)

L'analyse benthique a permis de mettre en évidence le caractère très spécifique du peuplement (seulement 9 espèces) et une densité peu élevée (<1 000 ind./m²) pour des milieux subtidiaux, caractéristiques des peuplements des eaux de transition. La diversité est de ce fait peu élevée et le peuplement apparaît peu équilibré avec une domination des annélides oligochètes (groupe écologique V, caractéristique des sédiments réduits riches en matière organique) sur le peuplement. L'indice biotique AMBI, basé sur la proportion des 5 groupes écologiques témoigne d'un état écologique médiocre.

Dans l'ensemble, le milieu étudié est donc fortement impacté par les activités humaines.

4.2.3.2. Données scientifiques sur les espèces piscicoles

La passe à poissons est empruntée par un très grand nombre de poissons d'espèces variées, notamment des mullets, des anguilles, des saumons, des truites de mer, des aloses, des lamproies, des bars, ainsi que des poissons d'eau douce.

Les poissons migrateurs : saumon, truite de mer, alose, lamproie marine et anguille sont des éléments du patrimoine naturel du bassin versant de la Vilaine.

L'EPTB Vilaine réalise un suivi scientifique permanent des migrations de poissons de la passe à bassin et anguilles. Ces données permettent d'avoir une idée précise du type de faune piscicole que l'on peut retrouver au sein de la zone du projet. Toutes ces espèces peuvent donc être potentiellement de passage sur la zone d'étude.

La période et le lieu de reproduction varie selon les espèces piscicoles. En fonction de celles-ci, on assiste également à un phénomène de montaison (action de remonter les cours d'eau pour aller frayer) ou de dévalaison (action de descendre les cours d'eau pour aller se reproduire en mer).

Les civelles, par exemple, remontent les estuaires pour gagner les rivières, où elles deviendront anguillettes, puis anguilles jaunes et enfin anguilles argentées. Après avoir passé cinq à quinze ans en eau douce, l'anguille reprend le chemin inverse.

Les poissons migrateurs amphihalins (anguilles, lamproie marine, salmonidés, etc.) fréquentent quant à eux la mer et l'eau douce.

Le suivi scientifique réalisé par l'EPTB Vilaine montre que le pic d'abondance des espèces au niveau des passes à poissons du barrage d'Arzal se situe principalement au printemps, notamment sur les mois de mars/avril/mai et juin. C'est notamment le cas du mullet, comme détaillé sur le graphique ci-dessous.

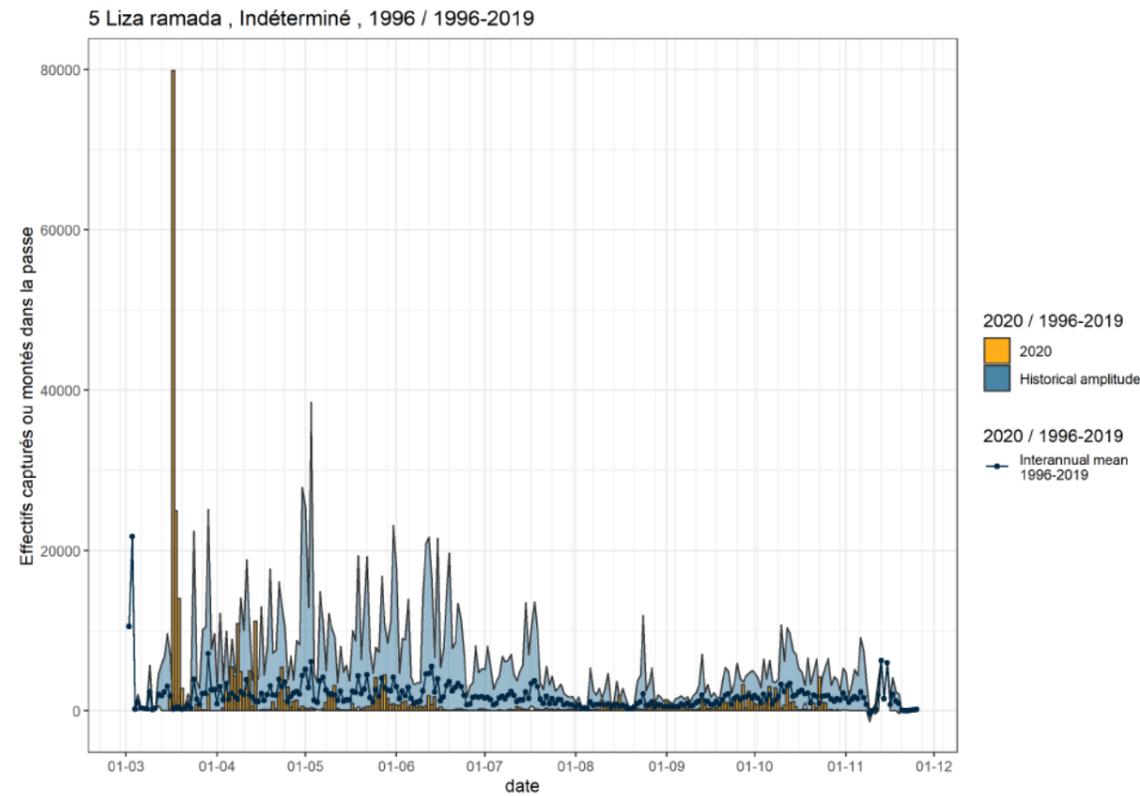


Figure 49 : Bilan annuel des migrations de mullets au barrage d'Arzal

Les valeurs données pour l'évaluation des stocks de migrateurs doivent néanmoins être considérées comme un minimum.

Concernant les migrations de lamproies marine sur la Vilaine, celles-ci étaient en fort déclin après 2015 et ont ré-augmenté à un niveau proche du niveau historique en 2020, comme présenté sur le graphique ci-après.

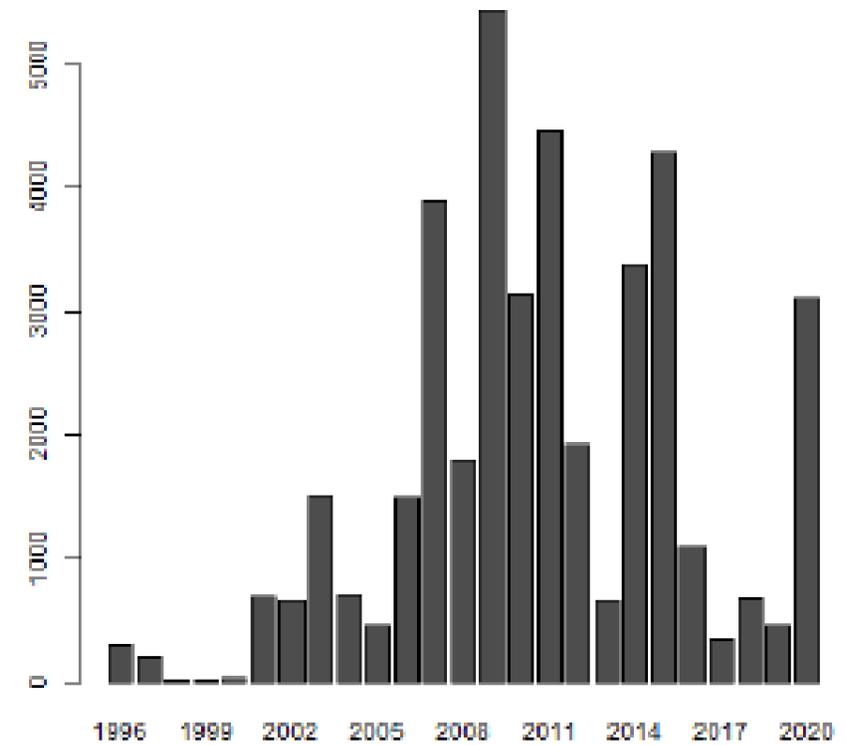


Figure 50 : Histogramme des effectifs annuels de lamproies marines comptabilisées au barrage d'Arzal

Par ailleurs, 21 saumons ont été comptés en 2020, ce qui place cette année au 6e rang par rapport à l'ensemble des années de migration. La migration de saumons intervient toute l'année avec un pic estival. En 2020, ce pic a eu lieu durant le mois de juillet.

Concernant la truite de mer, 8 individus ont été comptés en 2020, soit une migration faible par rapport aux années précédentes.

La migration des anguilles au barrage d'Arzal est assurée par un complexe de trois rampes distinctes.

- Une rampe adossée au mur guide eau en rive droite, qui ne collecte que 10% de la migration annuelle
- Deux rampes sur la passe principale en rive gauche. Ces deux rampes sont reliées au même piège de comptage, il en résulte une impossibilité de quantifier leur contribution respective, mais la rampe la plus longue qui plonge dans l'estuaire à l'intérieur du gabion (rampe n°1) est d'après les observations de l'EPTB et de l'OFB la plus efficace. C'est cette rampe qui sera impactée temporairement durant la période des travaux. La deuxième rampe (rampe n°2) adossée au bajoyer restera fonctionnelle pendant les travaux.

La saisonnalité des migrations de civelles sur la passe dépend de deux facteurs. La température et la pêche. Les seules fenêtres de migration observées sur 22 ans de données (voir figure) indiquent que les montées pendant la période hivernale n'interviennent que lorsque la pêche s'arrête pendant une à deux semaines et que les températures sont suffisantes (> 8 °C de température d'eau).

Les montées observées en 2023 (données non traduites graphiquement) et 2014 montrent des montées très significatives en période hivernale. Cette situation peut se renouveler, notamment en raison des nouvelles régulations en cours de négociation pour la pêche de civelles, et qui légalement prévoit un mois d'arrêt entre janvier et mars pour la pêche de civelles. Un constat identique est effectué pour les anguilles jaunes avec une dépendance à la température encore plus marquée.

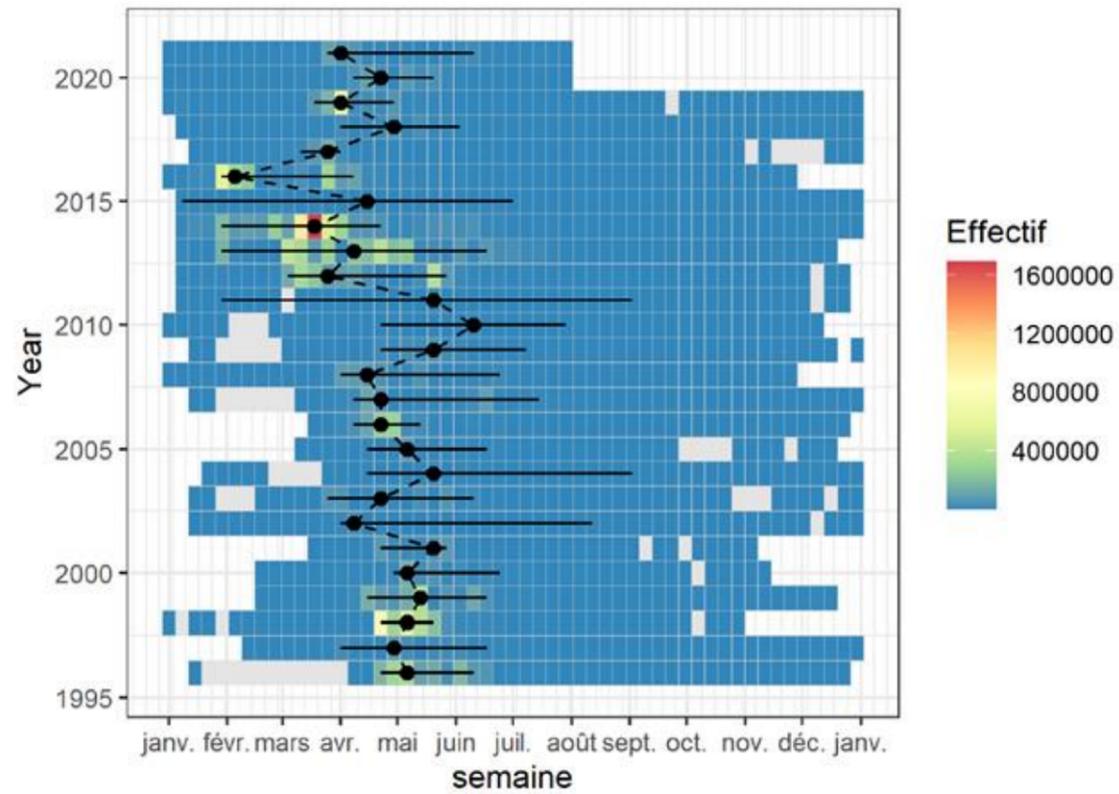


Figure 51 : Migration des civelles sur les dispositifs du barrage d'Arzal.

En bleu : Migration observée. Les points représentent la date médiane de migration. Les barres horizontales indiquent les quantiles 5% et 95% de la migration.

Afin de fixer un ordre de grandeur de ces migrations, sur les deux passes du barrage, ont été quantifiés en 2020 un poids de 84 Kg pour un total de l'ordre de 318 000 civelles, ce qui place cette année au 12ème rang sur 25 années de suivi. La migration sur le gabion, passe principale au centre du barrage a représenté 90% des effectifs.

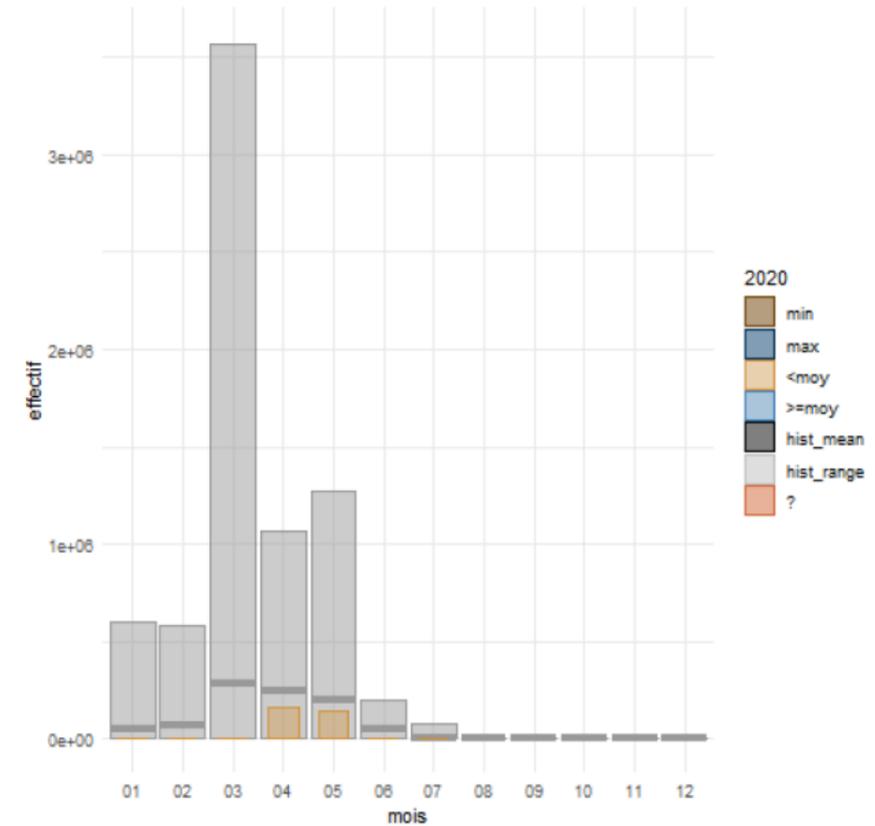


Figure 52 : Comparaison des migrations de civelles de l'année 2020 à la tendance historique (en gris, valeurs min et max et moyenne (hist_mean), en bleu valeurs maximales, en bleu clair valeurs supérieures à la moyenne, en marron valeurs inférieures à la moyenne

Par ailleurs, 26 088 anguilles jaunes ont migré sur les passes, ce qui classe cette année comme la 10ème sur 25 années de suivi. Pour cette espèce, la période de migration la plus propice s'étend de janvier à mai, mais reste très fluctuante tout au long de l'année. Toutefois, l'activité reste particulièrement forte sur les mois d'avril et mai.

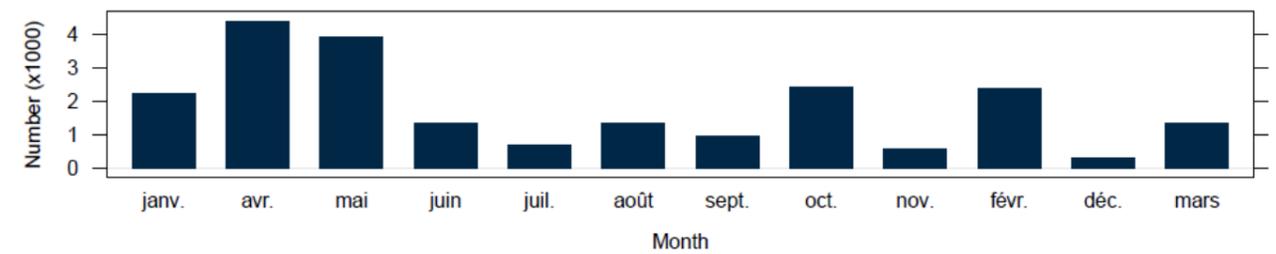


Figure 53 : Bilan migration pour les anguilles jaunes au niveau des gabions, en rive gauche

De par sa situation particulière entre eau salée et eau douce, la passe ne rencontre que des effectifs très faibles d'autres espèces. En 2020, les espèces recensées sont peu nombreuses : silure, sandre, black bass, cyprinidés et brème.

La prise en compte de la montaison/dévalaison des espèces migratrices est un enjeu majeur qui a été spécifiquement étudié dans le cadre du projet, en phase d'exploitation future comme en phase travaux. Les différents cycles biologiques des espèces rencontrées mettent en évidence une activité particulièrement importante sur la période printanière.

4.2.3.3. Avifaune

Les vasières de l'estuaire de la Vilaine appartiennent à un système plus vaste de milieux littoraux qui participent au potentiel d'hivernage d'espèces d'intérêt patrimonial sur la façade atlantique française, cités précédemment. Le barrage d'Arzal ne constitue pas une zone privilégiée de rassemblement des oiseaux qui sont concentrés surtout en aval du barrage au niveau de l'emprise de la Zone de Protection Spéciale « Baie de Vilaine ».

A noter cependant que les laridés peuvent profiter des remises en suspensions importantes occasionnées par les importants lâchers d'eau du barrage. On peut alors les retrouver en nombre important en amont de Tréhiguier lors de ces événements particuliers.

4.2.3.4. Visite sur site

Une visite sur site, réalisée en mai 2022 par des écologues d'Artelia, a permis de recenser les enjeux écologiques présents sur et à proximité des gabions amont et aval.

Concernant les gabions situés en aval du barrage, ils correspondent à une prairie fauchée sans intérêt botanique et présentent des espèces classiques de prairies. Aucun enjeu faune particulier n'a été détecté.



Figure 54 : Végétation sur les gabions aval

Concernant les gabions situés en amont, ceux-ci sont entièrement recouverts par un buisson d'une plante cultivar, sans enjeu botanique particulier. Aucun enjeu faune n'a également été détecté lors de la visite.



Figure 55 : Végétation près des gabions amont

Par ailleurs, une zone de saulaie/fourrés abritant une espèce d'oiseau nicheuse, le Verdier d'Europe, est présente entre les gabions amont et le bâtiment au sein duquel sont réalisées les visites de la passe à poissons. Cette zone devra faire l'objet d'une attention particulière lors des travaux, en privilégiant une intervention en automne/hiver sur ce secteur.



Figure 56 : Zone de saulaie/fourrés à proximité des gabions aval

5. SYNTHÈSE DE LA DESCRIPTION DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

La synthèse des facteurs environnementaux est présentée en page suivante.

Thématiques	Constats
Fonctionnement du barrage et usages	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositifs les plus proches des gabions : passe à bassins pour les poissons, passe à anguilles, siphons - 1ere fonctionnalité de l'ouvrage : protection contre les crues et gestion des niveaux d'eaux - Multiples usages actuels de l'ouvrage : retenue d'eau pour la fourniture d'eau potable, navigation et développement touristique, circulation routières en crête d'ouvrage, passes à poissons pour la migration piscicole
Milieu physique	<ul style="list-style-type: none"> - Climat de type tempéré océanique, avec des hivers doux et pluvieux et des étés frais et relativement humides - Gabions reposant sur des alluvions fluviales récentes et des limons de débordements et chenaux - Variations importantes des quantités d'eau transitant au niveau du barrage - Zone soumise à des marnages de plus de 6 mètres - Evolution de la dynamique sédimentaire suite à la construction du barrage : phénomène d'envasement très important, impliquant des dragages réguliers - Vitesses maximales de courants faibles, inférieures à 0,5 noeuds - Barrage remplissant une fonction de gestion des inondations du secteur de Redon - Gabions aval ne jouant aucun rôle de protection vis-à-vis du risque de submersion. Cette fonction de protection est uniquement assurée par la digue attenante aux gabions, dont la hauteur est supérieure
Qualité des eaux et des sédiments	<ul style="list-style-type: none"> - Masse d'eau de transition « La Vilaine » (FRGT27) en bon état écologique et chimique - Masse d'eau plan d'eau « Retenue d'Arzal » (FRGL058) en bon état chimique et état écologique moyen - Suivi REMI : prélèvements réalisés à la station de mesure « Le Branzais - Pénestin » (groupe 2 – bivalves fouisseurs) et « Les Granges – Billiers » (groupe 3 – bivalves non fouisseurs) : classement de qualité moyenne (B) pour ces 2 zones - Suivi ROCCH : prélèvements réalisés dans la zone du Halguen (moules), en dessous des seuils pour les trois métaux réglementaires ainsi que l'ensemble des contaminants organiques - Zones de pêche à pied : point de suivi le plus proche « Le Loguy », à environ 7 km. Ce site présente une bonne qualité bactériologique, aucun dépassement du seuil de sécurité sanitaire sur la période 2019/2021 - Eaux de baignade des plages les plus proches en bonne à excellente qualité - Rares dépassements pour les éléments traces Cd, Ni et Zn analysés au pied des gabions existants; les autres paramètres se situent en deçà des seuils

Thématiques	Constats
Milieu naturel et patrimoine	<ul style="list-style-type: none"> - Projet situé en face du site inscrit et classé de Broël-sur-Vilaine, situé à environ 600m du projet - Le projet n'est pas situé à l'intérieur du périmètre de protection des 500 mètres autour d'un monument historique. - Le projet n'est pas situé au sein d'une ZNIEFF. Cependant, une ZNIEFF est recensée en périphérie du barrage : « Estuaire de la Vilaine et Marais Dépendants (n°530014740) - Les sites Natura 2000 les plus proches correspondent aux sites suivants : <ul style="list-style-type: none"> o Zone de Protection Spéciale (ZPS) définie au titre de la directive « Oiseaux » : « Baie de la Vilaine » (FR5310074), située à environ 2,8 km à l'Ouest du projet ; o Zone Spéciale de Conservation (ZSC) définie au titre de la directive « Habitats » : « Estuaire de la Vilaine » (FR5300034), située à environ 2,8 km à l'Ouest du projet ; o Zone de Protection Spéciale (ZPS) définie au titre de la directive « Oiseaux » : « Marais du Mès et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont de Fer » (FR5212007), située à environ 3 km au Sud-ouest du projet ; o Zone Spéciale de Conservation (ZSC) définie au titre de la directive « Habitats » : « Marais du Mès et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont de Fer » (FR5300034), située à environ 3 km au Sud-ouest du projet. - Faible richesse et densité des espèces benthiques dans le port d'Arzal - Présence d'espèces piscicoles (dont migratrices) à proximité de l'ouvrage, utilisant la passe à poissons et à anguilles - Pic d'abondance des espèces piscicoles au printemps et à l'été - Présence du Verdier d'Europe au sein d'une zone de saulaie/fourrés, à proximité des gabions amont



