

OPTIMISATION DU DEBIT DE L'EMISSAIRE MARIN



Porter à connaissance ICPE



Janvier 2023



PORTER A CONNAISSANCE

Optimisation du débit de l'émissaire marin

Projet PRNC

Commune du Mont-dore

Nouvelle-Calédonie

REDACTION	Prony Resources Nouvelle-Calédonie SAS
VERIFICATION	Prony Resources Nouvelle-Calédonie SAS
APPROBATION	Prony Resources Nouvelle-Calédonie SAS

SOMMAIRE

1	CONTEXTE	3
2	IDENTITE DU DEMANDEUR.....	4
3	CADRE REGLEMENTAIRE.....	4
4	PRESENTATION DE L'EMISSAIRE	6
4.1	Localisation.....	6
4.2	Description	6
5	JUSTIFICATION DU PROJET	8
6	DESCRIPTION DU TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES	9
7	COMPOSITION DE L'EFFLUENT LIQUIDE REJETE EN MER	11
7.1	Scénarios et caractérisation de l'effluent industriel de l'expertise de 2006	11
7.2	Comparaison aux scénarios de l'expertise initiale	13
7.3	Comparaison aux valeurs de référence du DDAE de 2007	18
7.4	Conclusion	19
8	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS PROJETEES.....	20
9	MODELISATION HYDRAULIQUE.....	20
9.1	Données d'entrée	20
5.2.1	Hypothèses retenues.....	20
5.2.2	Coefficient de dé-timbrage de l'HDPE	21
5.2.3	Température de pompage	21
9.2	Présentation du modèle numérique FATHOM.....	22
9.3	Modelisation de la tuyauterie actuelle et calibration du modele.....	22
9.4	Intégration d'orifice de décharge en amont du diffuseur.....	25
5.3.1	Principe : Impact de l'intégration d'orifice sur la pression dans la conduite	25
5.3.2	Localisation des orifices et dimensionnement	26
5.3.3	Mise en œuvre par étape de la solution.....	29
10	MODALITES D'EXECUTION DES TRAVAUX	31
10.1	Etape 1	31
10.2	Etape 3.....	32

10.3	Moyens mis en œuvre.....	32
10.4	Calendrier prévisionnel d'exécution des travaux	33
11	MODELISATION DE LA DISPERSION DES EFFLUENTS DANS LE CANAL DE LA HAVANNAH	35
11.1	Méthodologie	35
11.2	Résultats	36
12	PLAN DE SURVEILLANCE DES EFFETS DE L'ACTIVITE INDUSTRIELLE ET MINIERE DE PRONY RESOURCES NEW CALEDONIA SUR LE MILIEU MARIN.....	38
13	ANALYSE DES RISQUES	41

FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'émissaire	6
Figure 2: Schéma simplifié du processus général de l'usine PRNC.....	10
Figure 3 : Extrait 1 de l'expertise Massabuau, 4 scénarios de caractérisation de l'effluent industriel (source : Modélisation ROUX, 2006 et Expertise MASSABUAU, 2006)	11
Figure 4 : Extrait 2 de l'expertise Massabuau, 4 scénarios de caractérisation de l'effluent industriel (source : Modélisation ROUX, 2006 et Expertise MASSABUAU, 2006)	12
Figure 5: Carte de localisation des nouveaux trous dans l'émissaire	20
Figure 6 : Evolution de la pression maximale admissible en metre de'eau en fonction de la temperature et du rating de la conduite (donnees issues du fournisseur Kingston Bridge)	21
Figure 7 : Modèle hydraulique circuit actuel.....	22
Figure 8 : Résultat du modèle hydraulique pour le débit maximal sur le circuit actuel à 2500m ³ /h.....	23
Figure 9 : Débit dans le diffuseur propre à 3050 m ³ /h	24
Figure 10 : Pompage vers l'émissaire durant l'année	24
Figure 11 : Débit moyen dans le diffuseur propre au débit moyen de l'usine	25
Figure 12 : Courbes réseaux indiquant la pression maximale de l'émissaire en fonction du débit pour l'émissaire actuel et pour l'émissaire équipé d'un trou théorique de 100mm au niveau de C12.....	26
Figure 13: Intégration de 10 trous de 42 mm de diamètre a chaque chainage depuis C12 jusqu'à C21	28
Figure 14: Courbes réseaux pour l'émissaire actuel et pour l'émissaire intégrant 10 trous de 42.5mm permettant d'atteindre 3050m ³ /h	29
Figure 15: Courbes reseaux actuelle et avec 1 trou en C12 de 42.5mm.....	30
Figure 16: Système de maintien des sangles d'attache.....	31
Figure 17: Photos d'un plongeur avec une perceuse.....	32
Figure 18 : Réseau actuel de surveillance du milieu marin et zone prévisionnelle d'implémentation d'un suivi complémentaire	39