ANNEXE 1
ARRETE DU 29 AVRIL 2021



**PRÉFET
DU MORBIHAN**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement

ARRÊTÉ DU 29 AVR. 2021

METTANT À JOUR LE CLASSEMENT DU BARRAGE D'ARZAL, FIXANT DES
PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES RELATIVES À LA SÉCURITÉ DU BARRAGE ET
ACTUALISANT LES RÈGLES DE SÉCURITÉ QUI LUI SONT APPLICABLES AU TITRE DE
L'ARTICLE R.214-112 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

LE PREFET DU MORBIHAN
Chevalier de la Légion d'honneur
Chevalier de l'Ordre national du Mérite

VU le code de l'environnement, notamment ses articles L. 181-14, R. 181-45, R. 214-112 à R. 214-128 ;

VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié par le décret n° 2010-146 du 16 février 2010 relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et les départements ;

VU le décret n°2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques ;

VU le décret du 19 juillet 2019, nommant monsieur Patrice FAURE, préfet du Morbihan ;

VU le décret n°2019-895 du 28 août 2019 portant diverses dispositions d'adaptation des règles relatives aux ouvrages de prévention des inondations ;

VU l'arrêté interministériel du 12 juin 2008 modifié par l'arrêté du 3 septembre 2018 définissant le plan de l'étude de dangers des barrages et en précisant le contenu ;

VU l'arrêté du 17 mars 2017 précisant les modalités de détermination de la hauteur et du volume des barrages et ouvrages assimilés aux fins du classement de ces ouvrages en application de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ;

VU l'arrêté du 6 août 2018 fixant des prescriptions techniques à la sécurité des barrages ;

VU la circulaire du 31 octobre 2008 relative aux études de dangers des barrages ;

VU l'arrêté préfectoral du 3 décembre 2010 portant complément à l'autorisation reconnue au titre de l'article L.214-6 du code de l'environnement concernant le barrage d'Arzal et le classant C au titre de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ;

VU la note d'interprétation du 31/12/2020 de l'arrêté du 17 mars 2017 précisant les modalités de détermination de la hauteur et du volume des barrages et ouvrages assimilés aux fins de classement de ces ouvrages en application de l'article R.214-112 du code de l'environnement ;

VU l'étude de dangers du barrage d'Arzal référencée 09PMO022, d'octobre 2009, établie par le bureau d'études SAFEGE transmis par l'Institut d'Aménagement de la Vilaine ;

VU le rapport d'auscultation du 31 octobre 2017 établi par le bureau d'études SAFEGE ;

VU le rapport de visite technique approfondie du 13 décembre 2017 établi par le bureau d'études SAFEGE ;

VU le rapport du 6 janvier 2020 de l'inspection du 29 novembre 2019 du service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Bretagne (DREAL Bretagne), transmis à l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine par courrier du 6 janvier 2020 référencé SPPR/DRNH/UCSOH/2019/LC-EG/n°3 ;

VU l'avis par courriel du 21 juillet 2020 de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, appui technique national au service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement de Bretagne (DREAL Bretagne), sollicité par courriel du 21 novembre 2019 ;

VU le rapport de surveillance de la période 2015-2020, version du 9 décembre 2020, réalisé par le bureau d'études SAFEGE et transmis par l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine ;

VU le rapport de description de l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation de l'ouvrage, son entretien et sa surveillance en toutes circonstances, version du 9 décembre 2020, réalisé par le bureau d'études SAFEGE et transmis par l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine ;

VU le courriel du 04/02/2021 de l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine transmettant un plan de la chaîne cinématique de manœuvre des volets ;

VU le courriel du 10/02/2021 du service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement de Bretagne (DREAL Bretagne) transmettant le projet d'arrêté préfectoral complémentaire ;

VU l'absence de remarque de l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine, sur le projet d'arrêté préfectoral complémentaire transmis par courriel du 10/02/2021 ;

VU le rapport du 15 avril 2021 rédigé par le service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement de Bretagne (DREAL Bretagne) proposant l'arrêté préfectoral complémentaire ;

CONSIDÉRANT que la cote basse de l'ouvrage est celle du radier du barrage mobile à -8 m NGF qu'elle ne tient pas compte de la cote de marée basse maximale ;

CONSIDÉRANT le principe général que la cote haute de l'ouvrage se base sur une référence fixe de génie-civil supportant la chaîne cinématique des organes hydromécaniques ; la cote supérieure des volets surmontant les vannes-wagon à +4,03 m NGF ; la cote de fixation de la chaîne cinématique de manœuvre des volets entre +4,03 m et +4,75 m NGF ; la cote supérieure des piles en béton maintenant les vannes-wagon en position obstruante à +4,75 m NGF, cote n'incluant pas les tabliers de pont, ni les superstructures de manœuvres des vannes-wagon ;

CONSIDÉRANT que, dans ces conditions, la hauteur administrative de l'ouvrage est définie à 12,75 m (=4,75- (-8)), au sens de l'article R.214-112 susvisé ;

CONSIDÉRANT un volume de retenue d'eau d'au moins 50 Mm³ au sens de l'article R.214-112 susvisé ;

CONSIDÉRANT que les caractéristiques géométriques de l'ouvrage induisent, par application de l'article R. 214-112 susvisé, que celui-ci relève donc de la classe B, et qu'il convient donc de mettre à jour les prescriptions relatives à la sécurité du barrage et aux règles de sécurité qui lui sont applicables pour les rendre conformes aux articles R. 214-116, R. 214-119 à R. 214-126 du code de l'environnement, ce qui se traduit par la nécessité de modifier les échéances de la production des rapports de surveillance, des rapports d'auscultation, de la réalisation des visites techniques approfondies et de l'actualisation de l'étude de dangers ;

CONSIDÉRANT l'étude de dangers de 2009 déjà produite par l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine, de manière facultative au regard du classement C de l'ouvrage, que cette étude de danger n'a pas été instruite par le service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement de Bretagne (DREAL Bretagne) ;

CONSIDÉRANT que l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine dispose d'un document d'organisation, que la dernière visite technique approfondie date de 2017, que le dernier rapport d'auscultation date de 2017 et que le dernier rapport de surveillance date de 2020 ;

CONSIDÉRANT qu'il y a lieu de prescrire la demande formulée dans le rapport d'inspection du 6 janvier 2020 susvisé, relative à l'identification des pertuis et à la mise en œuvre de témoins d'ouverture des vannes et volets ;

CONSIDÉRANT les tassements de la partie en remblai du barrage d'Arzal ; que la sécurité du barrage n'est garantie que dès lors que la cote de ce remblai est supérieure ou égale à 4,65m NGF ; qu'il convient donc de prescrire la mise en œuvre des mesures nécessaires au respect en tous temps de cette cote minimale ;

SUR proposition du secrétaire général de la préfecture du Morbihan,

ARRÊTE

ARTICLE 1^{ER} : MISE À JOUR DU CLASSEMENT DU BARRAGE

Les prescriptions de l'article 1 de l'arrêté préfectoral du 3 décembre 2010 susvisé sont abrogées et remplacées par les dispositions suivantes du présent article :

« Au vu de ses caractéristiques ($H = 12,75$ m, $V = 50$ Mm³ et $H^2V^{0,5} = 1150$), le barrage d'Arzal situé sur les communes d'Arzal et de Camoël relève de la classe B définie à l'article R.214-112 du code de l'environnement.

L'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine, propriétaire de l'ouvrage, est désigné maître d'ouvrage du barrage ».

ARTICLE 2 : RÈGLES RELATIVES À SON EXPLOITATION ET À SA SURVEILLANCE

Les prescriptions de l'article 2 de l'arrêté préfectoral du 3 décembre 2010 susvisé sont abrogées et remplacées par les dispositions suivantes du présent article :

« Le maître d'ouvrage met en œuvre les dispositions fixées aux articles R. 214-116, R. 214-119 à 126 du Code de l'environnement, en particulier selon les modalités et délais suivants à compter de la notification du présent arrêté :

PRESCRIPTIONS	DÉLAIS RENOUVELLEMENT / MISE À JOUR
1) Rédaction du rapport de surveillance. Il intègre les constatations effectuées lors des vérifications et visites techniques approfondies (VTA). Une VTA est effectuée au moins une fois entre 2 rapports de surveillance.	Délai rapport de surveillance : 31/12/2023 Renouvellement : tous les 3 ans Délai VTA : 31/12/2022
2) Rédaction du rapport d'auscultation établi par un organisme agréé conformément aux dispositions des articles R. 214-129 à R. 214-132 du Code de l'environnement.	Délai : 31/12/2022 Renouvellement : tous les 5 ans
3) Actualisation de l'étude de dangers. L'étude actualisée est conforme aux dispositions de l'article R. 214-116 du Code de l'environnement. Elle inclut un examen exhaustif de l'état des ouvrages.	Délai : 31/12/2024 Renouvellement : tous les 15 ans

Les documents énumérés ci-dessus ainsi que toute mise à jour du document d'organisation visé à l'article R.214-122 2° sont adressés par voie numérique au préfet du Morbihan et au service en charge du contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques (DREAL Bretagne) dans le mois suivant leur réalisation. Dans ce même temps, une version papier est transmise au service en charge du contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques (DREAL Bretagne). Ces documents sont systématiquement accompagnés d'un écrit du maître d'ouvrage du barrage précisant, le cas échéant, les mesures qu'il s'engage à mettre en œuvre pour remédier aux éventuels défauts ou désordres qui seraient mis en exergue dans ces documents. »

ARTICLE 3 : PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES : ORGANISATION ET TRAVAUX

3.1. En accord avec les référencements de son document d'organisation, l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine procède à la numérotation de chacun des pertuis du barrage ainsi qu'à la mise en œuvre d'indications visuelles témoins de la position « ouverture/fermeture » des vannes et des volets à tout moment de leur manœuvre avant le 31 décembre 2021 ;

3.2. L'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine met en œuvre toutes les mesures nécessaires permettant à la ligne de crête de la partie en remblai du barrage d'Arzal de ne pas descendre sous la cote altimétrique de +4,65 m NGF.

ARTICLE 4 : AUTRES RÉGLEMENTATIONS

Le présent arrêté ne dispense en aucun cas le maître d'ouvrage de procéder aux éventuelles déclarations ou d'obtenir les éventuelles autorisations requises par d'autres réglementations.

ARTICLE 5 : PUBLICATION ET INFORMATION DES TIERS

Le présent arrêté est notifié à l'Établissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine et publié sur le site internet des services de l'État du Morbihan (www.morbihan.gouv.fr).

Il est mis à la disposition du public sur le site internet ci-dessus pendant quatre mois au moins.

ARTICLE 6 : VOIES ET DÉLAIS DE RECOURS

Le présent arrêté peut être déféré auprès du tribunal administratif de Rennes :

- par les tiers dans un délai de quatre mois à compter de sa publication au recueil des actes administratifs ;
- par le maître d'ouvrage dans un délai de deux mois à compter de sa notification. Dans ce délai de deux mois, le maître d'ouvrage peut présenter un recours gracieux qui interrompt le cours du délai du recours contentieux. Le silence gardé par l'administration pendant plus de deux mois sur la demande de recours gracieux emporte décision implicite de rejet de cette demande.

ARTICLE 7 : EXÉCUTION

Le secrétaire général de la préfecture du Morbihan, les maires des communes d'Arzal et de Camoël, le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer du Morbihan, le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Bretagne et toute autorité de police compétente sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Le préfet,

Pour le préfet, par délégation,
Le Secrétaire Général,

Guillaume QUENET



ANNEXE 2

NOTE D'HYPOTHESE GEOTECHNIQUE



Travaux de confortement des gabions du barrage d'Arzal

Maîtrise d'œuvre et élaboration des dossiers réglementaires

PHASE PRO : NOTE D'HYPOTHÈSES GEOTECHNIQUES



SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT	4
A. INTRODUCTION	5
1. DESCRIPTION SOMMAIRE DU BARRAGE	6
2. CONTEXTE DE L'OPERATION	7
3. DESCRIPTION SCHEMATIQUE DE LA SOLUTION DE CONFORTEMENT DES GABIONS AVAL.....	9
B. DONNEES D'ENTREE.....	10
4. DOCUMENTS DE REFERENCE	11
5. DONNEES GENERALES ENVIRONNEMENTALES	12
5.1. Topographie.....	12
5.2. Bathymétrie	12
5.3. Niveaux de la mer en aval	12
5.3.1. Niveaux de marée astronomique.....	12
5.4. Niveaux du plan d'eau amont.....	13
6. DONNEES GEOTECHNIQUES.....	13
6.1. Contexte Géotechnique.....	13
6.1.1. Géologie prévisionnelle	13
6.1.2. Niveaux du toit du rocher	15
6.2. Données géotechniques disponibles.....	15
6.2.1. Plan de repérage des sondages et investigations géotechniques disponibles 15	
6.2.2. Rapport [R59] SIMECSOL de 1990 pour la passe à poisson.....	15
6.2.3. Rapport [R58] SIMECSOL de 1991 pour la passe à poisson.....	16
6.2.4. Rapport [R55] G0 FONDASOL de 1999 pour le radier aval du barrage	16
6.2.5. Rapport [R52] et [R53] G11 FONDASOL de 2009 pour le projet de 2 ^{nde} écluse.....	17
6.2.5.1. Succession lithologique.....	17
6.2.5.2. Caractéristiques mécaniques des sols.....	18

6.2.5.3. Caractéristiques du massif rocheux	19
6.2.5.4. Agressivité des eaux	19
6.2.6. Rapport [R51] G12 FONDASOL de 2011 pour le projet de 2 nd e écluse	19
6.2.7. Rapport [R89] de sondage GINGER de 2022 pour les gabions aval	19
6.2.7.1. Investigations réalisées.....	20
6.2.7.2. Succession lithologique.....	20
6.2.7.3. Caractéristiques du massif rocheux	21
6.2.7.4. Caractéristiques mécaniques des sols.....	22
6.2.7.5. Suivi piézométrique	23
6.2.7.6. Essais de laboratoire.....	24
6.2.8. Lançage VCMF de 2021	25
6.2.9. Matériau de remplissage des gabions	25
6.3. synthèse geotechnique retenue	27
ANNEXES	30
1- Plan de repérage des sondages géotechniques	30
2- tableau analyse valeurs pressiometriques	30

OBJET DU DOCUMENT

Ce document correspond à la note d'hypothèses géotechniques en phase PROJET concernant le marché de maîtrise d'œuvre des travaux de confortement des gabions aval du barrage d'Arzal.

Le barrage d'Arzal est classé B, par arrêté préfectoral du 29/04/2021. Le Maître d'œuvre ARTELIA et l'équipe proposée dispose d'un agrément « Digue et barrages – études, diagnostic et suivi des travaux » (agrément 2 de l'arrêté du 15 novembre 2017).

Maître d'Ouvrage : Etablissement Public Territorial de Bassin de la Vilaine (EPTB Vilaine)

Conducteur d'opération : Le pilotage de l'étude sera assuré par le pôle Eau Potable et Hydraulique de l'EPTB Vilaine.

Maître d'œuvre : ARTELIA



A. INTRODUCTION

1. DESCRIPTION SOMMAIRE DU BARRAGE

Le barrage d'Arzal a été inauguré en 1970. Situé sur l'estuaire de la Vilaine, il constitue l'ouvrage clé contrôlant les écoulements sur la partie aval du fleuve.

Le barrage d'Arzal est un ouvrage multi-usage qui assure les fonctions de :

- Retenue d'eau pour la fourniture d'eau potable ;
- Protection contre les crues et gestion des niveaux d'eau ;
- Navigation via les éclusées ;
- Circulation routière en crête d'ouvrage ;
- Passe à poisson pour migration piscicole.

Il est constitué des principaux éléments suivants, de la rive droite vers la rive gauche (cf photo explicative ci-dessous) :

- une écluse de 13 m de large et 80 mètres de long ,
- une rampe à anguille (construite en 2006),
- un pont mobile levant supportant la route départementale (RD139),
- 5 pertuis d'évacuation, équipés chacun d'une vanne wagon (dimensions 18 m x 12 m),
- une passe à poissons « PAP » (construite en 1996), adossée au gabions de fermeture de la digue , constituée d'une passe à bassins permettant le franchissement par les migrateurs, et de deux rampes à anguilles,
- un siphon pour évacuer de l'eau saumâtre de l'amont vers l'aval,
- une digue de fermeture de la Vilaine (remblais sur sol compressibles).



La longueur totale du barrage est d'environ 500 mètres : 140 mètres pour les ouvrages hydrauliques et 360 mètres pour la digue. Ses fondations sont complexes :

- les ouvrages hydrauliques (pertuis, écluses, gabions de fermeture de la digue) sont posés sur le substratum rocheux,
- la digue en remblai est assise sur un sol vaseux aux mécanismes de tassement complexes (sol compressible), surtout dans sa partie centrale au droit de l'ancien lit principal de la Vilaine.

J. KERISEL

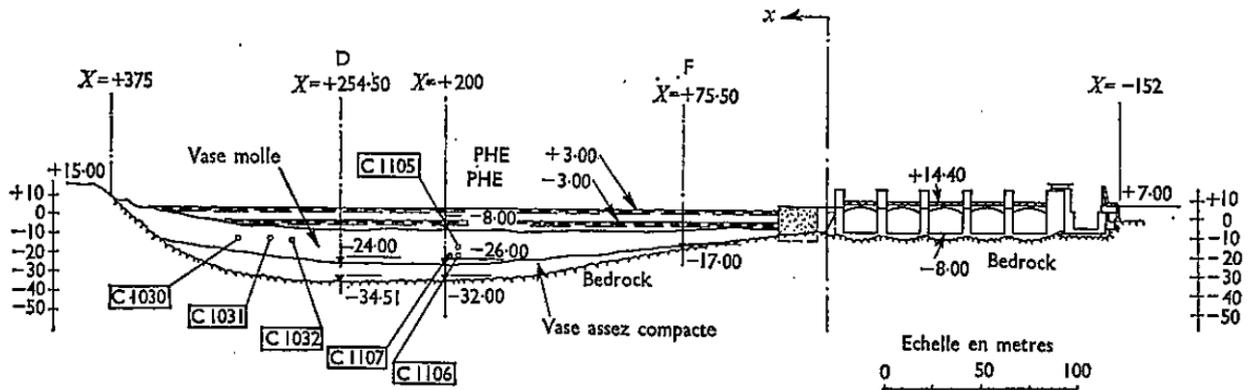
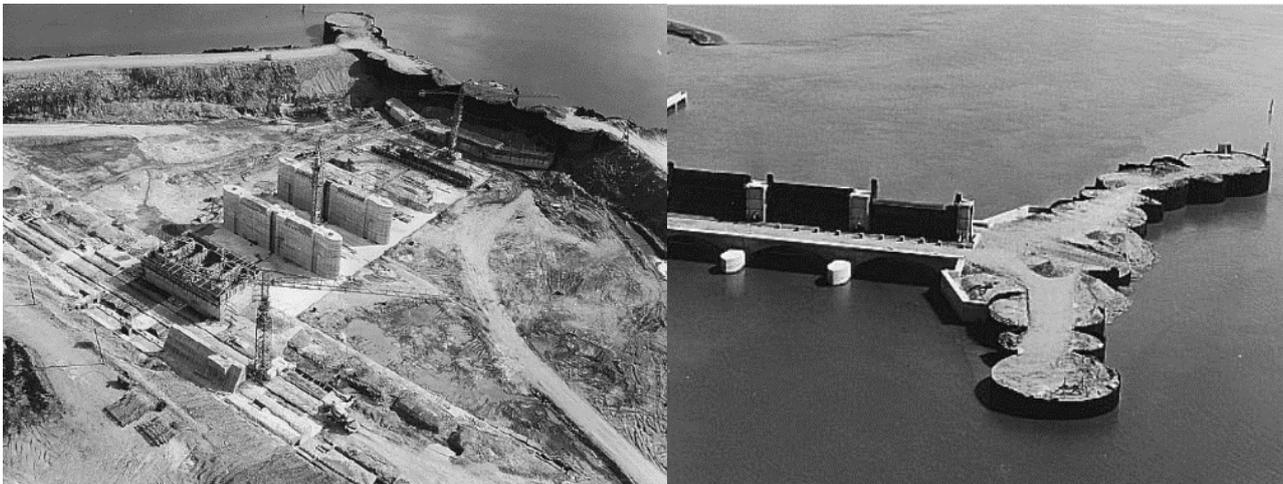


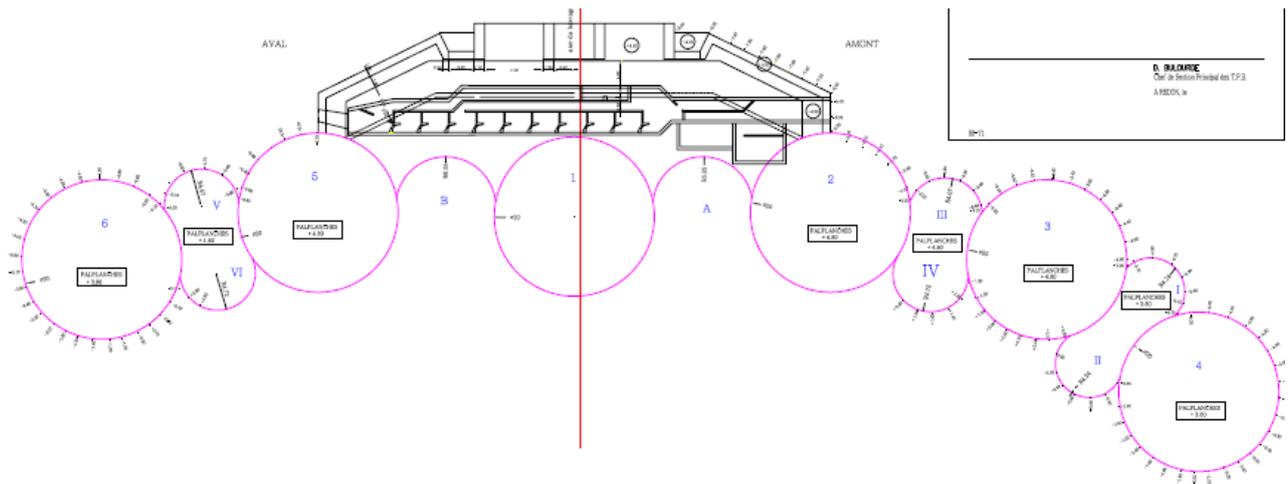
Fig. 1. Coupe transversale du lit de la Vilaine après construction des ouvrages de génie civil

2. CONTEXTE DE L'OPERATION

Lors de la construction du barrage d'Arzal des gabions circulaires de palplanches plates métalliques ont été mis en place. En phase chantier, cette gabionnade a servi de fermeture au batardeau érigé en rive droite pour construire le barrage béton à sec. Depuis la mise en service, la gabionnade sert d'ouvrage de soutènement et de fermeture à la digue en remblai et séparer l'ouvrage digue de l'ouvrage en béton.



Le schéma ci-dessous présente la numérotation de l'ensembles des gabions et des arcs de raccordement inter-gabions.



Actuellement, du fait de la présence de la digue et de la passe à poisson réalisée en 2016, une grande partie des palplanches de ces gabions ne sont plus visibles ou accessibles, car masquées par des équipements ou enterrées, tel que le présente la vue aérienne suivante.