TABLEAUX

Tableau 1 : Comparaisons des concentrations de l'effluent industriel de l'année 2022 à l'expertise de Massabuau	13
Tableau 2 : Commentaires des comparaisons de l'année 2022	14
Tableau 3 : Comparaisons des concentrations de l'effluent industriel de l'année 2021 à l'expertise de Massabuau	16
Tableau 4 : Commentaires des comparaisons de l'année 2021	17
Tableau 5 : Comparaison des concentrations de 2022 aux valeurs attendues et présentées dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter de 2007	18
Tableau 6: Calendrier prévisionnel d'exécution des travaux	33

PLANS

1	Plan de localisation de l'émissaire
2	Plan de localisation des nouveaux trous

ANNEXES

1	Kbis PRNC
2	Rapport technique, Optimisation débit émissaire marin, A2EP REV01
3	Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) : Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel augmenté à 108 m ³ /h. Fernandez JM, 2022.
4	Rapport d'analyse des risques

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

DIMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
KO2	Kwé Ouest 2 – bassin versant de la Kwé Ouest n°2
MES	Matières En Suspension
Mm ³	Million de mètres cubes
PAC	Porter à Connaissance
Unité 285	Usine de traitement des effluents du site de Goro
PRNC	Prony Resources Nouvelle-Calédonie

1 CONTEXTE

Prony Resources New Caledonia (PRNC) exploite la mine de nickel et de cobalt de Goro, située en province Sud de Nouvelle-Calédonie. Ce complexe est composé d'une mine à ciel ouvert, d'une usine hydrométallurgique de traitement du minerai, d'un parc à résidus et d'un port.

L'usine est constituée de diverses unités (Conditionnement du minerai, Lixiviation acide sous pression, Décantation à contre-courant, Neutralisation partielle –Précipitation et conditionnement du NHC, Traitement des effluents) nécessaires au bon fonctionnement du complexe pour l'extraction du nickel contenus dans le minerai.

Ces diverses unités génèrent des effluents. Ceux-ci sont acheminés jusqu'à l'unité de "traitement des effluents " où ils sont traités afin que leurs rejets dans le milieu récepteur respectent la réglementation applicable tant en termes de qualité que de quantité.

Les effluents liquides sont rejetés en mer dans le canal de la Havannah, au large de la Baie de Kwé, via un émissaire équipé d'un diffuseur.

La fuite d'effluent suite à la rupture accidentelle en septembre 2022 d'une partie de la conduite de l'émissaire marin et l'infiltration survenue sur le parement amont de la berme du parc à résidus KO2 ont conduit l'industriel à lancer des études pour trouver des solutions à court et moyen terme pour augmenter le débit d'envoi des effluents dans le canal de la Havannah via l'émissaire marin.

En effet, le débit de rejet de l'effluent traité par l'émissaire marin est un paramètre essentiel pour contrôler le niveau de surnageant dans le bassin des résidus de la Kwé Ouest (bassin KO2).

Les experts du barrage KO2 ont exprimé à plusieurs reprises la nécessité de contrôler et réduire ce niveau de surnageant dans le parc à résidus KO2 fortement impacté en 2022 par des précipitations sans précédent.

Les simulations relatives à l'évolution du surnageant en tenant compte des derniers niveaux de précipitation dans le parc à résidus, montrent que si la capacité de vidange n'est pas augmentée, la diminution du niveau restera très limitée.

Par conséquent, PRNC souhaite ajouter des orifices sur la canalisation en amont du point de rejet (polygone) autorisé par notre arrêté ICPE usine. Cette solution à court terme diminuera la pression sur la conduite et devrait permettre d'augmenter le débit de l'émissaire marin.