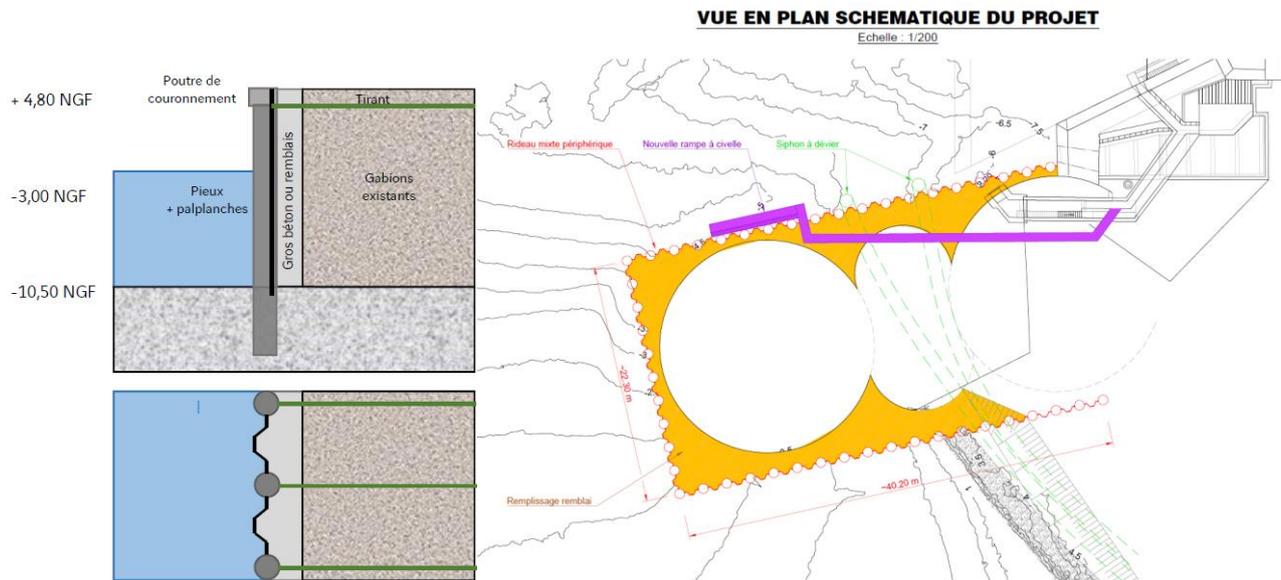
Un diagnostic a été réalisé fin 2018 par ISL pour connaître les désordres et le niveau de corrosion des seuls gabions accessibles visuellement ou par plongeurs, en amont (côté Vilaine) et en aval (côté mer), et qui a mis en évidence un état de dégradation de ces gabions qui nécessite d'engager des travaux de confortement conséquents dans un délai assez court, et plus particulièrement pour les gabions en aval (exposition au marnage).

Les travaux objets de la présente mission de Maitrise d'œuvre ne concernent que le confortement des gabions aval.

3. DESCRIPTION SCHEMATIQUE DE LA SOLUTION DE CONFORTEMENT DES GABIONS AVAL

Une solution de confortement des gabions a été retenue par le Maître d’Ouvrage à l’issue de la phase AVP. Cette solution de confortement consiste à mettre en place un nouveau rideau périphérique de soutènement devant les parties vues des gabions, de type rideau mixte pieu-palplanche avec tirants en tête (combiwall). Un remblai de remplissage de l’espace interstitiel entre les gabions existants et le combiwall sera mis en œuvre. Ce nouveau rideau mixte périphérique constituera un môle permettant de confiner les gabions existants N°5 et N°6 à l’aval, et de les remplacer dans leur fonction de soutènement et de fermeture de la digue en remblai coté aval.

Les pieux métalliques du combiwall sont prévus d’être ancrés dans le gneiss par forage (ancrage de 3m à 5m de hauteur environ), tandis que les palplanches intercalaires seront « simplement posées sur le rocher » (battage au refus dans le gneiss +/- altéré et +/- fracturé de surface, avec une pénétration limitée à quelques dizaines de centimètres).





B. DONNEES D'ENTREE

4. DOCUMENTS DE REFERENCE

Pour la numérotation des documents de référence, nous reprenons notre tableau récapitulatif l'ensemble des données d'entrée obtenues sur cette affaire.

➤ Topographie

	Référence - N°	Désignation du document	Auteur	Rév	Date doc
R	85	Levé topo zone gabion aval : R22-03-001_Arzal_L93	BEP INGENIERIE		mars- 22

➤ Bathymétrie

	Référence - N°	Désignation du document	Auteur	Rév	Date doc
R	29	Bathymétrie MRIS_PlanDetaille_Arzal_Gabions_220621_L93_CM	MESURIS		22/06/21

➤ Géotechnique

	Réf	Désignation du document	Auteur	Rév	Date doc	type doc
R	33	VCMF_sondes_Vases	VCMF		26/06/21	plan
R	34	VCMF_Epaisseur_Vases	VCMF		26/06/21	plan
R	36	VCMF_Profondeur_Vase	VCMF		28/06/21	plan
R	37	VCMF_Barrage d'ARZAL_Gabions Aval	VCMF	0	08/07/21	plan
R	38	VCMF_Barrage d'ARZAL_Gabions Amont	VCMF	0	08/07/21	plan
R	39	CTS_Barrage d'ARZAL_Gabions Aval	VCMF	0	08/07/21	plan
R	40	CTS_Barrage d'ARZAL_Gabions Amont	VCMF	0	08/07/21	plan
R	51	G12 FONDASOL 2ème écluse : AN.11.0207 – PIECE 001	FONDASOL	0	01/09/11	rapport
R	52	G11 FONDASOL 2ème écluse : AN.09.008 – PIECE 001	FONDASOL	0	15/06/09	rapport
R	53	G11 annexe FONDASOL 2ème écluse : AN.09.008 – PIECE 002	FONDASOL	0	15/06/09	rapport
R	55	G0 FONDASOL radier confortement aval : AN.99.246 – PIECE 001	FONDASOL	A	28/10/99	rapport
R	58	Sondages complémentaires SIMECSOL PAP : 62.91.107/NT.06.1426/06/A	SIMECSOL	A	09/08/91	rapport
R	59	Sondages SIMECSOL PAP : 62.90.107/NT.06.1426/01/A	SIMECSOL	A	17/12/90	rapport
R	89	Rapport sondage GINGER R OVA2.MV111 Version B	GINGER	B	28/10/22	rapport

➤ Plan des ouvrages existants

Référence	Désignation du document	Auteur	Rév	Date doc
R 63	SIMECSOL plan drainage gabions : 1166-25	SIMECSOL		23/02/66
R 73	SIMECSOL : plan 101 implantation des ouvrages	SIMECSOL		15/04/66

5. DONNEES GENERALES ENVIRONNEMENTALES

5.1. TOPOGRAPHIE

Le levé topo des gabions aval a été réalisé : [R85].

Le système de nivellement NGF actuel est l'IGN69.

Le système de planimétrie est LAMBERT 93 CC48.

À noter que sur les plans d'époque de construction du barrage et sur certains autres plans de GC, le système de nivellement est alors le système LALLEMAND, présentant un décalage de 0.28m avec le nouveau repère IGN69. Par exemple, le radier du barrage est donné sur les plans d'époque de construction à -8.00mNGF Lallemand, ce qui correspond à -7.72m IGN69, ou -4.79mCM.

L'altimétrie supérieure de la plateforme sur les gabions varie de +3.80NGF à +6.0NGF environ dans la zone de travaux. L'arase supérieure des palplanches des gabions est de +3.80NGF pour le gabion N°6 et de +4.80NGF pour le gabion N°5 ainsi que les arcs de raccordement inter gabion V et VI.

5.2. BATHYMETRIE

Données bathymétrique MESURIS [R29] du 22/06/2021, en nivellement Cote Marine (CM).

La bathymétrie autour des gabions aval remonte de -5.0mCM (soit -8.0mIGN69) dans la zone du pertuis N°5 du barrage au Nord, à +4.0mCM (soit +1.0mIGN69) au contact de la digue au Sud.

5.3. NIVEAUX DE LA MER EN AVAL

5.3.1. Niveaux de marée astronomique

Source SHOM-RAM de 2020 pour le port de référence de Tréhiguier (situé à 4.5km en aval en embouchure de l'estuaire de la vilaine).

- PHMA= 06.36CM (ou +3.43m IGN69)
- PMVE = 05.55CM (ou +2.62m IGN69)
- PMME = 04.40CM
- NM = 03.40CM
- BMME= 02.10CM
- BMVE = 00.75CM
- PBMA = -0.03CM (ou -2.96m IGN69)

0.0 CM = -2.930m IGN69

5.4. NIVEAUX DU PLAN D'EAU AMONT

Niveau maxi : lors de la crue de janvier 2001, le niveau maximal atteint est 3,70 m NGF.

Niveau mini exploitation en crue : 0,00 m NGF.

Niveau normal d'exploitation hors crue : +2.20 NGF

6. DONNEES GEOTECHNIQUES

6.1. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

6.1.1. Géologie prévisionnelle

D'après la carte géologique de LA ROCHE BERNARD et les études géotechniques réalisées à proximité, les terrains du secteur devraient être constitués de haut en bas par :

- Eventuellement suivant les zones, des remblais d'aménagement généraux (présents dans les gabions et sur la digue),
- Éventuellement suivant les zones des alluvions argilo-vasardes,
- Le substratum de type gneissique.

La profondeur du toit du gneiss varie de façon significative entre la rive droite (profondeur relativement faible) et la rive gauche de la Vilaine (profondeur très importante).

Les ouvrages hydrauliques (pertuis, écluses, gabions de fermeture de la digue) sont posés sur le substratum rocheux gneissique. La digue en remblai est assise sur un sol argilo vasard aux mécanismes de tassement complexes (sol compressible), surtout dans sa partie centrale au droit de l'ancien lit principal de la Vilaine.

J. KERISEL

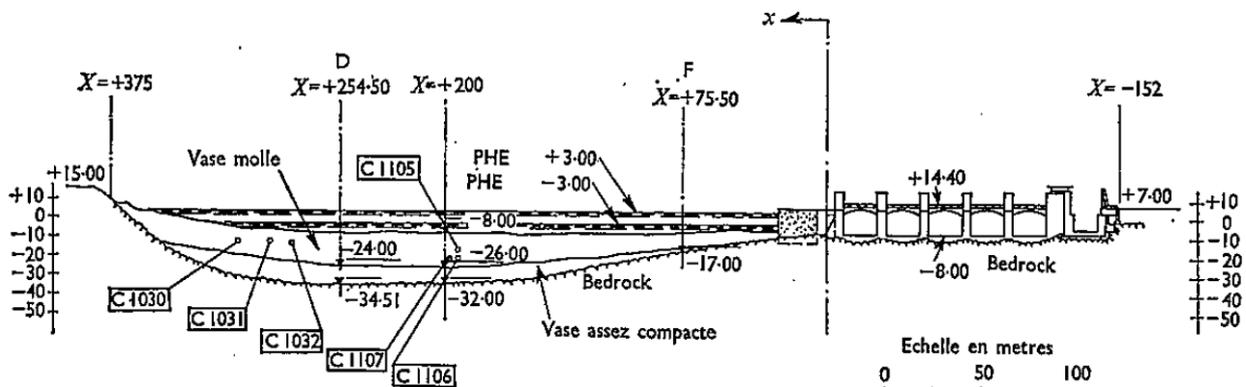
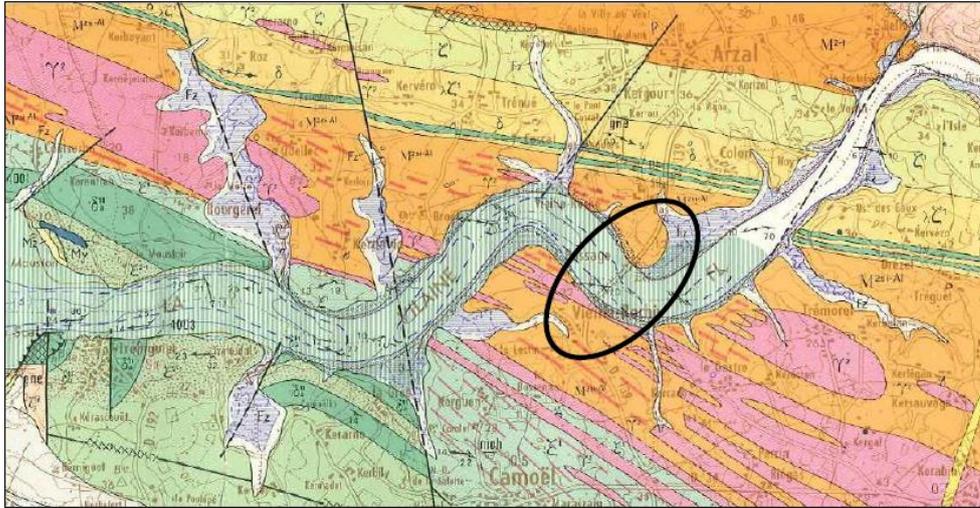
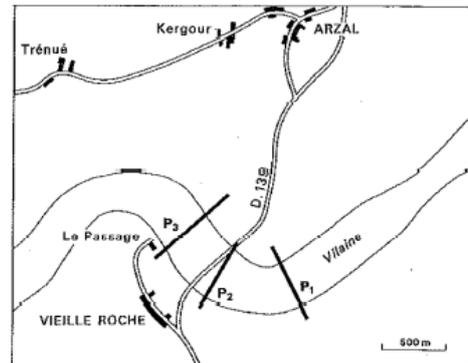
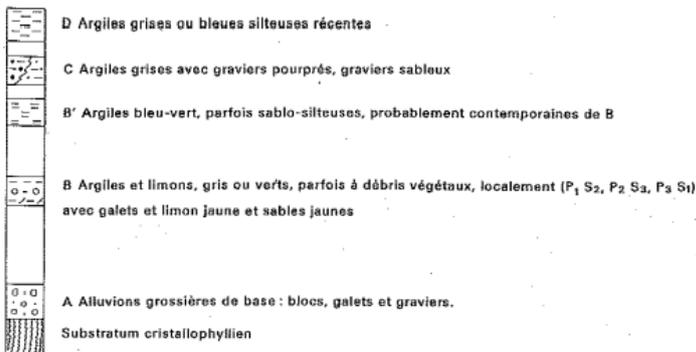
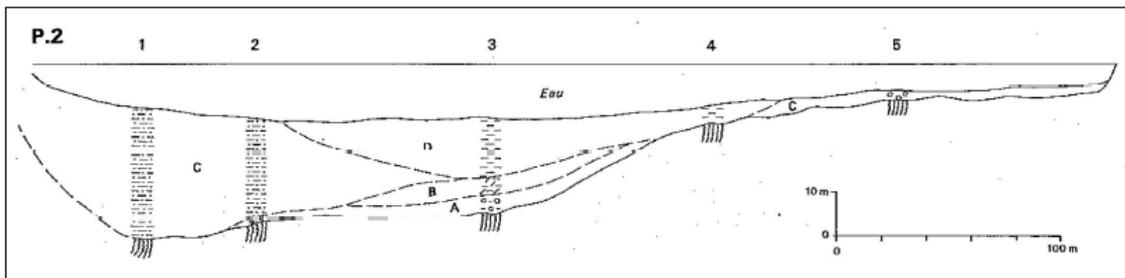


Fig. 1. Coupe transversale du lit de la Vilaine après construction des ouvrages de génie civil

Extrait de la carte géologique de La Roche Bernard au 1/50 000 :



Coupe transversale extraite de la notice de la carte géologique de la Roche Bernard :



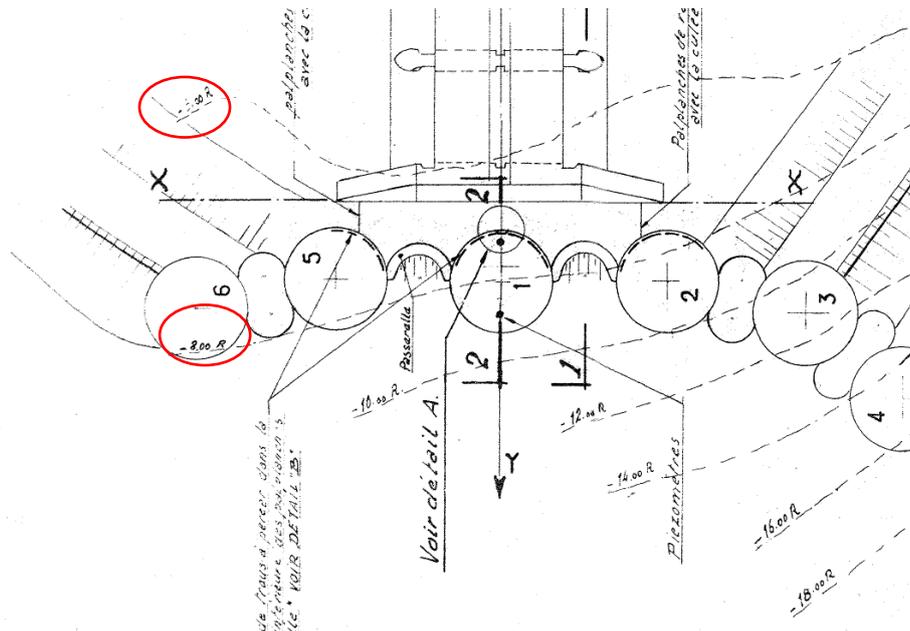
Localisation des coupes

6.1.2. Niveaux du toit du rocher

Vis-à-vis du contexte général de fondation des gabions existants, deux plans SIMECSOL de l'époque de construction du barrage sont intéressants, car donnant les isobathes du toit du rocher [R63] et [R73].

On donne ci-dessous un extrait de [R63] permettant de visualiser les isobathes du toit du rocher au droit des gabions. A noter que :

- Le nivellement sur ce plan d'époque est rattaché au système Lallemand : décalage de 0.28m par rapport à IGN69 actuel.
- Ces courbes du toit du rocher ne permettent pas de qualifier la qualité du rocher (substratum altéré ou sain, refus pénétrométrique ?)



A partir de ce plan d'époque [R63], on peut en déduire que :

- Pour les gabions aval N°5 et N°6, le toit du rocher est attendu entre -8.0NGF et -7.0NGF Lallemand, soit -7.72m IGN69 à -6.72m IGN69 environ.

6.2. DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES

6.2.1. Plan de repérage des sondages et investigations géotechniques disponibles

Un plan de repérage des sondages disponibles pris en compte pour cette étude est joint en annexe.

6.2.2. Rapport [R59] SIMECSOL de 1990 pour la passe à poisson

Les sondages références [59] ont été réalisés dans les remblais des gabions et du corps de digue en arrière du mur poids de fermeture du barrage pour le projet de la passe à poisson.

Il s'agit de :

- 9 pénétromètres dynamiques SERMES : PDS1 à PDS9 ;
- 6 sondages destructifs : F1 à F6 ;
- 3 sondages à la pelle : P1 à P3 ;
- 3 piézomètres : F1, F5 et F6

Ce rapport permet de caractériser les remblais du corps de digue derrière le mur poids de fermeture, dans l'axe du barrage, ainsi que le toit du substratum gneissique :

- Toit du rocher, compris entre -6.00NGF côté aval et -10.50NGF côté amont. Roche très compacte dès son toit.
- Remblais de digue très hétérogènes avec une granulométrie parfois importante, composés d'un limon argilo-sableux beige à brun, avec cailloux et blocs de schiste/gneiss dont les dimensions sont comprises entre 30 et 900 mm, mais plus généralement entre 100 à 300mm.
- Valeurs préconisées par SIMECSOL dans [R59] pour le calcul des soutènements de la passe à poisson :

Remblais : $c = 0$ $\phi = 35^\circ$ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Roche altérée : $c = 30 \text{ kPa}$ $\phi = 30^\circ$ $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$

Les sondages PDS1, PDS3 et PDS4, proches du gabions N°5 de notre projet, donnent un refus net au pénétromètre dynamique, permettant de définir le toit du gneiss, tout à fait cohérent avec les isobathes du toit du rocher selon [R63] :

	PDS1	PDS3	PDS4
Toit du gneiss (m NGF)	-6.50	-5.95	-7.15

6.2.3. Rapport [R58] SIMECSOL de 1991 pour la passe à poisson

Les sondages complémentaires de références [58] ont été réalisés dans les remblais du corps de digue en arrière du mur poids de fermeture du barrage, dans la zone amont pour le projet de la passe à poisson.

Ces sondages complémentaires sont un peu plus éloignés de notre zone de travaux que ceux du rapport [R59], qui par ailleurs ne le remettent pas en cause.

6.2.4. Rapport [R55] GO FONDASOL de 1999 pour le radier aval du barrage

Les sondages références [55] ont été réalisés en aval immédiat du radier du barrage, pour le projet de radier anti-affouillement.

Il s'agit de :

- 10 sondages carottés $\varnothing 116$ descendus entre 5 et 6 m dans le gneiss : SC1 à SC10 ;

Il s'agit selon [R55] d'un gneiss anatectique rapidement sain, mais souvent très fracturé. A noter la présence sur plusieurs sondages de filons pluri centimétriques de quartz très compact ou granitique ou pegmatitique (à prendre en compte dans l'usure des matériels de forage et de mise en œuvre des pieux). Les fractures sont généralement tapissées d'oxyde de couleur rouille.

Seuls les sondages SC9 et SC10 réalisés dans l'axe et en aval du pertuis N°5 du barrage, seront analysés ici, car les plus proches de notre projet, distants de 20m environ.

L'altimétrie du toit des gneiss n'est pas intéressante ici, car cette zone a fait l'objet d'un déroctage général lors de la construction à sec du barrage, à la cote d'arase supérieure du radier vers -7.72NGF.

Les sondages SC9 et 10 sont très fracturés sur toute la hauteur avec seulement quelques passages présentant moins de discontinuités

RQD > 25 entre 2,5 et 4 m pour SC9,
RQD > 25 entre 3,5 et 4 m et vers 5 m pour SC10.

	SC9	SC10
RQD	RQD5 = Très mauvaise qualité de 0 à 4m de profondeur	RQD5 = Très mauvaise qualité de 0 à 5m de profondeur
	RQD4 = Mauvaise qualité après 4 m de profondeur	RQD4 = Mauvaise qualité après 5 m de profondeur
ID (intervalle entre discontinuités)	ID5 à ID4 (ID moyen=6cm)	ID5 à ID4 (ID moyen=5cm)
FD (Fréquence des discontinuités)	FD5 (100% FD>25) = Fréquence très forte	FD5 (100% FD>20) = Fréquence très forte

6.2.5. Rapport [R52] et [R53] G11 FONDASOL de 2009 pour le projet de 2^{nde} écluse

Ces sondages carottés et pressiométriques sont relativement éloignés de notre projet de confortement des gabions aval.

- Ils sont réalisés entre 50m et 150m du projet pour les sondages les plus proches (SC1, SC2, SP6 à SP9), réalisés au niveau de la digue (dans le cas d'une implantation de la 2^{nde} écluse en rive gauche). Les résultats pour ces sondages sont présentés ci-après.
- Ceux réalisés en rive droite (dans le cas d'une implantation de la 2^{nde} écluse en rive droite) sont distants de près de 200m de notre projet, et seront donc non considérés.
- Tous ces sondages sont trop éloignés de notre site, pour que l'altimétrie du toit du gneiss soit une donnée intéressante pour notre projet, sachant qu'il y a un approfondissement de celui-ci de la rive droite vers la rive gauche.

Pour les sondages réalisés au niveau de la digue (projet d'écluse en rive gauche) il est donné la synthèse suivante d'après [52] [53] :

6.2.5.1. Succession lithologique

Les sondages ont mis en évidence la succession lithologique suivante du haut vers le bas à partir du TN :

- Au droit de la digue uniquement : des remblais à dominante sablo-graveleuse avec présence de blocs béton, jusqu'à 4,00 à 5,50 m de profondeur ;
- Des vases et argiles gris/noir à gris-bleuté, avec localement des débris végétaux en profondeur, jusqu'à 11,50 à 28,70 m de profondeur ;
- Des graves alluvionnaires, en recouvrement du substratum sur de faibles épaisseurs, jusqu'à 12,30 à 29,00 m de profondeur ;
- Le substratum de gneiss gris, légèrement altéré en tête, dont la fracturation varie selon les zones, présentant des passages de quartz, reconnus jusqu'à la base des sondages.