Le présent document a pour objet de présenter les modifications apportées à l'émissaire et s'attache successivement à :

- Présenter le cadre réglementaire dans lequel s'inscrivent les travaux de modification de l'émissaire,
- Justifier la nécessité de modifier l'émissaire marin,
- Présenter le projet de modification de l'émissaire marin,
- Justifier l'absence de perturbations du milieu récepteur.

2 IDENTITE DU DEMANDEUR

La Société Prony Resources Nouvelle-Calédonie S.A.S. (ci-après "PRNC") est implantée sur la commune du Mont-Dore au lieudit Prony Est. Le parc à résidus à proprement parler est située sur le plateau de Goro localisé sur la commune de Yaté.

La désignation et le statut juridique de PRNC sont les suivants :

Dénomination et raison sociale

Société : PRNC Nouvelle-Calédonie S.A.S.

Forme juridique : Société par Actions Simplifiée

Capital social : 1.203.259.108, 55 Euros

Registre du commerce : n° 313 954 570 RCS Paris

RCS Nouméa n° 82 B 085 696

RIDET Nouvelle-Calédonie n° 085696.009

Représentant légal : Béatrice Pierre, Présidente

L'activité principale exercée est la 'Métallurgie des autres métaux non ferreux' qui correspond dans la nomenclature d'activité française au code APE 24.45 Z.

Adresse du siège social

Siège social : 29-31, rue de Courcelles

75008 Paris, France

Établissement secondaire : Usine du Grand Sud,

Route de Kwa Neïe, Prony

98810 Mont-Dore – Nouvelle-Calédonie

Téléphone : Nouméa – (687) 23.50.00

Télécopieur : Nouméa - (687) 27.37.10

Adresse du site : Usine du Grand Sud, route de Kwa Neïe Prony

98810 Mont-Dore

Téléphone : (687) 35.20.00

Télécopieur : (687) 35.20.01

Télécopieur : Paris (33) 1-45 64 29 97

L'extrait Kbis de la société est fourni en **Annexe 1**.

3 CADRE REGLEMENTAIRE

Les modifications projetées sur l'émissaire marin du site industriel de PRNC sont concernées par la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Le respect des prescriptions relatives à cette réglementation impose à PRNC, préalablement à tous travaux, d'informer le Président de l'assemblée de la province Sud de toute modification de nature à entraîner un changement des éléments du dossier réalisé pour l'obtention de l'arrêté ICPE n°1467-2008 du 09 octobre 2008. En effet, les opérations projetées prévoient une modification des caractéristiques techniques initiales de l'émissaire.

En application de l'article 415-5 du code de l'environnement de la province Sud (Livre IV, Titre I) et conformément à l'article 3 de l'arrêté ICPE n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008, le présent Porter à Connaissance vise à informer la DIMENC d'un changement notable de l'émissaire de l'usine du sud.

Il présente la modélisation de la dispersion des effluents dans le canal de la Havannah de l'effluent et les risques engendrés par les modifications envisagées de l'émissaire.

Pour rappel, l'arrêté d'exploitation de l'usine n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008, autorise le rejet des effluents de l'usine dans le canal de la Havannah à un débit horaire maximal de 3050 m³/h et à une température maximale de rejet de 40°C. Il fixe également des valeurs limites de rejet en concentration et en flux et un point de rejet à une profondeur de 35-40m à l'intérieur d'un polygone dont les coordonnées sont les suivantes (RGNC91, projection Lambert NC pour les coordonnées planes) :

- R1: 166° 58.54' E 22° 22.26' S
- R2: 166° 59.36' E 22° 21.38' S
- R3: 167° 00.24' E 22° 22.20' S
- R4: 166° 59.42' E 22° 23.02' S

Nota : Actuellement, les pressions trop élevées dans la conduite limitent l'envoi de l'effluent à 2500m³/h.