Sondage	Cotes (NGF)	Contexte	Toit des remblais		Toit des alluvions argilo-vasardes		Toit des graves alluvionnaires		Toit des gneiss	
			Prof (m)	Cote	Prof (m)	Cote	Prof (m)	Cote	Prof (m)	Cote
SC1	-0.59	eau	-	-	0.00	-0.59	11.50	-12.09	12.30	-12.89
SC2	-2.68	eau	-	-	0.00	-2.68	28.70	-31.38	29.00	-31.68
FD2bis	-3.43	eau	-	-	0.00	-3.43	-	-	27.05	-30.48
SP6	-0.44	eau	-	-	0.00	-0.44	14.60	-15.04	14.90	-15.34
SP8	3.55	digue	-	-	4.00	-0.45	-	-	19.00	-15.45
SP9	-1.93	eau	-	-	0.00	-1.93	-	-	28.10	-30.03

6.2.5.2. Caractéristiques mécaniques des sols

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées au pressiomètre.

pl^* moyen = moyenne arithmétique $-1/2EC$

EM moyen = moyenne des moyennes harmoniques et géométriques

	Remblais de la digue	Vase et Argile vasarde non consolidée	Alluvions « consolidées » digue	Gneiss compact sur les 6 1 ^{er} m
Sondages	SP7 et SP8 (7 valeurs)	SP6 et SP9 (11 valeurs)	SP7 et SP8 (30 valeurs)	SP6 à SP9 (24 valeurs)
Pl^* (MPa)	$0.2 < pl^* < 1.52$	$0.05 < pl^* < 0.12$	$0.01 < pl^* < 1.02$	$4.66 < pl^* < + de 7$
Pl^* moyen (MPa)	0.55	0.08	0.23	6.21
EM (MPa)	$1.6 < EM < 22.4$	$0.1 < EM < 7.6$	$0.6 < EM < 20$	$114 < EM < 843$
EM moyen (MPa)	5.09	1.06	3.46	350

A noter que les valeurs pressiométriques dans les remblais de la digue sont bien meilleures sur SP7 que sur SP8. Cela s'explique logiquement par le fait que le SP7 se situe sur une zone de parking circulée, tandis que le SP8 se situe sur une zone végétalisée non circulée. Notre zone de travaux comporte aussi une zone de parking (SP7 représentatif, pl moyen = 1.09MPa), et une zone de remblai de digue non circulé (SP8 représentatif, pl moyen = 0.27MPa)

Pour le projet d'écluse, il est donné selon [R52] la synthèse suivante :

Nature	γ (kN/m ³)	φ' °	c' (kpa)	Pl^* (MPa)	EM (MPa)
Vase	15	15	0	0.15	1.5
Remblai	18	30	5	0.5	4.0
Gneiss	22	30	40	6.1	250

6.2.5.3. Caractéristiques du massif rocheux

- 81 à 95 % du linéaire de carottes extraites appartiennent aux classes RQD4 et RQD5 : mauvaise à très mauvaise qualité du massif de gneiss (en terme de fracturation)
- 94 à 97 % du linéaire de carottes extraites appartiennent aux classes ID4 et ID5 : forte à très forte densité des discontinuités
- 100 % du linéaire de carottes extraites appartiennent aux classes FD4 et FD5 : forte à très forte fréquence des discontinuités
- 85 à 100 % du linéaire de carottes extraites appartiennent aux classes AM2 et AM1b : rocher faiblement altéré à légèrement altéré.

Le rocher y est donc en moyenne relativement peu altéré mais intensément fracturé.

6.2.5.4. Agressivité des eaux

	Profondeur prélèvement		pH	Anhydride carbonique	Azote ammoniacal	Sulfates	Magnésium	Classe retenue
SP7	1,5 m	Résultat	7.58	0 mg/l	0.55 mg/l	440 mg/l	890.0 mg/l	A2
		Agressivité	A1	A1	A1	A1	A2	
SP8	4 m	Résultat	7.38	10.1 mg/l	0.16 mg/l	371 mg/l	190.0 mg/l	A1
		Agressivité	A1	A1	A1	A1	A1	

6.2.6. Rapport [R51] G12 FONDASOL de 2011 pour le projet de 2^{nde} écluse

Ces sondages carottés et pressiométriques sont éloignés de notre projet de confortement des gabions aval, car situés en rive droite, (dans le cas d'une implantation de la 2^{nde} écluse en rive droite) et sont distants de près de 200m de notre projet, et ne seront donc pas considérés pour notre projet.

Nous notons néanmoins qu'en rive droite, le massif rocheux gneissique est globalement légèrement plus altéré qu'au droit de la digue, avec une classe moyenne AM3 à AM2, à comparer à AM2 à AM1b au niveau de la digue selon [R52].

Ainsi, nous notons, pour les sondages à terre où il n'y a pas eu de travaux de déroctage pour la construction du génie civil du barrage, la présence de gneiss altéré en recouvrement du gneiss compact. Gneiss altéré que l'on ne retrouvait pas sur les sondages au droit de la digue.

Les classes de RQD, ID et FD obtenues en [R51] sont identiques à celles obtenues au niveau de la digue selon [R52] : RQD4 à RQD5, ID4 à ID5, FD4 à FD5.

Pour le projet d'écluse en rive droite il est donné selon [R51] la synthèse suivante pour les gneiss :

Nature	γ (kN/m ³)	φ' °	c' (kpa)	PI* (MPa)	EM (MPa)	α
Vases	16	15	2	0.1	1	1/2
Gneiss altéré	22	30	30	3	35	1/2
Gneiss compact	26	30	40	6	300	1/2

6.2.7. Rapport [R89] de sondage GINGER de 2022 pour les gabions aval

Ces sondages et investigations ont été réalisés spécialement pour cette opération de confortement des gabions aval.

6.2.7.1. Investigations réalisées

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur (m/TA)	Altitude de la tête (en m NGF)	Essais pressiométriques (NF EN ISO 22 476-4)
Sondage carotté en diamètre 110 mm	2	SC1	18.6	+4.2	
		SC2	16.9	+4.7	
Sondage destructif avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings, et essais pressiométriques	4	SP1	18.3	+4.1	8
		SP2	17.8	+5.2	10
		SP3	17.9	+5.5	9
		SP4*	19.8	+3.9	7

**sondage réalisé en débord du quai via un échafaudage mis en place sur le gabion*

Les sondages suivants sont réalisés à l'intérieur des gabions : SP1, SP2, SC1, SC2.

Le sondage suivant est réalisé dans le talus de la digue, en débord extérieur du gabion N°6 : SP4.

Le sondage suivant est réalisé dans le remblai de la digue dans la zone de parking en arrière du gabion N°5 : SP3.

6.2.7.2. Succession lithologique

Les sondages ont mis en évidence la succession lithologique suivante du haut vers le bas à partir du TN :

- Terres végétales et limons bruns sur de faibles épaisseurs de 30cm à 50cm environ, en recouvrement des gabions uniquement ;
- Des remblais graveleux à blocs (Dmax <14cm) en remplissage des gabions, reconnus jusqu'à 13m de profondeur environ, et des remblais sableux à blocs dans la zone de parking de la digue reconnus jusqu'à 14m de profondeur environ ;
- Des vases présentes uniquement dans la zone maritime en extérieur des ouvrages, et en épaisseur très variable, quasi nulle côté pertuis N°5 du barrage, à plus de 5m d'épaisseur reconnu en SP4 côté digue ;
- Des limons vasards et alluvions présents uniquement dans certains gabions, (sédiments non purgés avant remplissage des gabions à la construction) reconnus sur de faibles épaisseurs (1.40m sur SP1 à 2.20m sur SC2) en recouvrement du substratum ;
- Le substratum de type gneiss, plus ou moins altéré en tête, et dont la fracturation varie selon les zones, reconnus sur tous les sondages ;
- Du granite +/- altéré à discontinuités fortes, identifié uniquement à la base des sondages carottés SC1 et SC2, sous le gneiss.

Sondage	Contexte	Toit remblais m NGF	Toit alluvions m NGF	Toit gneiss m NGF	Toit granite m NGF
SP1	Gabion 6	+4.10	-5.80	-7.20	/
SP2	Gabion 5	+5.20	/	-6.20	/

SC1	Gabion 6	+4.20	/	-8.30	-9.50
SC2	Inter gabion 5/6	+4.70	-5.30	-7.50	-8.90
SP3	Digue	+5.50	/	-8.60	/
SP4	Maritime	/	-1.40 (vase)	-9.00	/

NOTA : le toit du substratum gneissique relevé dans ces sondages est tout à fait cohérent avec les sondages voisins des campagnes précédentes, notamment :

- Les isobathes du toit du rocher selon [R63]
- Les pénétromètres PDS1, PDS3 et PDS4 selon [R59].

6.2.7.3. Caractéristiques du massif rocheux

Par la suite, nous ne faisons pas de différence mécanique entre le gneiss et le granite, étant donné que les caractéristiques du massif rocheux sont tout à fait similaires en termes de discontinuité et d'altération sur les sondages carottés.

Il convient également de remarquer que sur les pressiomètres réalisés à proximité de ces carottés, n'apparaît pas de différence des caractéristiques pressiométriques ni des paramètres de forage (vitesses d'avancement, pression, couple de rotation...) sur toute la hauteur du substratum.

	SC1	SC2
RQD	RQD5 = Très mauvaise qualité de 0 à 6.10m de profondeur (fin de sondage)	RQD5 = Très mauvaise qualité de 0 à 4.70m de profondeur (fin de sondage)
ID (intervalle entre discontinuités)	ID4 (6cm<ID<20cm) = densité forte de 0 à 6.10m de profondeur (fin de sondage)	ID5 sur moins d'un mètre d'épaisseur, puis : ID4 (6cm<ID<20cm) = densité forte
Degré d'altération	AM3 sur 2.30m de profondeur (avec un passage en AM5) AM2 après 2.30m de profondeur jusqu'à 6.10m (fin de sondage)	AM2 (rocher légèrement altéré) sur 4.70m d'épaisseur (fin de sondage)

Ces valeurs sont tout à fait cohérentes avec les autres valeurs obtenues lors des autres campagnes de sondages : RQD5, ID4à5, AM2à3 : Le rocher y est donc en moyenne, légèrement à modérément altéré, mais fortement fracturé, sur toute l'épaisseur investiguée dans les sondages.

On rappelle ci-dessous la définition des classes de RQD, d'ID et de degré d'altération.

CLASSES	VALEURS DE RQD %	TERMES DESCRIPTIFS DE QUALITE GLOBALE DU MASSIF ROCHEUX (D'après D. Deere)
RQD 1	90 à 100	Excellente (excellent)*
RQD 2	75 à 90	Bonne (good)*
RQD 3	50 à 75	Moyenne (fair)*
RQD 4	25 à 50	Mauvaise (poor)*
RQD 5	0 à 25	Très mauvaise (very poor)*

CLASSES	VALEURS DE L'INDICE ID cm	TERMES DESCRIPTIFS DE LA DENSITE DE DISCONTINUITÉ
ID 1	> 200	Densité de discontinuités très faible
ID 2	60-200	Densité de discontinuités faible
ID 3	20-60	Densité de discontinuités moyenne
ID 4	6-20	Densité de discontinuités forte
ID 5	<6	Densité de discontinuités très forte

CLASSES AFTES	TERMES DESCRIPTIFS DU DEGRE D'ALTERATION DU MASSIF ROCHEUX
AM1a	Rocher sain
AM1b	Rocher faiblement altéré Altération limitée aux surfaces de discontinuités principales ; rocher sain dans la masse
AM2	Rocher légèrement altéré Altération faible dans la masse rocheuse mais bien développée sur les discontinuités
AM3	Rocher modérément altéré Altération bien visible dans toute la masse rocheuse mais matériau non friable
AM4	Rocher très altéré Forte altération dans toute la masse rocheuse
AM5	Rocher complètement altéré La texture et les fissures importantes sont toujours visibles
AM6	Rocher complètement décomposé Texture et fissuration non reconnaissables Sol résiduel - Pas de remaniement

6.2.7.4. Caractéristiques mécaniques des sols

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées au pressiomètre. On notera :

- Le gneiss est dénommé « compact » sur les 4 sondages pressiométriques. Cependant, on prendra en compte sur le sondage SP3 les valeurs plus faibles mesurées en module pressiométrique dans le gneiss compact dit « fracturé », ainsi que sur SP4 la présence d'un gneiss dit « altéré » avec une valeur de module pressiométrique plus faible qu'en dessous. Ces informations nous amènent à retenir 2 types de gneiss : un gneiss dit « altéré » en recouvrement du gneiss compact sur 2m d'épaisseur, avec des caractéristiques pressiométriques moindres.
- Les faibles valeurs pressiométriques mesurées dans les remblais des gabions ne sont pas représentatives de la qualité de résistance en frottement de ces matériaux. La granulométrie des remblais rocheux des gabions 20/200mm et le caractère marnant des gabions, avec des vides, explique les faibles valeurs pressiométriques mesurées. Ce sont des remblais frottant, mais lâches.
- p_l^* moyen = moyenne arithmétique $-1/2 \times \text{Ecart type}$
- EM moyen = moyenne des moyennes harmoniques et géométriques

	Vase zone maritime	Remblais à blocs des gabions	Remblais sableux à blocs de la digue	Gneiss « altéré » sur 2m d'épaisseur	Gneiss compact ou granite
Sondages	SP4	SP1 et SP2	SP3	SP3 et SP4	SP1 à SP4

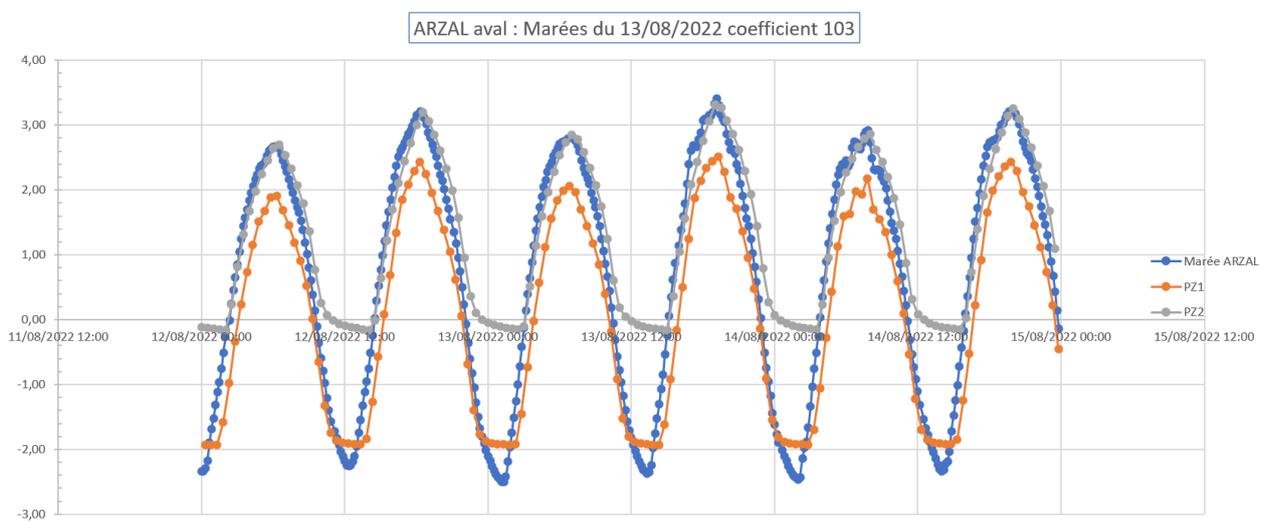
	(2 valeurs)	(8 valeurs)	(4 valeurs)	(4 valeurs)	(14 valeurs)
PI* (MPa)	0.12<pl*<0.25	0.12<pl*<0.57	0.18<pl*<0.56	3.94<pl*+ de 4.7	3.96<pl*+ de 4.7
PI* moyen (MPa)	0.14	0.21	0.33	4.14	4.46
EM (MPa)	0.5<EM<0.8	1.2<EM<4.0	3.3<EM<9.3	83<EM<106	174<EM<375
EM moyen (MPa)	0.62	1.82	4.72	97	246

6.2.7.5. Suivi piézométrique

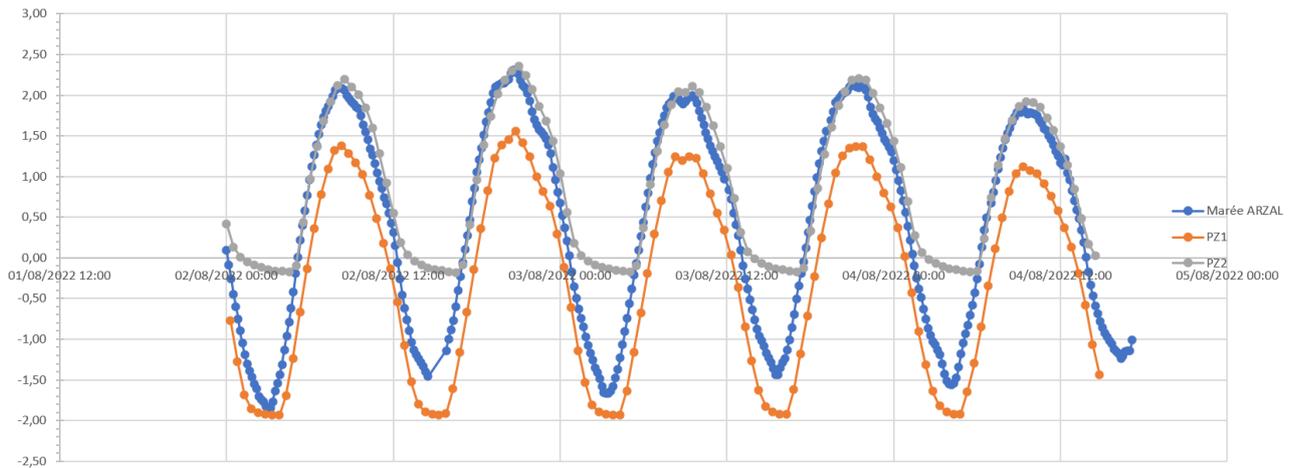
Equipement piézométrique	Sondage de référence	Profondeur (m/TA)
Tube piézométrique PVC Ø 52/60 mm avec protection par capot métallique	SP2 SC1	10.0 10.0

Un relevé des niveaux de marée en aval immédiat du barrage d'ARZAL a été réalisé, pour comparaison aux niveaux piézométriques.

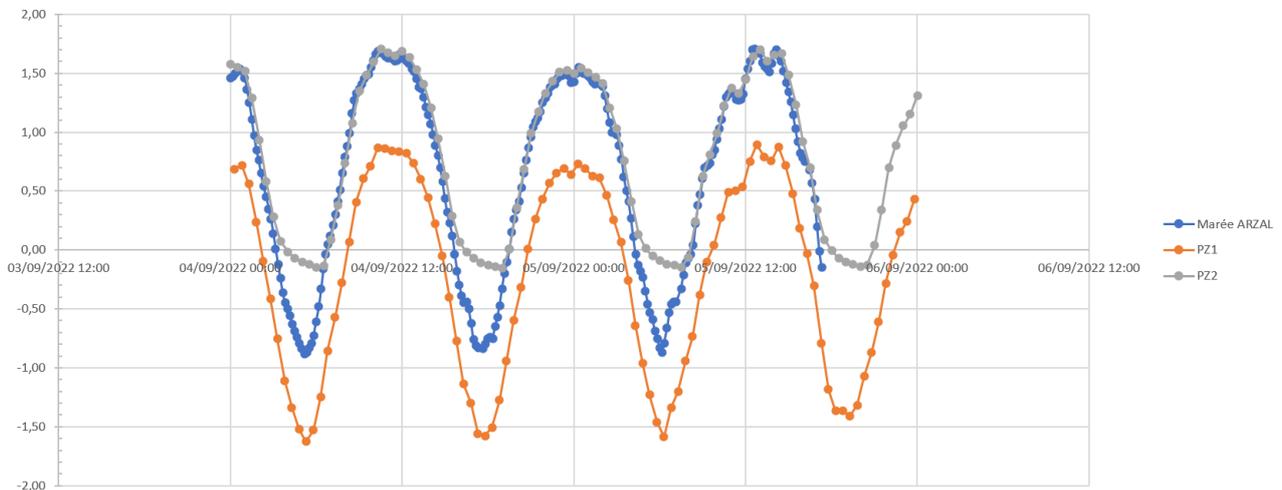
On donne ci-dessous les courbes des niveaux d'eau mesurés en PZ1(SC1 réalisé dans le gabion N°6) et PZ2(SP2 réalisé dans le gabion N°5) par rapport au niveau de la marée à ARZAL, pour 3 marées de coefficients caractéristiques (coef 103, coef 70 et coef 41).



ARZAL aval : Marées du 03/08/2022 coefficient 70



ARZAL aval : Marées du 05/09/2022 coefficient 41



Analyse des résultats :

- Les niveaux des piézomètres sont directement dépendants des niveaux de marées.
- On ne constate aucun déphasage temporel entre la marée dans l'estuaire et les niveaux d'eau dans les remblais des gabions.
- Le piézomètre PZ2 suit parfaitement la marée, avec un écrêtement en partie basse pour tous les coefficients de marée, certainement lié à une alimentation par la passe à civelle et à un effet de seuil des gabions. Le niveau bas piézométrique dans le gabion N°5 ne descend pas en dessous de -0.20NGF, tandis que la marée descend jusque -2.50NGF.
- Le piézomètre PZ1, semble mal calé en altimétrie. En effet, on constate des niveaux d'eau bas inférieurs à celui de la marée basse par coefficients 70 et 41, tout en ayant un marnage dans le gabion égal à celui de la marée.
- toutes ces observations piézométriques sont cohérentes avec l'hypothèse de gabions perforés et de remblais drainant, limitant les dénivelées hydrostatiques entre l'intérieur et l'extérieur des gabions.

6.2.7.6. Essais de laboratoire

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été réalisés :

Essais CERCHAR	Nombre	Norme
Dureté	4	X P 94-412
Abrasivité	4	NF P 94-430-1

Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

Références	Dureté (D_{IN})			Abrasiveité (A_{IN})		
SC1 « 14.50-14.80 »m	3	3	10	3.6	3.9	
SC1 « 15.60-16.40 »m	45	50	70	2.9	2.9	
SC2 « 15.75-16.35 »m	100	50	90	3.7	3.6	
SC2 « 16.35-16.90 »m	60	21	45	2.1	2.3	

On rappelle ci-dessous les critères de jugement de la dureté et de l'abrasivité :

Classes	Valeurs de dureté (D_{IN})	Jugement
DU 1	>120	Extrêmement dur
DU 2	80-120	Très dur
DU 3	40-80	Dur
DU 4	20-40	Moyennement dur
DU 5	5-20	Tendre
DU 6	<5	Très tendre

Tableau des valeurs de dureté – AFTES GT1R1F1

Classes	Valeur de l'indice d'abrasivité (A_{IN})	Jugement
A_{IN} 1	>4,0*	Extrêmement abrasif
A_{IN} 2	2,0-4,0	Très abrasif
A_{IN} 3	1,0-2,0	Abrasif
A_{IN} 4	0,5-1,0	Peu Abrasif
A_{IN} 5	< 0,5	Très peu abrasif

* : le quartz présente des valeurs supérieures à 6,0

Tableau des valeurs d'abrasivité – AFTES GT1R1F1

Sur les deux échantillons de SC1 de type granite, le rocher apparait tendre à dur.

Sur les deux échantillons de SC2 de type granite, le rocher apparait moyennement dur à très dur.

Le granite apparait très abrasif.

6.2.8. Lançage VCMF de 2021

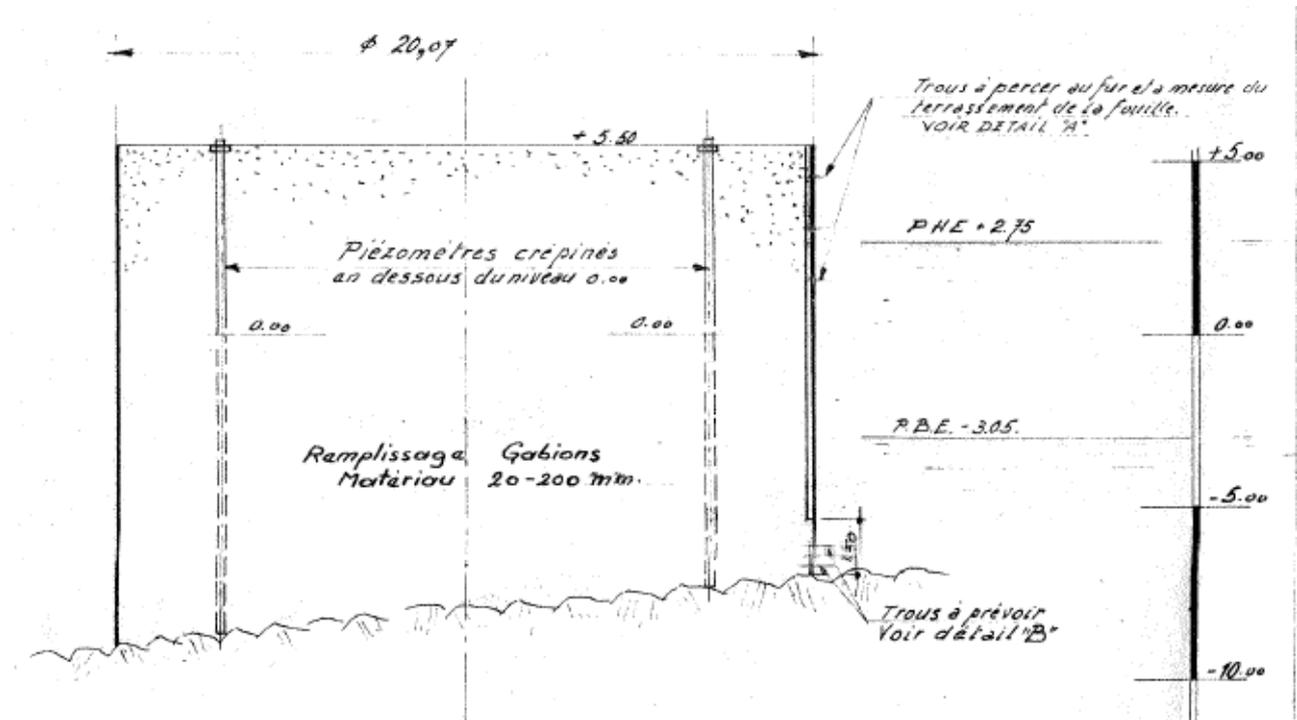
Les références [33] à [40] correspondent à des lançages réalisés par VCMF pour définir la hauteur de vase autour des gabions (refus des lançages). Nous attirons l'attention sur le fait que, contrairement à ce qui est indiqué sur ces documents, les refus de lançage obtenus ne correspondent pas toujours au substratum gneissique, mais un refus sur les remblais de la digue avec blocs, ou des alluvions plus compactes. Ces données de lançage ne sont pas fiables pour définir le toit du gneiss.

Pour exemple, la différence d'épaisseur de vase obtenue sur la face sud du gabion N°6, entre les résultats du sondage pressiométrique SP4 de GINGER de 2022 qui donne 7.60m d'épaisseur de vase avec passage de blocs, tandis que les lançages VCMF de 2021 donnent plutôt une valeur de l'ordre de 2m. Vraisemblablement, le refus de lançage a été obtenu prématurément sur des blocs des remblais de la digue sans atteindre le substratum.

6.2.9. Matériau de remplissage des gabions

A long terme, nous considérerons une hypothèse défavorable où l'enveloppe métallique des gabions existants a totalement disparue. La poussée des remblais internes aux gabions s'appliquera donc au nouvel écran. Il convient donc de caractériser les paramètres mécaniques de ces remblais graveleux à blocs.

A la différence de la digue, où des remblais très hétérogènes avec présence de blocs rocheux parfois de grosse dimension ont été mis en œuvre (tout venant rocheux), les gabions ont été remplis par des remblais choisis et drainants, avec une granulométrie de type 20/200 selon plan de drainage des gabions [R63] dont extrait ci-dessous.



Les photos de construction lors du remplissage des gabions témoignent par ailleurs de la belle qualité de ces remblais granulaires internes aux gabions, et permettent de constater une pente de talus naturel du cône de déversement de l'ordre de 35/37°. Nous considérerons donc un angle de frottement interne de 35° pour ces remblais internes des gabions, ce qui est par ailleurs conforme aux préconisations de SIMECSOL dans son rapport [R59].



La hauteur moyenne des remblais internes des gabions aval est de 13m environ (de +5 à -8 NGF environ).

6.3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE RETENUE

Nous rappelons que l'espace interstitiel entre les gabions existants et le nouvel écran sera vidé des vases non consistantes et remblayé par un remblai rocheux (granitique ou gneissique) de bonne qualité et drainant, de qualité similaire à celui des gabions (type remblai rocheux 20/200mm). Le caractère marnant des remblais intérieurs sera conservé comme cela est le cas sur les gabions existants, par la réalisation de perforations dans le nouvel écran permettant l'équilibre des niveaux d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte.

PHASE PRO : Note d'hypothèses géotechniques
TRAVAUX DE CONFORTEMENT DES GABIONS DU BARRAGE D'ARZAL

Pour les besoins de calculs du combiwall nous avons ainsi besoin de caractériser les remblais internes existants et de remplissage (que l'on prendra identique), ainsi que le substratum gneissique pour l'ancrage.

Nous retenons les valeurs suivantes pour la justification de l'écran combiwall périphérique des gabions aval (caractéristiques pressiométriques, valeurs de résistance au cisaillement, masses volumiques).

Les valeurs pressiométriques retenues sont issues de l'analyse des sondages GINGER 2022 [R89] et FONDASOL 2009 [R52] faite dans les paragraphes précédents. On trouvera en annexe les tableaux d'analyse des valeurs pressiométriques (moyennes, écart type, valeurs retenues).

Compte tenu du contexte de matériaux granulaires et rocheux, nous considérons les résistances au cisaillement à long terme (ϕ' et c').

Nature	γ (kN/m ³)	ϕ' °	c' (kpa)	PI* (MPa)	EM (MPa)	EM/pl	α
Vase zone maritime	16	15	2	0.1	1.0	10	1/2
Remblais rocheux	19	35	0	0.5	5.0	10	1/4
Gneiss « altéré » sur 2m épaisseur	22	35	10	4.0	90	22.5	1/2
Gneiss compact	24	35	40	4.5	240	53	1/2

NOTA :

- Les faibles valeurs pressiométriques mesurées dans les remblais des gabions ne sont pas représentatives de la qualité de résistance en frottement de ces matériaux. La granulométrie des remblais rocheux des gabions 20/200mm et le caractère marnant des gabions, avec des vides, explique les faibles valeurs pressiométriques mesurées. Ce sont des remblais frottant, mais lâches.

Le toit du substratum sera défini pour les différentes coupes de calcul qui seront réalisées dans la note de calcul du combiwall, en fonction des sondages réalisés les plus proches.

Sondage	Contexte	Toit remblais m NGF	Toit alluvions m NGF	Toit gneiss m NGF	Toit granite m NGF
SP1	Gabion 6	+4.10	-5.80	-7.20	/
SP2	Gabion 5	+5.20	/	-6.20	/
SC1	Gabion 6	+4.20	/	-8.30	-9.50
SC2	Inter gabion 5/6	+4.70	-5.30	-7.50	-8.90
SP3	Digue	+5.50	/	-8.60	/
SP4	Maritime	/	-1.40 (vase)	-9.00	/

Dans notre zone d'étude, le rocher est en moyenne, légèrement à modérément altéré AM2à3, mais fortement fracturé : RQD5, ID4à5, sur toute la hauteur de rocher reconnue dans les sondages (5 à 6m de hauteur).

Sur les deux échantillons de SC1 de type granite, le rocher apparait tendre à dur.

Sur les deux échantillons de SC2 de type granite, le rocher apparait moyennement dur à très dur.

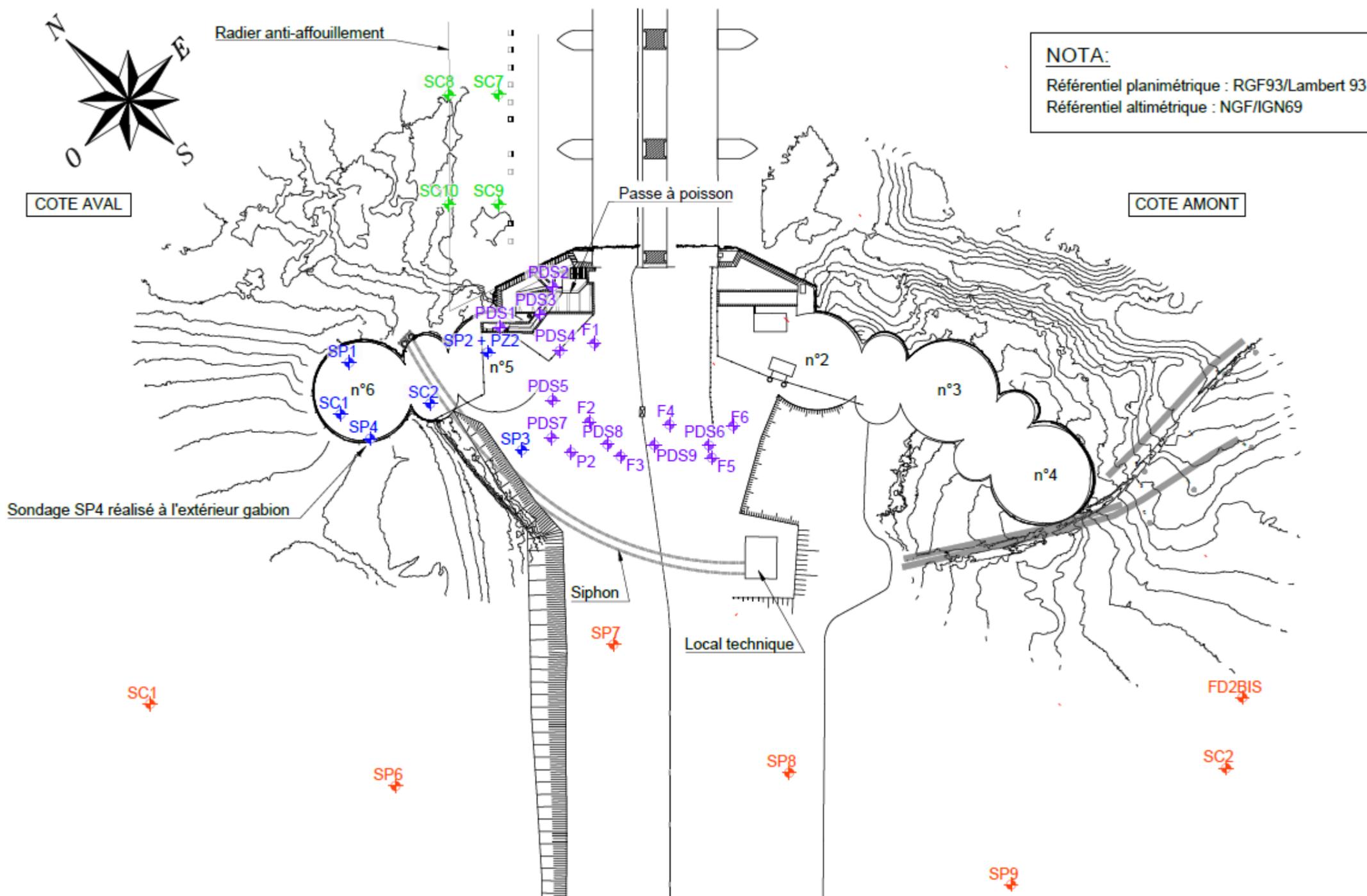
Le granite apparait très abrasif.

ANNEXES



- 1- PLAN DE REPERAGE DES SONDAGES
GEOTECHNIQUES
- 2- TABLEAU ANALYSE VALEURS
PRESSIOMETRIQUES

VUE EN PLAN



NOTA:
 Référentiel planimétrique : RGF93/Lambert 93
 Référentiel altimétrique : NGF/IGN69

SIMECSOL 1990 :		G0 FONDASOL 1999 :	
Fx	Sondage Destructif	SCx	Sondage Carotté
PDSx	Pénétrömètre Dynamique Sermès		
Px	Sondage à la Pelle mécanique		
G11 FONDASOL 2009 :		GINGER 2022 :	
SCx	Sondage Carotté	SCx	Sondage Carotté
SPx	Sondage Pressiométrique	SPx	Sondage Pressiométrique
FDx	Sondage Destructif	PZx	Piézomètre

		SP4		SP6		SP9														min	max	moy arith	écart type	moyenne*	moy harmo	moy géo	moyenne des 2		
Vase zone maritime	pl-p0	0,25	0,12	0,05	0,09	0,1	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,11	0,12						13	0,05	0,25	0,10	0,05	0,08	0,09	0,09	0,09	
	EM	0,8	0,5	0,1	1,2	3,1	0,7	0,4	1,5	1,1	3,9	4,1	7,6	3,9						13	0,1	7,6	2,22	2,18	1,14	0,63	1,31	0,97	
Remblais gabions	pl-p0	SP1		SP2																8	0,12	0,57	0,30	0,16	0,21	0,23	0,26	0,24	
	EM	0,32	0,28	0,12	0,23	0,57	0,19	0,15	0,5											8	1,2	4	2,09	1,06	1,56	1,74	1,89	1,82	
Remblais Digue	pl-p0	SP3			SP7		SP8													11	0,18	1,52	0,68	0,47	0,44	0,41	0,53	0,47	
	EM	0,56	0,18	0,42	0,52	1,52	1,22	0,96	1,21	0,2	0,22	0,42								11	1,6	22,4	7,13	5,76	4,25	4,34	5,54	4,94	
gneiss (toutes valeurs)	pl-p0	SP1			SP2									SP3						18	3,94	4,7	4,53	0,29	4,38	4,51	4,52	4,52	
	EM	4,58	4,7	4,54	4,08	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,05	3,94	3,96	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	18	82,9	375,2	220,66	86,25	177,54	181,63	202,08	191,86	
gneiss altéré en tête (2m)	pl-p0	SP1			SP2									SP3						4									
	EM													4,7	4,05	3,94	4,7			4	3,94	4,7	4,35	0,41	4,14	4,32	4,33	4,33	
														82,9	99,7	105,8	100,6			4	82,9	105,8	97,25	9,94	92,28	96,42	96,85	96,63	
gneiss compact (sous 2m)	pl-p0	SP1			SP2									SP3						14									
	EM	4,58	4,7	4,54	4,08	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7				3,96	4,7	4,7	4,7	4,7	14	3,96	4,7	4,58	0,24	4,46	4,57	4,58	4,57		
		196,4	306,7	269,1	174	243,7	311,8	375,2	196	280,6				199,4	216,3	312,3	200	301,4	14	174	375,2	255,92	60,67	225,59	242,99	249,34	246,17		



ANNEXE 3
FICHES INNOVALYS – RESULTATS D’ANALYSES

Inovalys site de Nantes

La Chantrerie, Rte de Gachet - BP 52703 / 44327 NANTES CEDEX 3
 Tel : 02.51.85.44.64 / contact@inovalys.fr / www.inovalys.fr

Réf. Dossier :

22 ST 004 à 020

Enregistré le :

10/02/2022

Edité le :

 18/03/2022
 08:44

INOVALYS 56 ST AVE

 5 RUE DENIS PAPIN
 BP 20080
 56892 ST AVE CEDEX

Tél. 02 97 46 14 15

Fax. 02 97 63 73 94

Objet : Analyses de sédiments de l'estuaire de la Vilaine
RÉCAPITULATIF
Échantillons analysés :

Références Inovalys des échantillons	Références client des échantillons
E220216804	Amont 1 22 ST 004
E220216812	Amont 2 22 ST 005
E220216813	Amont 3 22 ST 006
E220216814	Aval 1 22 ST 007
E220216815	Aval 2 22 ST 008
E220216816	Aval 3 22 ST 009
E220216817	VR 123 22 ST 010
E220216818	ECLI 123 22 ST 011
E220216819	TREHU 1 22 ST 012

RÉCAPITULATIF

Références Inovalys des échantillons	Références client des échantillons
E220216820	TREHU 3 22 ST 014
E220216821	TREHI 34 22 ST 016
E220216822	TREHI 56 22 ST 017
E220216823	ESTU 1 22 ST 018
E220216824	ESTU 2 22 ST 019
E220216825	ESTU 3 22 ST 020
E220217005	TREHU 2 Ouvert pendant le transport
E220217006	TREHI 12 Ouvert pendant le transport

Résultats d'analyses hors spécifications:

Echantillon	Analyse	Résultats		Spécifications
E220216804	Cadmium	2,02	mg/kg MS	<= 1,2
E220216804	Nickel	44,8	mg/kg MS	<= 37
E220216804	Zinc	379,5	mg/kg MS	<= 276
E220216812	Cadmium	1,91	mg/kg MS	<= 1,2
E220216812	Nickel	43,7	mg/kg MS	<= 37
E220216812	Zinc	362,9	mg/kg MS	<= 276
E220216813	Nickel	41,1	mg/kg MS	<= 37
E220216814	Nickel	37,8	mg/kg MS	<= 37
E220216815	Nickel	38,7	mg/kg MS	<= 37
E220216817	Arsenic	26,00	mg/kg MS	<= 25
E220216817	Nickel	38,5	mg/kg MS	<= 37

Réf Client : Amont 1

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 004

Prélevé le : 09/02/2022 14:15

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216804

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	0,94 LQ=0.3	g/kg	3,3	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,42	g(P)/kg MB	1,51 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	0,83	mg/kg MB	2,95 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,23					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1230	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,0 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,05	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	41,21	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	31,89	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	20,06	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	3,79	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	44,26	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	76,15	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	23,85	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	28,06 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,1	g(C)/kg	29 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	9001,9	mg/kg MB	32081 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	5,050	mg/kg MB	18,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22

Réf Client : Amont 1 | N° échantillon Inovalys : E220216804

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,568	mg/kg MB	2,02 LQ=0.1	mg/kg MS	≤ 1,2	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Chrome n° Sandre : 1389	14,331	mg/kg MB	51,1 LQ=0.5	mg/kg MS	≤ 90	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	9,015	mg/kg MB	32,1 LQ=0.5	mg/kg MS	≤ 45	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	15	mg/kg MB	54 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercuré n° Sandre : 1387	0,037	mg/kg MB	0,131 LQ=0.010	mg/kg MS	≤ 0,4	Méthode interne N-EAUX/M/060 Méthode interne N-ESOL/M/050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral° Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	12,577	mg/kg MB	44,8 LQ=0.5	mg/kg MS	≤ 37	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	11,285	mg/kg MB	40,2 LQ=1	mg/kg MS	≤ 100	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	106,488	mg/kg MB	379,5 LQ=2	mg/kg MS	≤ 276	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	1,0	µg/kg MB	3,7 LQ=2	µg/kg MS	≤ 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,74	µg/kg MB	2,6 LQ=1	µg/kg MS	≤ 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,6	µg/kg MB	5,7 LQ=3	µg/kg MS	≤ 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	21	µg/kg MB	75 LQ=1	µg/kg MS	≤ 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	15	µg/kg MB	52 LQ=1	µg/kg MS	≤ 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	20	µg/kg MB	70 LQ=1	µg/kg MS	≤ 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	8,0	µg/kg MB	28 LQ=1	µg/kg MS	≤ 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	8,3	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	≤ 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	1,2	µg/kg MB	4,2 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	19	µg/kg MB	68 LQ=1	µg/kg MS	≤ 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,7	µg/kg MB	9,8 LQ=1	µg/kg MS	≤ 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	30	µg/kg MB	105 LQ=1	µg/kg MS	≤ 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	2,1	µg/kg MB	7,5 LQ=2	µg/kg MS	≤ 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	7,7	µg/kg MB	27 LQ=2	µg/kg MS	≤ 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	2,3	µg/kg MB	8,1 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	4,3	µg/kg MB	15 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	4,7	µg/kg MB	17 LQ=2	µg/kg MS	≤ 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : Amont 1 | N° échantillon Inovalys : E220216804

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	9,1	µg/kg MB	32 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Pyrène n° Sandre : 1537	26	µg/kg MB	91 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	0,43	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,56	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,56	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	0,43	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,86	µg/kg MB	3,0	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US- EPA) n° Sandre : 6136	175	µg/kg MB	625	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<8,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<8,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<8,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : Amont 2

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 005

Prélevé le : 09/02/2022 14:30

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216812

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			30 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,04 LQ=0.3	g/kg	3,3	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,43	g(P)/kg MB	1,37 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	0,85	mg/kg MB	2,74 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,24					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1240	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,7 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,25	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	40,50	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	31,48	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	20,54	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	4,23	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	43,75	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	75,23	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	24,77	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	31,10 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	9,3	g(C)/kg	30 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	9451,1	mg/kg MB	30389 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	5,290	mg/kg MB	17,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,594	mg/kg MB	1,91 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22

Réf Client : Amont 2 | N° échantillon Inovalys : E220216812

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	15,199	mg/kg MB	48,9 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	9,847	mg/kg MB	31,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	16	mg/kg MB	51 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,044	mg/kg MB	0,141 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M/060 Méthode interne N-ESOL/M/050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	13,594	mg/kg MB	43,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	11,550	mg/kg MB	37,1 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	112,865	mg/kg MB	362,9 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,92	µg/kg MB	2,9 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,57	µg/kg MB	1,8 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,5	µg/kg MB	4,9 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	15	µg/kg MB	50 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	13	µg/kg MB	43 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	18	µg/kg MB	58 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	7,3	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	7,6	µg/kg MB	24 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	1,1	µg/kg MB	3,5 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	15	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,5	µg/kg MB	8,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	24	µg/kg MB	76 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,5	µg/kg MB	4,8 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	7,3	µg/kg MB	23 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,9	µg/kg MB	6,1 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	3,9	µg/kg MB	12 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	4,9	µg/kg MB	16 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	9,0	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : Amont 2 | N° échantillon Inovalys : E220216812

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	21	µg/kg MB	67 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	0,32	µg/kg MB	1,0 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,62	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,62	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	0,41	µg/kg MB	1,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,73	µg/kg MB	2,3	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	149	µg/kg MB	480	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<9,3	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<9,3	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<9,3	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : Amont 3

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 006

Prélevé le : 09/02/2022 14:45

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216813

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse			
	brut		sec							
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22			
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22			
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	0,95 LQ=0.3	g/kg	3,0	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22			
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,38	g(P)/kg MB	1,20 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22			
N Etain n° Sandre : 1380	1,06	mg/kg MB	3,36 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22			
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien										
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui									
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,27					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22			
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1270 g/kg MB					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22			
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264	91,2 LQ=0.1				%	Méthode interne Gravimétrie	14/02/22			
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	5,60				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	49,04				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	28,27				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	12,90				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	4,19				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	54,64				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	82,91				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	17,09				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	31,40 LQ=0.10				%	Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22			
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,3				g(C)/kg	23 LQ=1	g(C)/kg	NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22	
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11685,5				mg/kg MB	37215 LQ=400	mg/kg MS	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22	
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié										
N* Arsenic n° Sandre : 1369	6,590				mg/kg MB	21,00 LQ=0.50	mg/kg MS	<= 25	Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,233				mg/kg MB	0,74 LQ=0.1	mg/kg MS	<= 1,2	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22