4 PRESENTATION DE L'EMISSAIRE

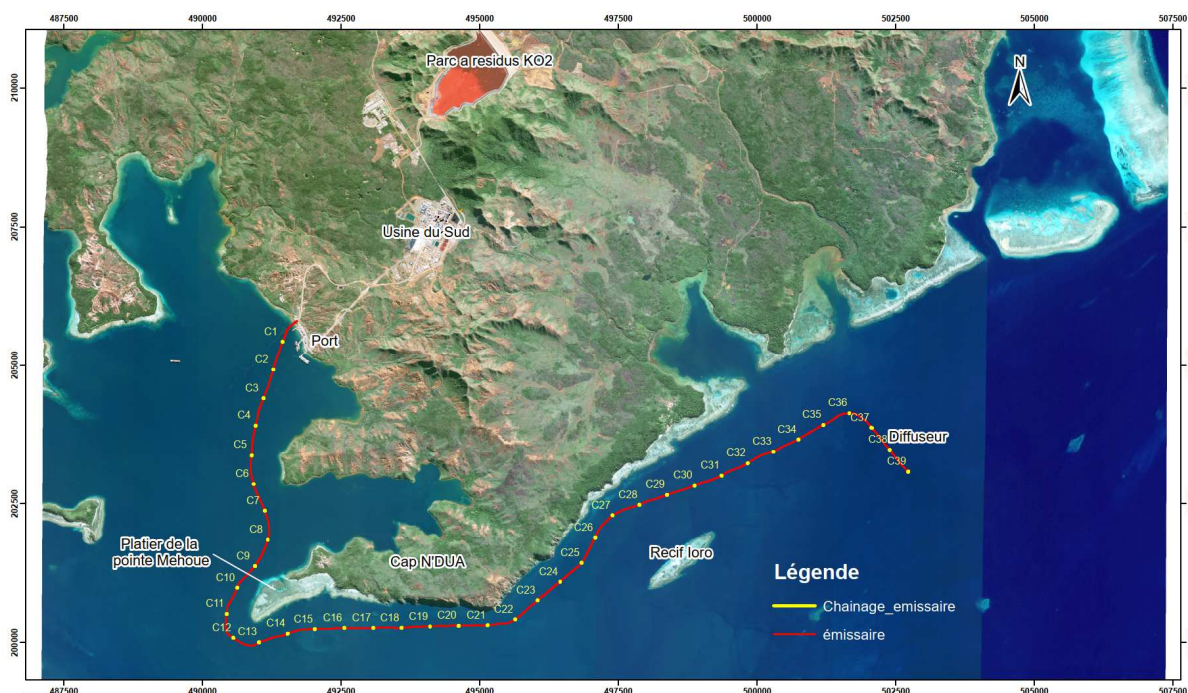
4.1 LOCALISATION

✓ Plans 1 : Plan de localisation de l'émissaire

Le site de PRNC est situé à l'extrême sud de la Nouvelle-Calédonie entre la baie de Prony à l'Ouest, le canal de la Havannah au sud et la baie de Goro à l'Est, à 60 km au sud-est de Nouméa.

La figure n°1 présente la localisation de l'émissaire.

Figure 1 : Localisation de l'émissaire



4.2 DESCRIPTION

L'émissaire est une conduite en polyéthylène haute densité (PEHD) d'une longueur d'environ 25 km. Le tracé de l'émissaire se décompose de la façon suivante:

Une section terrestre, d'une longueur de 4,2 km :

L'émissaire démarre de l'usine de traitement des effluents de procédé, sur le côté Nord - Est du site industriel, puis contourne le site industriel par le côté Est en longeant la route du port. Il repose sur des supports en béton pour permettre l'écoulement des eaux de surface de la route du port.

Sur l'intégralité de son tracé terrestre, l'émissaire est située à l'intérieur du bail emphytéotique de PRNC. Puis, lorsque le tracé du tuyau atteint la zone du port, il est situé dans la concession du domaine public maritime allouée à PRNC pour l'implantation du port.

Une section au niveau du port : A l'entrée du port, l'émissaire s'oriente alors vers le Sud, en direction de la Baie de Prony. Il longe le bassin de sédimentation avant d'être enterré à 3.5m de profondeur sur une longueur d'environ 40 m afin de pouvoir pénétrer dans la Baie sans s'exposer aux impacts des vagues, des courants et au trafic maritime.

Une section marine d'une longueur d'environ 20,8 km située entre 25 et 50 m de profondeur. Cette portion va de l'entrée dans l'eau de mer jusqu'à l'extrémité du diffuseur sous-marin. 30% du tracé se situe à des profondeurs supérieures à 45 m.

L'émissaire repose sur le fond marin de la Baie de Prony en direction du Sud vers la Pointe de Mehoue, puis tourne en direction Est- Nord Est au niveau du phare de la Bonne Anse.