Réf Client : Amont 3 | N° échantillon Inovalys : E220216813

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	18,326	mg/kg MB	58,4 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,429	mg/kg MB	23,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	19	mg/kg MB	61 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,035	mg/kg MB	0,112 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	12,918	mg/kg MB	41,1 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	12,511	mg/kg MB	39,8 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	85,952	mg/kg MB	273,7 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	<0,63	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,38	µg/kg MB	1,2 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,5	µg/kg MB	4,7 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	8,6	µg/kg MB	27 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	9,9	µg/kg MB	32 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	14	µg/kg MB	46 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,1	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	7,0	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,70	µg/kg MB	2,2 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	7,3	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,3	µg/kg MB	7,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	16	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,6	µg/kg MB	5,1 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,7	µg/kg MB	21 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,3	µg/kg MB	4,1 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,0	µg/kg MB	6,2 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,1	µg/kg MB	6,7 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	6,7	µg/kg MB	21 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : Amont 3 | N° échantillon Inovalys : E220216813

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	13	µg/kg MB	41 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,63	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,63	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,31	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	103	µg/kg MB	328	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<9,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<9,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<9,4	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : Aval 1

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 007

Prélevé le : 09/02/2022 09:40

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216814

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,19 LQ=0.3	g/kg	4,2	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,30	g(P)/kg MB	1,06 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,19	mg/kg MB	4,18 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,22					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1220	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			100,0 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,74	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	57,76	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	29,08	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	9,32	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	0,10	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	61,50	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	90,58	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	9,42	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	28,35 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,8	g(C)/kg	31 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11748,7	mg/kg MB	41442 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	6,800	mg/kg MB	24,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,101	mg/kg MB	0,36 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22

Réf Client : Aval 1 | N° échantillon Inovalys : E220216814

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	18,964	mg/kg MB	66,9 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,137	mg/kg MB	25,2 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	19	mg/kg MB	68 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,028	mg/kg MB	0,098 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,719	mg/kg MB	37,8 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	14,019	mg/kg MB	49,4 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	62,266	mg/kg MB	219,6 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	0,67	µg/kg MB	2,3 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,32	µg/kg MB	1,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,2	µg/kg MB	4,1 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	6,7	µg/kg MB	24 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	7,2	µg/kg MB	25 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	13	µg/kg MB	47 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	5,7	µg/kg MB	20 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	5,4	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,75	µg/kg MB	2,7 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	6,2	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	1,2	µg/kg MB	4,4 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	10	µg/kg MB	37 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,9	µg/kg MB	6,5 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	5,4	µg/kg MB	19 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,0	µg/kg MB	3,6 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,0	µg/kg MB	7,0 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,6	µg/kg MB	5,5 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	5,2	µg/kg MB	18 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : Aval 1 | N° échantillon Inovalys : E220216814

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	10	µg/kg MB	37 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,57	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,57	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,28	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	83	µg/kg MB	292	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<8,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<8,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<8,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : Aval 2

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 008

Prélevé le : 09/02/2022 09:50

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216815

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,20 LQ=0.3	g/kg	4,1	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,30	g(P)/kg MB	1,03 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,27	mg/kg MB	4,38 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,20					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1200	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,6 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,94	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	57,47	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	28,62	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	9,33	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	0,65	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	61,41	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	90,03	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	9,98	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	28,97 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,2	g(C)/kg	28 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	12245,4	mg/kg MB	42269 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	6,660	mg/kg MB	23,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,106	mg/kg MB	0,37 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22

Réf Client : Aval 2 | N° échantillon Inovalys : E220216815

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	19,611	mg/kg MB	67,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,452	mg/kg MB	25,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	20	mg/kg MB	68 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,029	mg/kg MB	0,101 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	11,199	mg/kg MB	38,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	14,388	mg/kg MB	49,7 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	65,918	mg/kg MB	227,5 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,65	µg/kg MB	2,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,35	µg/kg MB	1,2 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,1	µg/kg MB	3,9 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	7,6	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	8,6	µg/kg MB	30 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	16	µg/kg MB	55 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,8	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	6,7	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,71	µg/kg MB	2,4 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	7,7	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	1,5	µg/kg MB	5,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	14	µg/kg MB	50 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,3	µg/kg MB	4,5 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,2	µg/kg MB	22 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,1	µg/kg MB	3,9 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,3	µg/kg MB	7,9 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,3	µg/kg MB	8,1 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	6,1	µg/kg MB	21 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : Aval 2 | N° échantillon Inovalys : E220216815

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	12	µg/kg MB	43 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,58	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,58	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,29	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US- EPA) n° Sandre : 6136	100	µg/kg MB	344	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<8,7	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<8,7	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<8,7	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : Aval 3

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 009

Prélevé le : 09/02/2022 10:05

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216816

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	15/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,05 LQ=0.3	g/kg	3,3	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,29	g(P)/kg MB	0,92 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,35	mg/kg MB	4,27 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,19					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1190	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,7 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	5,16	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	58,38	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	27,55	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	7,98	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	0,85	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	63,54	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	91,09	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	8,83	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	31,67 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,4	g(C)/kg	23 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	17/02/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	12628,2	mg/kg MB	39874 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	7,280	mg/kg MB	23,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,090	mg/kg MB	0,28 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	17/02/22

Réf Client : Aval 3 | N° échantillon Inovalys : E220216816

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	20,461	mg/kg MB	64,6 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,278	mg/kg MB	23,0 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	21	mg/kg MB	66 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,037	mg/kg MB	0,117 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	15/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	11,057	mg/kg MB	34,9 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	14,727	mg/kg MB	46,5 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	63,836	mg/kg MB	201,6 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	17/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,64	µg/kg MB	2,0 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,35	µg/kg MB	1,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,4	µg/kg MB	4,6 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	9,7	µg/kg MB	31 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	10	µg/kg MB	33 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	14	µg/kg MB	45 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,4	µg/kg MB	20 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	7,1	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,84	µg/kg MB	2,6 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	9,2	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,5	µg/kg MB	8,0 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	16	µg/kg MB	50 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,3	µg/kg MB	4,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	7,4	µg/kg MB	23 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,2	µg/kg MB	3,9 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,1	µg/kg MB	6,6 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,7	µg/kg MB	5,3 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	6,6	µg/kg MB	21 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : Aval 3 | N° échantillon Inovalys : E220216816

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	13	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,63	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,63	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,32	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US- EPA) n° Sandre : 6136	108	µg/kg MB	340	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<9,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<9,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<9,5	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : VR 123

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 010

Prélevé le : 09/02/2022 10:25

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216817

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			61 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,09 LQ=0.3	g/kg	4,1	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,32	g(P)/kg MB	1,23 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	0,99	mg/kg MB	3,75 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,21					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1210	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			100,0 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	4,18	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	57,79	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	27,97	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	9,37	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	0,69	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	61,97	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	89,94	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	10,06	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	26,33 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	9,0	g(C)/kg	34 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11052,5	mg/kg MB	41977 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	6,850	mg/kg MB	26,00 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,071	mg/kg MB	0,27 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : VR 123 | N° échantillon Inovalys : E220216817

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	18,050	mg/kg MB	68,6 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,140	mg/kg MB	27,1 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	19	mg/kg MB	72 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,027	mg/kg MB	0,101 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,146	mg/kg MB	38,5 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	12,612	mg/kg MB	47,9 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	64,310	mg/kg MB	244,2 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,55	µg/kg MB	2,1 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,38	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,2	µg/kg MB	4,4 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	7,3	µg/kg MB	28 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	7,4	µg/kg MB	28 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	10	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	4,4	µg/kg MB	17 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	4,9	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,71	µg/kg MB	2,7 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	7,0	µg/kg MB	27 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	1,8	µg/kg MB	6,8 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	13	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,3	µg/kg MB	5,1 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	5,2	µg/kg MB	20 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,1	µg/kg MB	4,2 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,6	µg/kg MB	10,0 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,2	µg/kg MB	8,3 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	5,9	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : VR 123 | N° échantillon Inovalys : E220216817

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	11	µg/kg MB	43 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,53	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,53	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,26	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US- EPA) n° Sandre : 6136	84	µg/kg MB	320	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<7,9	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<7,9	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<7,9	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : ECLI 123

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 011

Prélevé le : 09/02/2022 09:20

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216818

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse			
	brut		sec							
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	21/02/22			
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			161 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22			
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,03 LQ=0.3	g/kg	4,3	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22			
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,28	g(P)/kg MB	1,18 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22			
N Etain n° Sandre : 1380	0,82	mg/kg MB	3,42 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22			
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien										
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui									
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,17					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22			
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1170 g/kg MB					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22			
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264	100,0 LQ=0.1				%	Méthode interne Gravimétrie	14/02/22			
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,57				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	57,73				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	28,47				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	9,94				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	0,30				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	61,30				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	89,77				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	10,24				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22			
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	23,94 LQ=0.10				%	Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22			
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,2				g(C)/kg	30 LQ=1	g(C)/kg	NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22	
N* Aluminium n° Sandre : 1370	9286,0				mg/kg MB	38789 LQ=400	mg/kg MS	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22	
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié										
N* Arsenic n° Sandre : 1369	5,990				mg/kg MB	25,00 LQ=0.50	mg/kg MS	<= 25	Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,070				mg/kg MB	0,29 LQ=0.1	mg/kg MS	<= 1,2	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : ECLI 123 | N° échantillon Inovalys : E220216818

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	15,235	mg/kg MB	63,6 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	6,243	mg/kg MB	26,1 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	15	mg/kg MB	64 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,022	mg/kg MB	0,094 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	8,840	mg/kg MB	36,9 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	10,657	mg/kg MB	44,5 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	56,894	mg/kg MB	237,7 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,55	µg/kg MB	2,3 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,36	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,4	µg/kg MB	5,8 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	9,6	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	6,0	µg/kg MB	25 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	9,4	µg/kg MB	39 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	4,1	µg/kg MB	17 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	4,6	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,80	µg/kg MB	3,3 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	8,9	µg/kg MB	37 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	1,7	µg/kg MB	6,9 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	17	µg/kg MB	70 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,5	µg/kg MB	6,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	4,8	µg/kg MB	20 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,3	µg/kg MB	5,4 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	3,2	µg/kg MB	13 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,5	µg/kg MB	10 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	7,9	µg/kg MB	33 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : ECLI 123 | N° échantillon Inovalys : E220216818

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	15	µg/kg MB	64 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,48	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,48	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,24	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	95	µg/kg MB	398	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<7,2	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<7,2	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<7,2	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : TREHU 1

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 012

Prélevé le : 09/02/2022 10:30

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216819

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			61 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,18 LQ=0.3	g/kg	3,4	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,37	g(P)/kg MB	1,05 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,00	mg/kg MB	2,87 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,25					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1250	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,6 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	4,04	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	46,07	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	31,46	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	15,94	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	2,50	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	50,11	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	81,57	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	18,44	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	35,01 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	9,3	g(C)/kg	27 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11659,5	mg/kg MB	33303 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,770	mg/kg MB	2,20 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,100	mg/kg MB	0,29 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : TREHU 1 | N° échantillon Inovalys : E220216819

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	19,782	mg/kg MB	56,5 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,589	mg/kg MB	21,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	20	mg/kg MB	58 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,030	mg/kg MB	0,086 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	11,116	mg/kg MB	31,8 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	13,484	mg/kg MB	38,5 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	72,273	mg/kg MB	206,4 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	1,1	µg/kg MB	3,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,90	µg/kg MB	2,6 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	2,0	µg/kg MB	5,6 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	11	µg/kg MB	31 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	14	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	19	µg/kg MB	53 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	7,5	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	9,3	µg/kg MB	27 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Biphényl n° Sandre : 1584	0,83	µg/kg MB	2,4 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	9,0	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	3,1	µg/kg MB	8,8 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	19	µg/kg MB	53 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	2,1	µg/kg MB	6,0 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	9,7	µg/kg MB	28 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,5	µg/kg MB	4,3 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,6	µg/kg MB	7,5 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,3	µg/kg MB	6,5 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	7,5	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22

Réf Client : TREHU 1 | N° échantillon Inovalys : E220216819

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	16	µg/kg MB	46 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,70	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,70	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,35	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	10/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	10/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	133	µg/kg MB	379	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	10/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<11	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<11	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<11	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : TREHU 3

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 014

Prélevé le : 09/02/2022 10:50

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216820

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,12 LQ=0.3	g/kg	2,7	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,38	g(P)/kg MB	0,92 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,05	mg/kg MB	2,53 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,31					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1310	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,4 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,60	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	40,78	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	29,27	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	22,43	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	3,92	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	44,38	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	73,65	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	26,35	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	41,28 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,6	g(C)/kg	21 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11112,6	mg/kg MB	26920 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,743	mg/kg MB	1,80 LQ=0.50	mg/kg MS		<= 25 Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,105	mg/kg MB	0,25 LQ=0.1	mg/kg MS		<= 1,2 Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : TREHU 3 | N° échantillon Inovalys : E22016820

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	19,836	mg/kg MB	48,1 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,411	mg/kg MB	18,0 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	20	mg/kg MB	49 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,032	mg/kg MB	0,077 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M/060 Méthode interne N-ESOL/M/050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,868	mg/kg MB	26,3 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	13,346	mg/kg MB	32,3 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	75,400	mg/kg MB	182,7 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	1,4	µg/kg MB	3,4 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,46	µg/kg MB	1,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	2,1	µg/kg MB	5,2 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	11	µg/kg MB	27 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	13	µg/kg MB	30 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	15	µg/kg MB	38 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,3	µg/kg MB	15 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	5,4	µg/kg MB	13 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,71	µg/kg MB	1,7 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	9,2	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,2	µg/kg MB	5,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	20	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	2,0	µg/kg MB	4,8 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,3	µg/kg MB	15 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,3	µg/kg MB	3,2 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,2	µg/kg MB	5,4 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,1	µg/kg MB	5,1 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	11	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : TREHU 3 | N° échantillon Inovalys : E220216820

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	16	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,83	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,83	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,41	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US- EPA) n° Sandre : 6136	124	µg/kg MB	301	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : TREHI 34

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 016

Prélevé le : 09/02/2022 12:20

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216821

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,06 LQ=0.3	g/kg	3,2	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,30	g(P)/kg MB	0,93 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	0,90	mg/kg MB	2,76 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,27					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1270	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			100,0 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,28	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	46,14	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	31,89	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	17,67	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	1,03	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	49,42	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	81,31	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	18,70	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	32,58 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,9	g(C)/kg	24 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	10413,2	mg/kg MB	31962 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,619	mg/kg MB	1,90 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,073	mg/kg MB	0,23 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : TREHI 34 | N° échantillon Inovalys : E220216821

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	17,328	mg/kg MB	53,2 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	6,457	mg/kg MB	19,8 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	17	mg/kg MB	53 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,026	mg/kg MB	0,080 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	9,348	mg/kg MB	28,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	11,505	mg/kg MB	35,3 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	61,673	mg/kg MB	189,3 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	0,80	µg/kg MB	2,5 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,43	µg/kg MB	1,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,4	µg/kg MB	4,3 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	9,7	µg/kg MB	30 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	11	µg/kg MB	34 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	15	µg/kg MB	46 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,3	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	5,3	µg/kg MB	16 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,57	µg/kg MB	1,7 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	8,0	µg/kg MB	25 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,1	µg/kg MB	6,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	16	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,4	µg/kg MB	4,3 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,3	µg/kg MB	19 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,2	µg/kg MB	3,6 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	1,8	µg/kg MB	5,6 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,7	µg/kg MB	5,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	6,3	µg/kg MB	19 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : TREHI 34 | N° échantillon Inovalys : E220216821

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	13	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,65	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,65	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,33	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	105	µg/kg MB	322	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<9,8	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<9,8	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<9,8	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : TREHI 56

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 017

Prélevé le : 09/02/2022 11:30

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216822

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse	
	brut		sec					
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22	
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22	
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,05 LQ=0.3	g/kg	2,7	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22	
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,34	g(P)/kg MB	0,86 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22	
N Etain n° Sandre : 1380	0,96	mg/kg MB	2,43 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22	
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien								
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui							
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,33					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22	
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1330		g/kg MB			Méthode interne Gravimétrie	11/02/22	
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,6 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22	
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,41		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	38,71		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	31,20		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	23,25		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	3,43		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	42,12		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	73,32		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	26,68		%			ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22	
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	39,29 LQ=0.10		%			Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22	
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,8		g(C)/kg	20 LQ=1	g(C)/kg	NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22	
N* Aluminium n° Sandre : 1370	10448,8		mg/kg MB	26594 LQ=400	mg/kg MS	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22	
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié								
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,668		mg/kg MB	1,70 LQ=0.50	mg/kg MS	<= 25 	Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,096		mg/kg MB	0,24 LQ=0.1	mg/kg MS	<= 1,2 	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : TREHI 56 | N° échantillon Inovalys : E220216822

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	17,976	mg/kg MB	45,8 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	6,810	mg/kg MB	17,3 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	18	mg/kg MB	47 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,029	mg/kg MB	0,075 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M/060 Méthode interne N-ESOL/M/050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	9,601	mg/kg MB	24,4 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	11,840	mg/kg MB	30,1 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	64,897	mg/kg MB	165,2 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	0,80	µg/kg MB	2,0 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,52	µg/kg MB	1,3 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,9	µg/kg MB	4,9 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	10	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	12	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	16	µg/kg MB	40 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,8	µg/kg MB	17 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	5,2	µg/kg MB	13 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,60	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	8,8	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,0	µg/kg MB	5,2 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	17	µg/kg MB	44 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,5	µg/kg MB	3,9 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,0	µg/kg MB	15 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,3	µg/kg MB	3,2 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	1,9	µg/kg MB	4,9 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,7	µg/kg MB	4,4 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	6,8	µg/kg MB	17 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

Réf Client : TREHI 56 | N° échantillon Inovalys : E220216822

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	14	µg/kg MB	34 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,79	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,79	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,39	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	110	µg/kg MB	280	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : ESTU 1

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 018

Prélevé le : 09/02/2022 12:00

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216823

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse		
	brut		sec						
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22		
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22		
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,12 LQ=0.3	g/kg	2,8	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22		
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,35	g(P)/kg MB	0,88 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22		
N Etain n° Sandre : 1380	1,05	mg/kg MB	2,64 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22		
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien									
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui								
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,34					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22		
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1340 g/kg MB					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22		
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264	99,8 LQ=0.1				%	Méthode interne Gravimétrie	14/02/22		
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,00				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	41,44				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	33,36				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	19,28				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	2,92				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	44,44				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	77,80				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	22,20				%	ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22		
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	39,64 LQ=0.10				%	Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22		
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,5 g(C)/kg				21 LQ=1	g(C)/kg	NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22	
N* Aluminium n° Sandre : 1370	10959,4				mg/kg MB	27647 LQ=400	mg/kg MS	Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié									
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,753				mg/kg MB	1,90 LQ=0.50	mg/kg MS	<= 25 Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,096				mg/kg MB	0,24 LQ=0.1	mg/kg MS	<= 1,2 Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : ESTU 1 | N° échantillon Inovalys : E220216823

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	18,875	mg/kg MB	47,6 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,056	mg/kg MB	17,8 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	19	mg/kg MB	48 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,030	mg/kg MB	0,076 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,087	mg/kg MB	25,4 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	12,736	mg/kg MB	32,1 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	69,157	mg/kg MB	174,5 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	1,2	µg/kg MB	2,9 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,44	µg/kg MB	1,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	1,9	µg/kg MB	4,8 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	12	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	12	µg/kg MB	30 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	15	µg/kg MB	38 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	6,4	µg/kg MB	16 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	4,8	µg/kg MB	12 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,68	µg/kg MB	1,7 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	9,2	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,0	µg/kg MB	5,0 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	20	µg/kg MB	51 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	1,6	µg/kg MB	4,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	6,0	µg/kg MB	15 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,4	µg/kg MB	3,4 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,1	µg/kg MB	5,2 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,9	µg/kg MB	4,8 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	8,8	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : ESTU 1 | N° échantillon Inovalys : E220216823

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	16	µg/kg MB	41 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,79	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,79	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,40	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	119	µg/kg MB	301	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<12	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : ESTU 2

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 019

Prélevé le : 09/02/2022 12:20

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216824

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,05 LQ=0.3	g/kg	2,2	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,40	g(P)/kg MB	0,85 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,04	mg/kg MB	2,22 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,37					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1370	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			100,0 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	2,69	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	34,42	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	30,74	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	27,18	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	4,98	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	37,11	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	67,85	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	32,16	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	46,86 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	7,4	g(C)/kg	16 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11496,1	mg/kg MB	24533 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,797	mg/kg MB	1,70 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,099	mg/kg MB	0,21 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : ESTU 2 | N° échantillon Inovalys : E220216824

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	19,888	mg/kg MB	42,4 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	6,880	mg/kg MB	14,7 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	20	mg/kg MB	43 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,031	mg/kg MB	0,067 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,418	mg/kg MB	22,2 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	12,667	mg/kg MB	27,0 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	73,666	mg/kg MB	157,2 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphtène n° Sandre : 1453	2,1	µg/kg MB	4,4 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,85	µg/kg MB	1,8 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	3,9	µg/kg MB	8,3 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	20	µg/kg MB	42 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	20	µg/kg MB	43 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	23	µg/kg MB	49 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	10	µg/kg MB	22 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	7,6	µg/kg MB	16 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,85	µg/kg MB	1,8 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	16	µg/kg MB	33 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	3,3	µg/kg MB	7,1 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	36	µg/kg MB	78 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	3,2	µg/kg MB	6,8 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	9,0	µg/kg MB	19 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	2,3	µg/kg MB	4,9 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	2,4	µg/kg MB	5,1 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	2,4	µg/kg MB	5,2 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	17	µg/kg MB	36 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : ESTU 2 | N° échantillon Inovalys : E220216824

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	29	µg/kg MB	62 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,94	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,94	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,47	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	204	µg/kg MB	435	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<14	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<14	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<14	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : ESTU 3

(Sédiments divers)

Descriptif client : 22 ST 020

Prélevé le : 09/02/2022 12:45

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220216825

Date de réception : 10/02/2022 08:30

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Prétraitement échantillon	Lyophilisation					NF EN ISO 16720	17/02/22
N Escherichia coli (NPP/microplaque) n° Sandre : 1449			< 15 LQ=15	/g		NF EN ISO 9308-3(T90-433) NPP en microplaque	11/02/22
N Azote Kjeldahl n° Sandre : 1319	1,04 LQ=0.3	g/kg	2,3	g/kg		NF EN 13342 (X33-009) Méthode Kjeldahl	16/02/22
N* Phosphore total n° Sandre : 1350	0,40	g(P)/kg MB	0,89 LQ=0.04	g(P)/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
N Etain n° Sandre : 1380	1,03	mg/kg MB	2,32 LQ=0.5	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	17/02/22
Caractérisation physique sédiment marin ou estuarien							
Forfait base "métaux" (par échantillon)	Oui						
N Densité apparente n° Sandre : 3398	1,40					Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N Masse volumique apparente n° Sandre : 7846	1400	g/kg MB				Méthode interne Gravimétrie	11/02/22
N particules : classe granulométrique : [0 à < 2000] µm (= fraction < 2 mm) n° Sandre : 6264			99,4 LQ=0.1	%		Méthode interne Gravimétrie	14/02/22
N* Particules : 0 à <2 µm (= argiles = AR) n° Sandre : 2842	3,37	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 2 à <20 µm (= limons fins = LF) n° Sandre : 2843	31,92	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 20 à <63 µm (= limons grossiers = LG) n° Sandre : 3054	28,31	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 63 à <200 µm (= sables fins = SF) n° Sandre : 7792	30,16	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Particules : 200 à <2000 µm (= sables grossiers = SG) n° Sandre : 2846	6,23	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <20 µm (= AR+LF) n° Sandre : 6228	35,29	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 0 à <63 µm (= "Vases" = AR+LF+LG) n° Sandre : 3047	63,60	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Cumul : 63 à <2000 µm (= "Sables" = SF+SG) n° Sandre : 7308	36,39	%				ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Courbes de Granulométrie LASER (0.1 à 2000 µm)	Voir graphique de répartition en annexe					ISO 13320 Diffraction Laser	15/03/22
N* Matières sèches (MS) n° Sandre : 7153	44,47 LQ=0.10	%				Méthode interne N-ESOL/M/014 Gravimétrie	11/02/22
N* Carbone organique total (COT) n° Sandre : 1841	8,5	g(C)/kg	19 LQ=1	g(C)/kg		NF EN 13137 (X30-404) Combustion sèche	03/03/22
N* Aluminium n° Sandre : 1370	11268,8	mg/kg MB	25340 LQ=400	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Arsenic n° Sandre : 1369	0,712	mg/kg MB	1,60 LQ=0.50	mg/kg MS		Méthode interne N-EAUX/M/013 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-MS	18/02/22
N* Cadmium n° Sandre : 1388	0,162	mg/kg MB	0,36 LQ=0.1	mg/kg MS		Méthode interne N-ESOL/M/058 Méthode interne N-ESOL/M/050-ICP-AES	23/02/22

Réf Client : ESTU 3 | N° échantillon Inovalys : E220216825

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Chrome n° Sandre : 1389	19,348	mg/kg MB	43,5 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 90	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Cuivre n° Sandre : 1392	7,949	mg/kg MB	17,9 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 45	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
Lithium							
A Lithium n° Sandre : 1364	19	mg/kg MB	43 LQ=5	mg/kg MS		NF EN ISO 17294-2 (T90-164) NF EN 16174-ICP-MS	21/02/22
8 ETM Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Mercure n° Sandre : 1387	0,036	mg/kg MB	0,082 LQ=0.010	mg/kg MS	<= 0,4	Méthode interne N-EAUX/M060 Méthode interne N-ESOL/M050-spectrométrie fluorescence atomique (minéral ^o Brome)	25/02/22
N* Nickel n° Sandre : 1386	10,955	mg/kg MB	24,6 LQ=0.5	mg/kg MS	<= 37	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Plomb n° Sandre : 1382	12,756	mg/kg MB	28,7 LQ=1	mg/kg MS	<= 100	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
N* Zinc n° Sandre : 1383	79,657	mg/kg MB	179,1 LQ=2	mg/kg MS	<= 276	Méthode interne N-ESOL/M058 Méthode interne N-ESOL/M050-ICP-AES	23/02/22
PCB, HPA et TBT (sédiments marins et estuariens) Arrêté du 9 août 2006 modifié							
N* Acénaphthène n° Sandre : 1453	1,3	µg/kg MB	3,0 LQ=2	µg/kg MS	<= 15	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Acénaphthylène n° Sandre : 1622	0,67	µg/kg MB	1,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 40	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Anthracène n° Sandre : 1458	2,1	µg/kg MB	4,7 LQ=3	µg/kg MS	<= 85	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (a) anthracène n° Sandre : 1082	13	µg/kg MB	29 LQ=1	µg/kg MS	<= 260	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(a) pyrène n° Sandre : 1115	14	µg/kg MB	32 LQ=1	µg/kg MS	<= 430	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (3,4)(b) fluoranthène n° Sandre : 1116	19	µg/kg MB	43 LQ=1	µg/kg MS	<= 400	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (11,12)(k) fluoranthène n° Sandre : 1117	8,1	µg/kg MB	18 LQ=1	µg/kg MS	<= 200	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Benzo (1,12)(ghi) pérylène n° Sandre : 1118	6,3	µg/kg MB	14 LQ=1	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Biphényle n° Sandre : 1584	0,72	µg/kg MB	1,6 LQ=1	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Chrysène n° Sandre : 1476	12	µg/kg MB	26 LQ=1	µg/kg MS	<= 380	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Dibenzo (ah) anthracène n° Sandre : 1621	2,4	µg/kg MB	5,5 LQ=1	µg/kg MS	<= 60	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluoranthène n° Sandre : 1191	23	µg/kg MB	52 LQ=1	µg/kg MS	<= 600	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Fluorène n° Sandre : 1623	2,0	µg/kg MB	4,4 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Indène (1,2,3-cd) pyrène n° Sandre : 1204	7,2	µg/kg MB	16 LQ=2	µg/kg MS	<= 1700	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Fluoranthène n° Sandre : 1619	1,6	µg/kg MB	3,6 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Méthyl (2) Naphtalène n° Sandre : 1618	1,8	µg/kg MB	4,0 LQ=2	µg/kg MS		PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Naphtalène n° Sandre : 1517	1,8	µg/kg MB	3,9 LQ=2	µg/kg MS	<= 160	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* Phénanthrène n° Sandre : 1524	10	µg/kg MB	23 LQ=1	µg/kg MS	<= 240	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais et prélèvements couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Le site Inovalys de réalisation des analyses est indiqué en début de ligne (A: Angers, M: Le Mans, N: Nantes, T: Tours, V: Vannes, L: Lorient) et § pour la sous-traitance. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 49 page(s).

Réf Client : ESTU 3 | N° échantillon Inovalys : E220216825

Paramètres	Résultats				Spécifications /sec	Méthode	Date analyse
	brut		sec				
N* Pyrène n° Sandre : 1537	19	µg/kg MB	42 LQ=1	µg/kg MS	<= 500	PR NF EN 17503 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°28 n° Sandre : 1239	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°52 n° Sandre : 1241	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 5	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°101 n° Sandre : 1242	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°118 n° Sandre : 1243	<0,89	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°138 n° Sandre : 1244	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°153 n° Sandre : 1245	<0,89	µg/kg MB	< 2 LQ=2	µg/kg MS	<= 20	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°180 n° Sandre : 1246	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS	<= 10	NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N* PCB n°194 n° Sandre : 1625	<0,44	µg/kg MB	< 1 LQ=1	µg/kg MS		NF EN 17322 Extraction sous pression à chaud-GC/MS/MS	01/03/22
N Somme 7 PCB quantifiés (28+52+101+118+138+153+180) n° Sandre : 7431	0,0000	µg/kg MB	0,0000	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N Somme des 16 HAP quantifiés (liste US-EPA) n° Sandre : 6136	142	µg/kg MB	320	µg/kg MS		Méthode interne (calcul) Calcul	01/03/22
N* Dibutylétain cation (= DBT) n° Sandre : 7074	<13	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Monobutylétain cation (= MBT) n° Sandre : 2542	<13	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS		XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22
N* Tributylétain cation (= TBT) n° Sandre : 2879	<13	µg/kg MB	< 30 LQ=30	µg/kg MS	<= 100	XP T90-250 Dérivation + L/L-GC/MS/MS	11/03/22

 Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement

Réf Client : TREHU 2

(Sédiments divers)

Descriptif client : Ouvert pendant le transport

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220217005

Date de réception : 10/02/2022 15:43

Paramètres	Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
	brut	sec			
Prélèvement de l'échantillon	Absence de prélèvement				

Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement



Réf Client : TREHI 12

(Sédiments divers)

Descriptif client : Ouvert pendant le transport

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E220217006

Date de réception : 10/02/2022 15:44

Paramètres	Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
	brut	sec			
Prélèvement de l'échantillon	Absence de prélèvement				

Approuvé le 18/03/2022 par Pierre ABASQ ,
 Responsable Labo. Biologie Environnement



Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216813
Référence Client Amont 3 - 22 ST 006
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 12:21:20

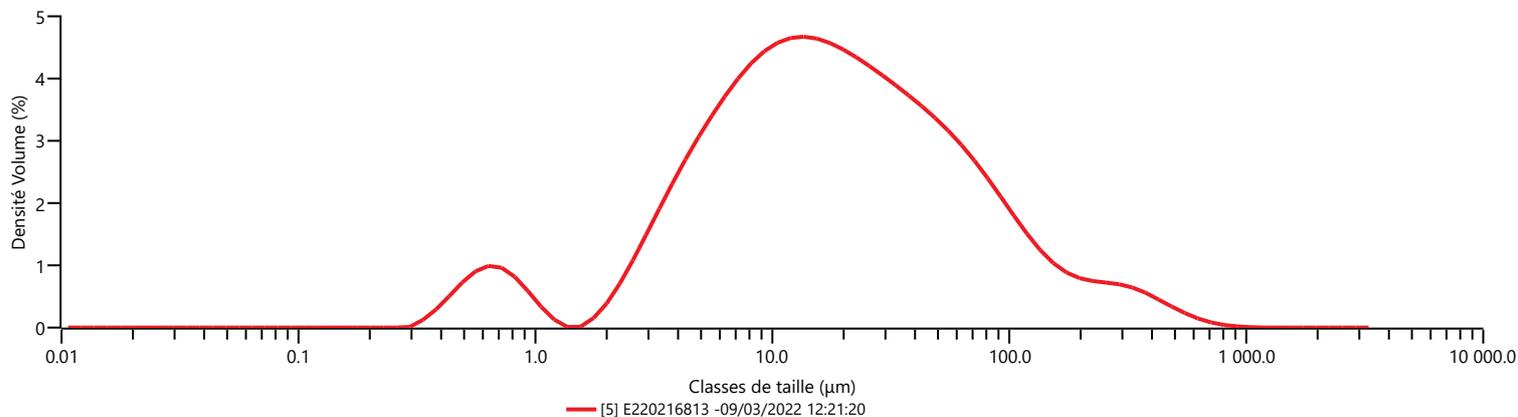
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 11.80 %

Résultats

Concentration 0.0147 %
Span (largeur de distribution) 5.512
Uniformité 2.047
Surface spécifique 1009 m²/kg
Résiduel 0.50 %
Résiduels pondérés 0.58 %
Dv (10) 3.53 µm
Dv (50) 17.1 µm
Dv (90) 97.8 µm
D [4;3] 42.8 µm
D [3;2] 5.95 µm
Dv (95) 172 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	5.60
2.00	49.04
20.0	28.27
63.0	12.90
200	4.19
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	5.60
20.0	54.64
63.0	82.91
200	95.81
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216814
Référence Client Aval 1 - 22 ST 007
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 13:08:15

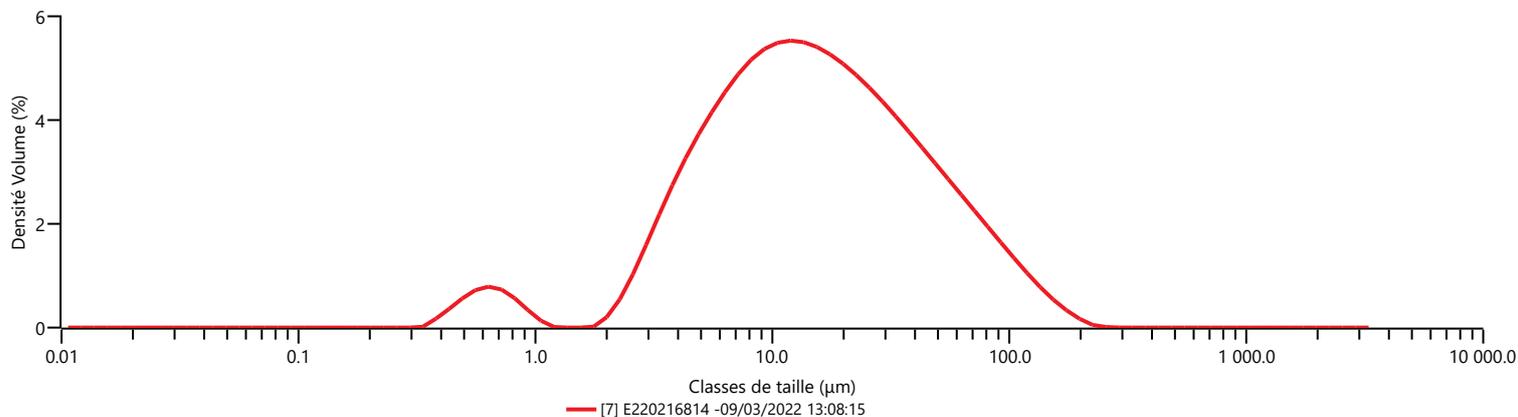
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 6.54 %

Résultats

Concentration 0.0075 %
Span (largeur de distribution) 3.970
Uniformité 1.236
Surface spécifique 908.4 m²/kg
Résiduel 0.38 %
Résiduels pondérés 0.51 %
Dv (10) 3.91 µm
Dv (50) 14.3 µm
Dv (90) 60.8 µm
D [4;3] 25.0 µm
D [3;2] 6.61 µm
Dv (95) 85.8 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.74
2.00	57.76
20.0	29.08
63.0	9.32
200	0.10
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.74
20.0	61.50
63.0	90.58
200	99.90
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216815
Référence Client Aval 2 - 22 ST 008
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 14:50:04

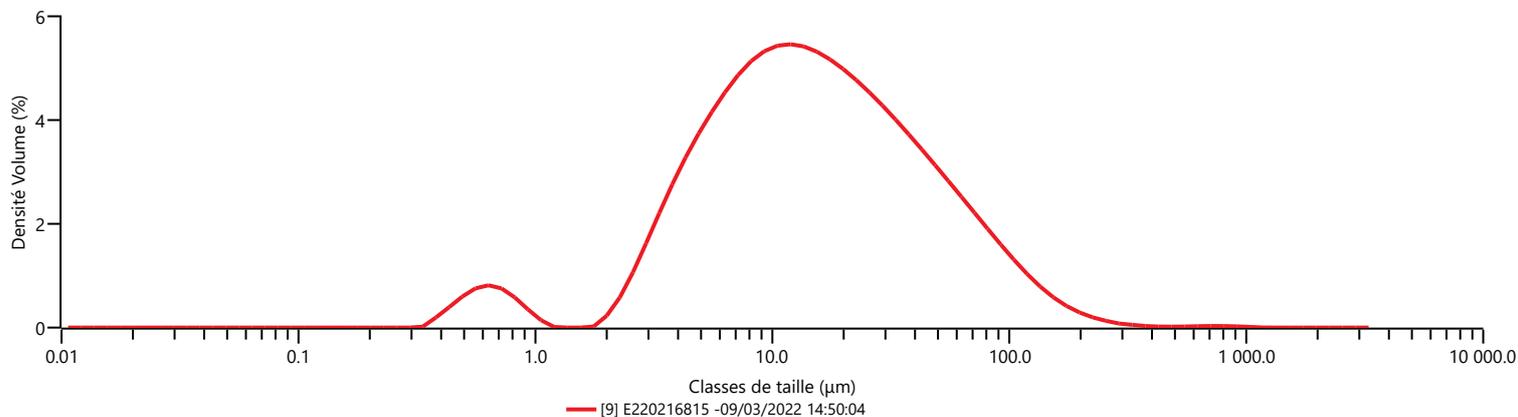
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 7.72 %

Résultats

Concentration 0.0089 %
Span (largeur de distribution) 4.133
Uniformité 1.388
Surface spécifique 928.9 m²/kg
Résiduel 0.33 %
Résiduels pondérés 0.45 %
Dv (10) 3.84 µm
Dv (50) 14.3 µm
Dv (90) 62.9 µm
D [4;3] 27.0 µm
D [3;2] 6.46 µm
Dv (95) 91.1 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.94
2.00	57.47
20.0	28.62
63.0	9.33
200	0.65
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.94
20.0	61.41
63.0	90.02
200	99.35
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216816
Référence Client Aval 3 - 22 ST 009
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 15:19:42

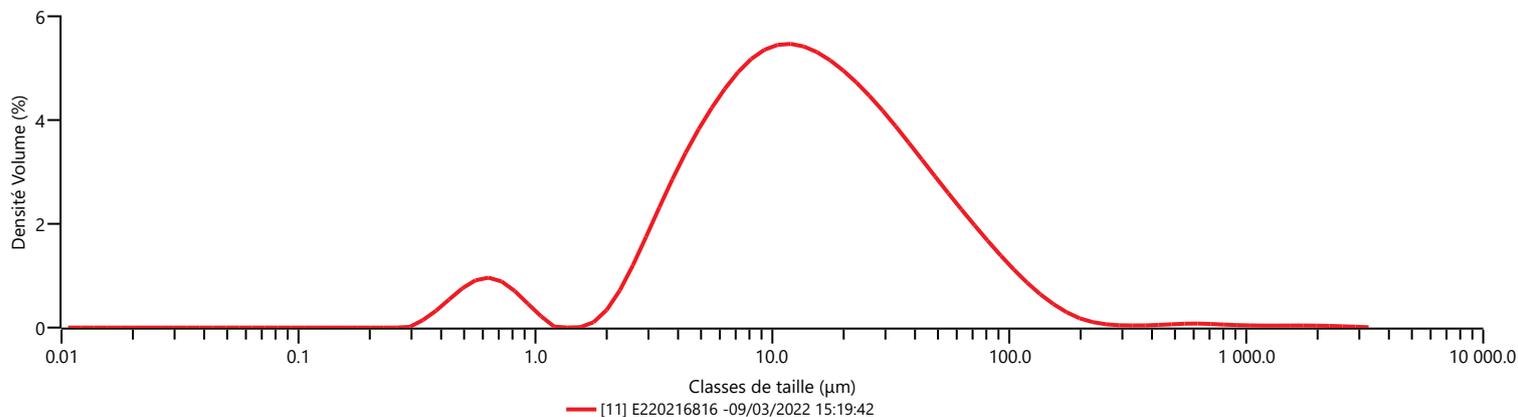
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 7.33 %

Résultats

Concentration 0.0079 %
Span (largeur de distribution) 4.098
Uniformité 1.769
Surface spécifique 1070 m²/kg
Résiduel 0.37 %
Résiduels pondérés 0.45 %
Dv (10) 3.49 μm
Dv (50) 13.4 μm
Dv (90) 58.6 μm
D [4;3] 30.5 μm
D [3;2] 5.61 μm
Dv (95) 86.2 μm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (μm)	% Volume Dans
0.0100	5.16
2.00	58.38
20.0	27.55
63.0	7.98
200	0.85
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (μm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	5.16
20.0	63.54
63.0	91.09
200	99.07
2000	99.92

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216817
Référence Client VR 123 - 22 ST 010
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 10:08:41

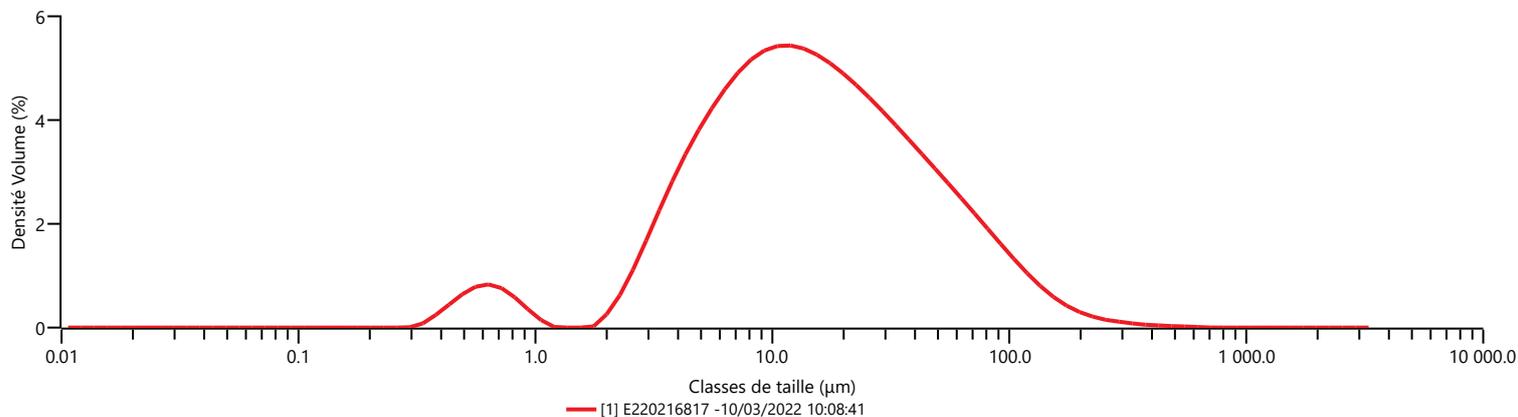
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 14.56 %

Résultats

Concentration 0.0171 %
Span (largeur de distribution) 4.247
Uniformité 1.394
Surface spécifique 967.6 m²/kg
Résiduel 0.37 %
Résiduels pondérés 0.45 %
Dv (10) 3.75 µm
Dv (50) 14.0 µm
Dv (90) 63.2 µm
D [4;3] 26.5 µm
D [3;2] 6.20 µm
Dv (95) 92.0 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	4.18
2.00	57.79
20.0	27.97
63.0	9.37
200	0.69
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	4.18
20.0	61.97
63.0	89.94
200	99.31
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216818
Référence Client ECLI 123 - 22 ST 0011
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 10:52:14

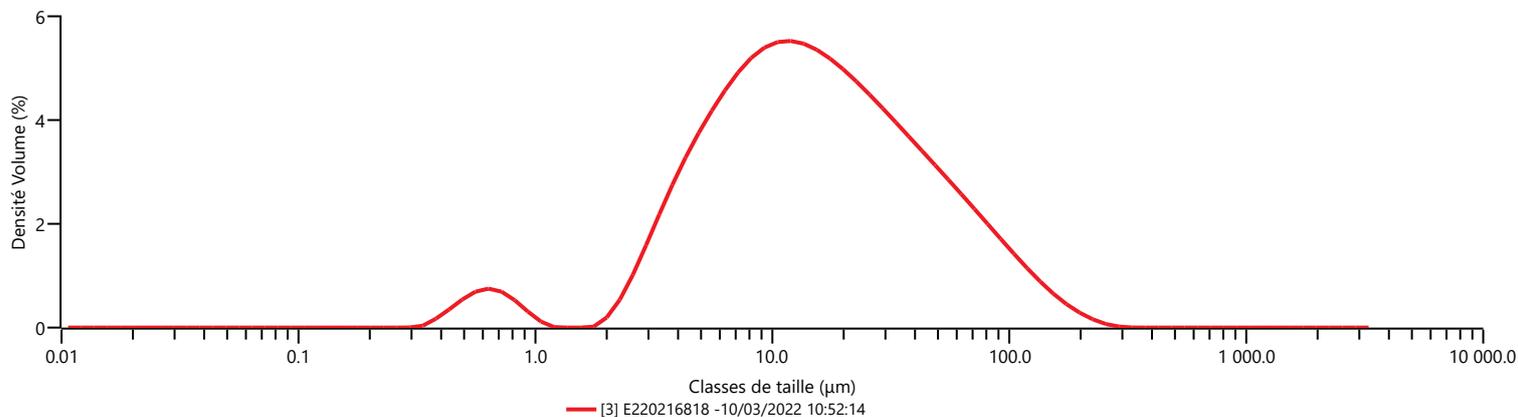
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 8.41 %

Résultats

Concentration 0.0099 %
Span (largeur de distribution) 4.175
Uniformité 1.308
Surface spécifique 894.7 m²/kg
Résiduel 0.42 %
Résiduels pondérés 0.52 %
Dv (10) 3.95 µm
Dv (50) 14.4 µm
Dv (90) 63.9 µm
D [4;3] 26.0 µm
D [3;2] 6.71 µm
Dv (95) 91.6 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.57
2.00	57.73
20.0	28.47
63.0	9.94
200	0.30
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.57
20.0	61.30
63.0	89.77
200	99.70
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216819
Référence Client TREHU 1 - 22 ST 012
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 11:36:58

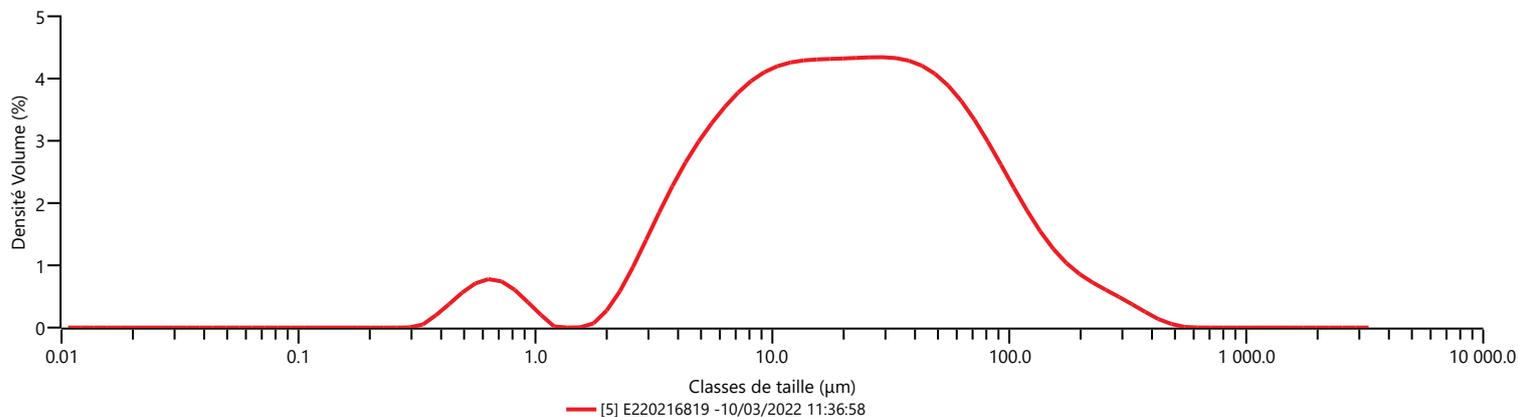
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 13.09 %

Résultats

Concentration 0.0178 %
Span (largeur de distribution) 4.592
Uniformité 1.536
Surface spécifique 847.6 m²/kg
Résiduel 0.32 %
Résiduels pondérés 0.40 %
Dv (10) 4.02 µm
Dv (50) 19.9 µm
Dv (90) 95.5 µm
D [4;3] 39.4 µm
D [3;2] 7.08 µm
Dv (95) 141 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	4.04
2.00	46.07
20.0	31.46
63.0	15.94
200	2.50
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	4.04
20.0	50.11
63.0	81.56
200	97.50
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216820
Référence Client TREHU 3 - 22 ST 014
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 12:41:18

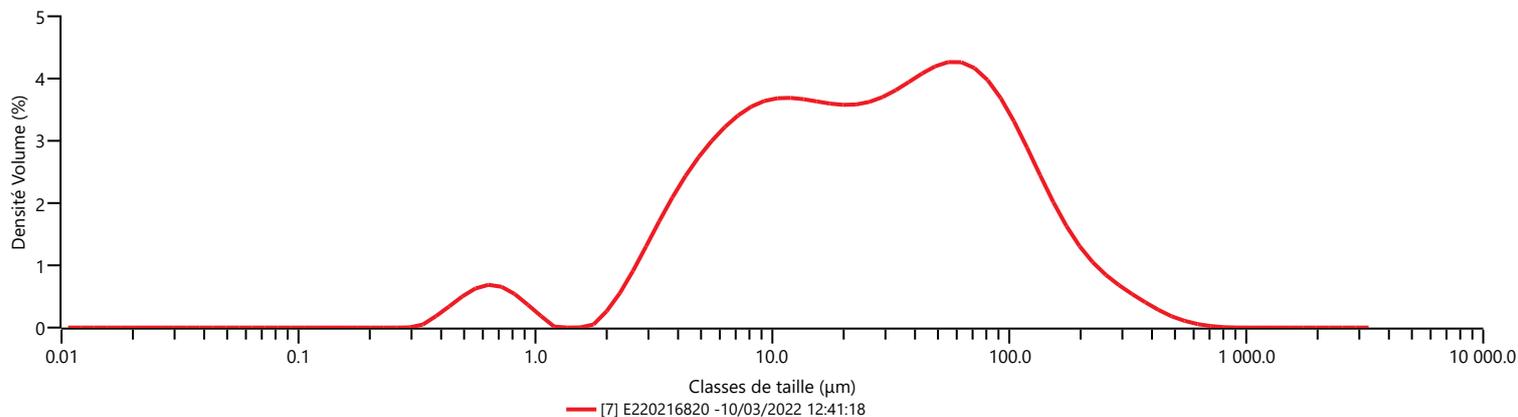
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 15.22 %

Résultats

Concentration 0.0231 %
Span (largeur de distribution) 4.716
Uniformité 1.584
Surface spécifique 766.4 m²/kg
Résiduel 0.33 %
Résiduels pondérés 0.38 %
Dv (10) 4.25 µm
Dv (50) 25.4 µm
Dv (90) 124 µm
D [4;3] 50.5 µm
D [3;2] 7.83 µm
Dv (95) 178 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.60
2.00	40.78
20.0	29.27
63.0	22.43
200	3.92
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.60
20.0	44.38
63.0	73.65
200	96.08
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216821
Référence Client TREHI 34 - 22 ST 016
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 13:51:47

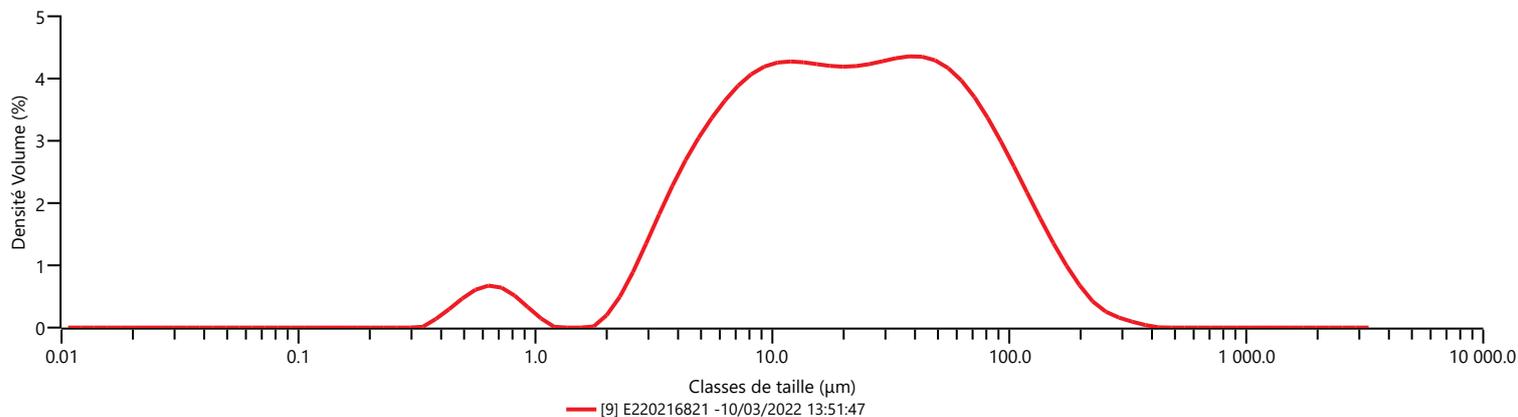
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 9.46 %

Résultats

Concentration 0.0130 %
Span (largeur de distribution) 4.294
Uniformité 1.360
Surface spécifique 774.1 m²/kg
Résiduel 0.51 %
Résiduels pondérés 0.60 %
Dv (10) 4.26 µm
Dv (50) 20.4 µm
Dv (90) 92.0 µm
D [4;3] 36.8 µm
D [3;2] 7.75 µm
Dv (95) 125 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.28
2.00	46.14
20.0	31.89
63.0	17.67
200	1.03
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.28
20.0	49.42
63.0	81.30
200	98.97
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216822
Référence Client TREHI 56 - 22 ST 017
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 14:39:22

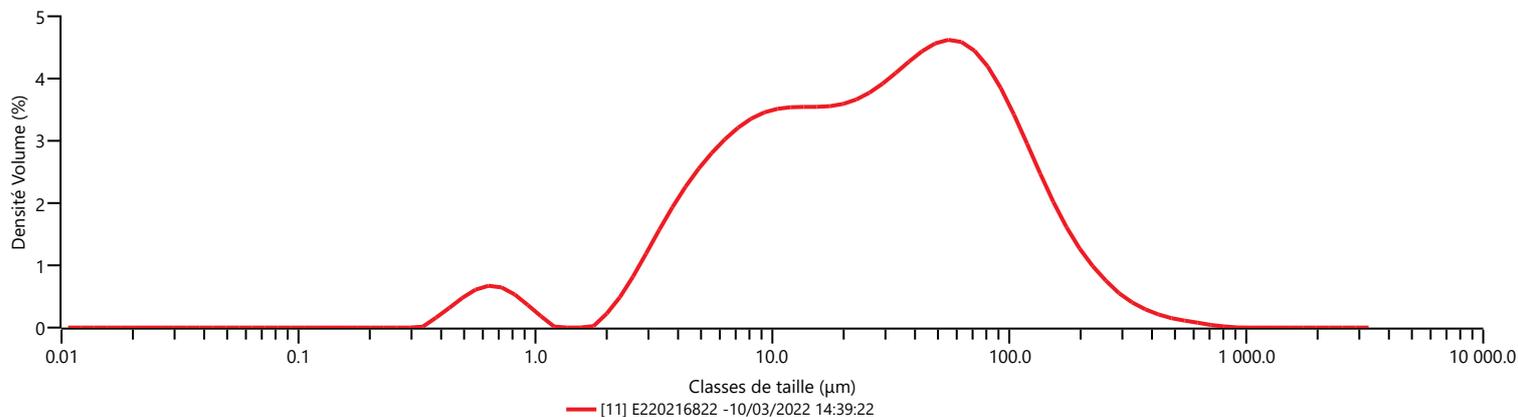
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 9.01 %

Résultats

Concentration 0.0139 %
Span (largeur de distribution) 4.206
Uniformité 1.418
Surface spécifique 726.7 m²/kg
Résiduel 0.42 %
Résiduels pondérés 0.48 %
Dv (10) 4.47 µm
Dv (50) 27.7 µm
Dv (90) 121 µm
D [4;3] 50.4 µm
D [3;2] 8.26 µm
Dv (95) 170 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.41
2.00	38.71
20.0	31.20
63.0	23.25
200	3.43
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.41
20.0	42.12
63.0	73.32
200	96.57
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216823
Référence Client ESTU 1 - 22 ST 018
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 15:24:34

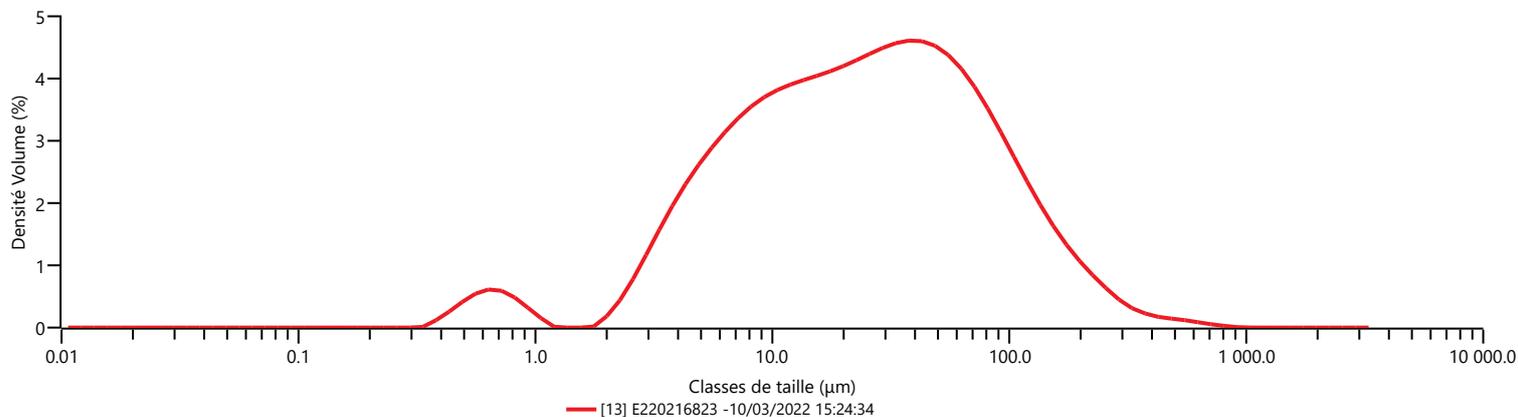
Détails de l'analyses

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 10.25 %

Résultats

Concentration 0.0157 %
Span (largeur de distribution) 4.251
Uniformité 1.438
Surface spécifique 701.0 m²/kg
Résiduel 0.54 %
Résiduels pondérés 0.63 %
Dv (10) 4.61 µm
Dv (50) 24.4 µm
Dv (90) 108 µm
D [4;3] 45.7 µm
D [3;2] 8.56 µm
Dv (95) 157 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.00
2.00	41.44
20.0	33.36
63.0	19.28
200	2.92
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.00
20.0	44.44
63.0	77.80
200	97.08
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216824
Référence Client ESTU 2 - 22 ST 019
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 10/03/2022 15:59:12

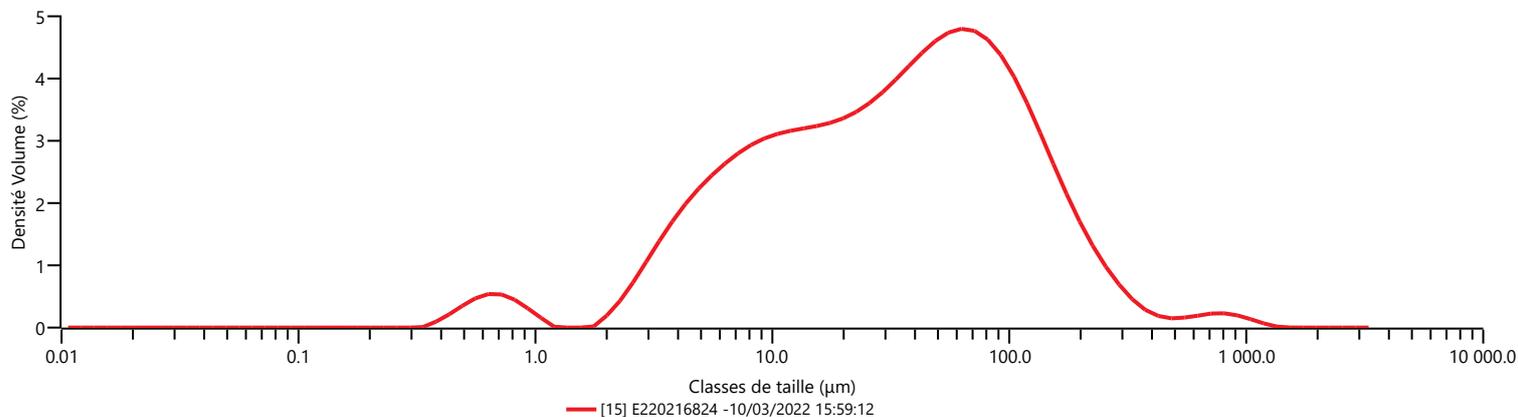
Détails de l'analyses

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 9.58 %

Résultats

Concentration 0.0166 %
Span (largeur de distribution) 4.002
Uniformité 1.453
Surface spécifique 614.1 m²/kg
Résiduel 0.40 %
Résiduels pondérés 0.47 %
Dv (10) 4.96 μm
Dv (50) 34.3 μm
Dv (90) 142 μm
D [4;3] 63.4 μm
D [3;2] 9.77 μm
Dv (95) 200 μm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (μm)	% Volume Dans
0.0100	2.69
2.00	34.42
20.0	30.74
63.0	27.18
200	4.98
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (μm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	2.69
20.0	37.11
63.0	67.85
200	95.02
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216825
Référence Client ESTU 3 - 22 ST 020
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 14/03/2022 09:48:50

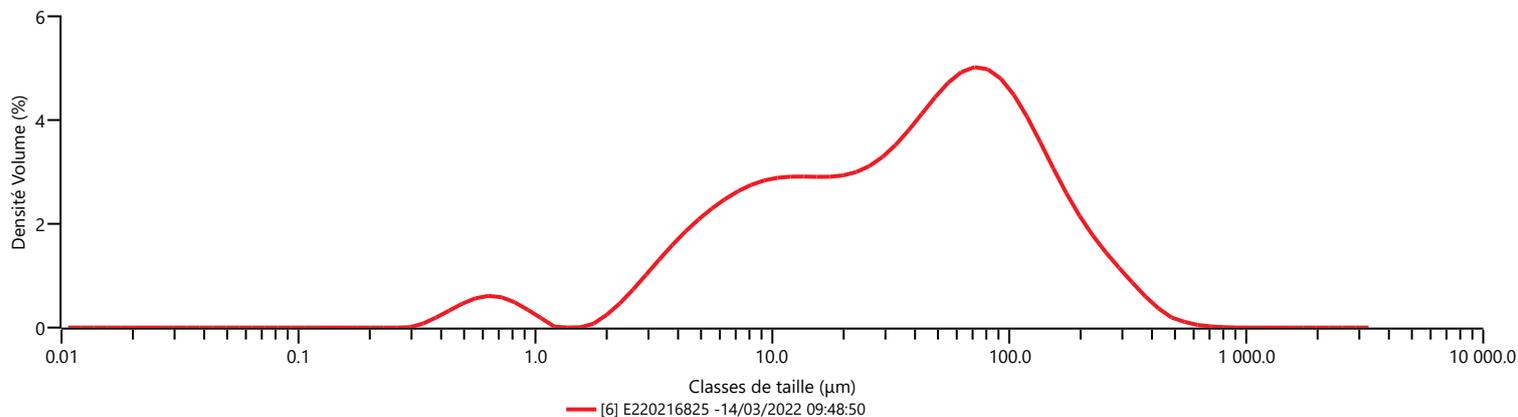
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 13.23 %

Résultats

Concentration 0.0241 %
Span (largeur de distribution) 3.889
Uniformité 1.275
Surface spécifique 669.4 m²/kg
Résiduel 0.41 %
Résiduels pondérés 0.46 %
Dv (10) 4.83 μm
Dv (50) 39.6 μm
Dv (90) 159 μm
D [4;3] 65.2 μm
D [3;2] 8.96 μm
Dv (95) 220 μm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (μm)	% Volume Dans
0.0100	3.37
2.00	31.92
20.0	28.31
63.0	30.16
200	6.23
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (μm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.37
20.0	35.29
63.0	63.60
200	93.77
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216804
Référence Client Amont 1 - 22 ST 004
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 09:38:55

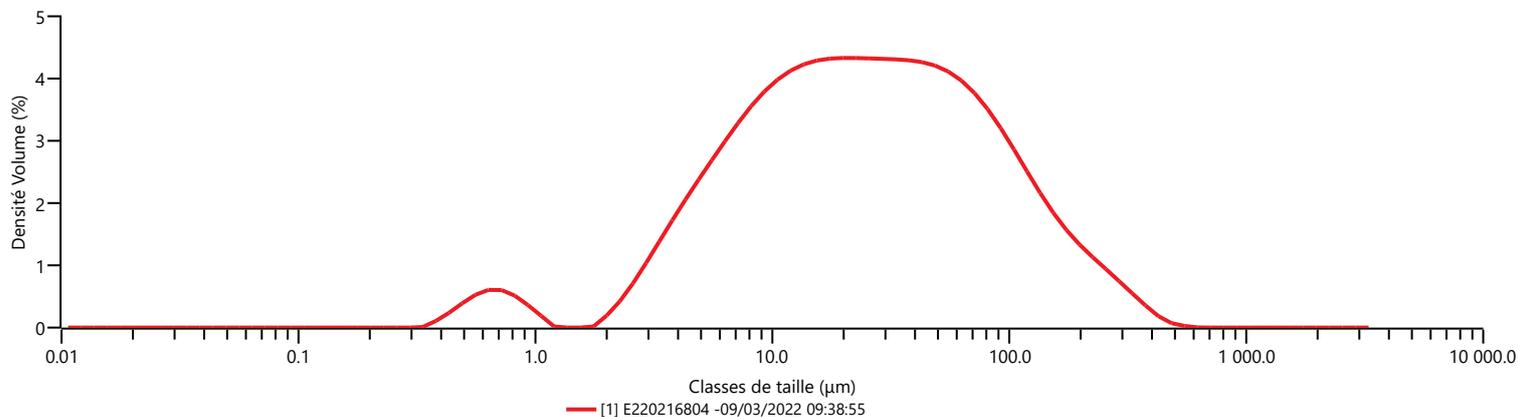
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 9.28 %

Résultats

Concentration 0.0146 %
Span (largeur de distribution) 4.687
Uniformité 1.512
Surface spécifique 685.0 m²/kg
Résiduel 0.47 %
Résiduels pondérés 0.54 %
Dv (10) 4.81 μm
Dv (50) 24.5 μm
Dv (90) 120 μm
D [4;3] 47.9 μm
D [3;2] 8.76 μm
Dv (95) 176 μm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (μm)	% Volume Dans
0.0100	3.05
2.00	41.21
20.0	31.89
63.0	20.06
200	3.79
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (μm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.05
20.0	44.26
63.0	76.15
200	96.21
2000	100.00

Rapport d'analyse



Nom de l'échantillon E220216812
Référence Client Amont 2 - 22 ST 005
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 09/03/2022 10:59:39

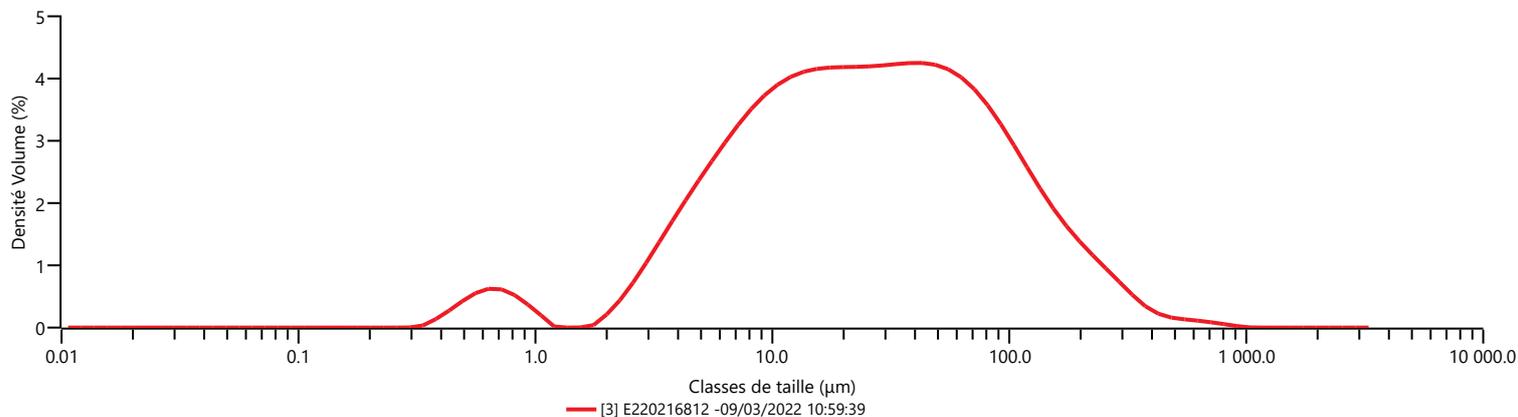
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO2
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Water
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 12.86 %

Résultats

Concentration 0.0207 %
Span (largeur de distribution) 4.762
Uniformité 1.590
Surface spécifique 703.1 m²/kg
Résiduel 0.43 %
Résiduels pondérés 0.49 %
Dv (10) 4.75 µm
Dv (50) 25.1 µm
Dv (90) 124 µm
D [4;3] 50.9 µm
D [3;2] 8.53 µm
Dv (95) 184 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

Taille (µm)	% Volume Dans
0.0100	3.25
2.00	40.50
20.0	31.48
63.0	20.54
200	4.23
2000	

Résultat en pourcentage cumulé de passant

Taille (µm)	% Volume Passant
0.0100	0.00
2.00	3.25
20.0	43.75
63.0	75.22
200	95.77
2000	100.00