Il longe ensuite la cote jusqu'à la Pointe de la Concession, puis tourne vers l'Est pour retrouver le tracé initial. La conduite est lestée par des colliers en béton.

L'emprise d'occupation autorisée représente une surface totale de 80 hectares, 67 ares environ.

5 JUSTIFICATION DU PROJET

Depuis sa mise en fonctionnement l'émissaire de l'usine n'a jamais atteint une capacité de rejet des effluents supérieur à $2800\text{m}^3/\text{h}$ à pression maximum. L'encroustement et l'état d'usure de la surface du tuyau, réduit actuellement notre débit maximum actuel entre $2\,500\text{m}^3/\text{h}$ et $2600\text{m}^3/\text{h}$.

Des tests de dissolution de croutes récoltées lors de la découpe du tronçon en bride C2 (0.3 mm d'épaisseur de croute) ont montré que ces croutes ne se dissolvaient que très partiellement dans de l'eau de mer ou de l'eau douce et par conséquent qu'un nettoyage de l'émissaire à l'eau douce ou à l'eau de mer ne nous permettra pas de revenir à une capacité de $2800\text{m}^3/\text{h}$.

Suite à la rupture accidentelle en septembre 2022 d'une partie de la conduite de l'émissaire marin, des études ont été lancées pour trouver des solutions à court et moyen terme pour retrouver un débit d'envoi des effluents de $3050\text{m}^3/\text{h}$ par l'émissaire marin.

De plus, après l'infiltration survenue sur le parement amont de la berme du parc à résidus KO2, la présidente de la province sud a adopté l'arrêté n° 4301-2022/ARR/DIMENC fixant à PRNC des prescriptions complémentaires pour l'exploitation du parc à résidus KO2. Ces prescriptions fixent un delta Kwé à atteindre en fonction du volume de surnageant présent dans le parc à résidus KO2.

La capacité de rejet de l'émissaire marin conditionne le Delta Kwé et permet de contrôler le volume de surnageant du bassin KO2. Afin d'améliorer le débit moyen envoyé à l'océan, il faut retrouver un débit max équivalent au design soit de $3050\text{m}^3/\text{h}$ contre $2500\text{m}^3/\text{h}$ actuellement.

Dans l'immédiat, l'augmentation du débit de l'émissaire marin passe par l'intégration d'orifices en dehors de la zone de rejet réglementaire. Cette solution court-terme diminuera la pression sur la conduite qui ne peut dépasser une valeur seuil.

Un modèle hydraulique a été réalisé par le bureau d'études A2EP pour évaluer l'augmentation la capacité de rejet de l'émissaire avec l'ajout d'orifices.

D'après cette modélisation, l'intégration de 10 trous de 42mm de diamètre entre les tronçons C12 et C21 de l'émissaire, permettra d'atteindre une capacité de pompage de $3050\text{m}^3/\text{h}$.

L'exploitant souhaite assurer la réalisation de ce projet de manière progressive.

Afin de maîtriser la mise en place de la solution technique, un 1er trou sera intégré en C12. L'analyse des données télémétriques recueillies sur le terrain (pression / débit) permettra de vérifier la justesse des modélisations et d'ajuster si nécessaire le diamètre des 9 derniers trous.

Le gain attendu de $500\text{m}^3/\text{h}$ (en pointe) de capacité d'envoi d'effluents par pompage à l'océan participera à la pérennité du contrôle du volume d'eau dans KO2.

D'un point de vue environnemental, des simulations de dispersion des effluents dans le canal de la Havannah de la solution retenue (perçage de 10 trous entre C12 et C21) pour des débits de $1080\text{m}^3/\text{h}$ (cas plus défavorable) et $1970\text{m}^3/\text{h}$ ont été réalisées pour visualiser le comportement du panache de dilution des effluents sous l'influence de facteurs hydro-climatiques et marégraphiques.

6 DESCRIPTION DU TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES

Les différents effluents issus du procédé du site industriel de l'usine sont pompés vers la station de traitement des effluents. On distingue deux formes d'effluents :

Les résidus "solides", qui sont traités dans les réacteurs de neutralisation des pulpes de la station de traitement des effluents :

- Sous verse de la décantation à contre-courant,
- Filtres à bande de la neutralisation partielle,

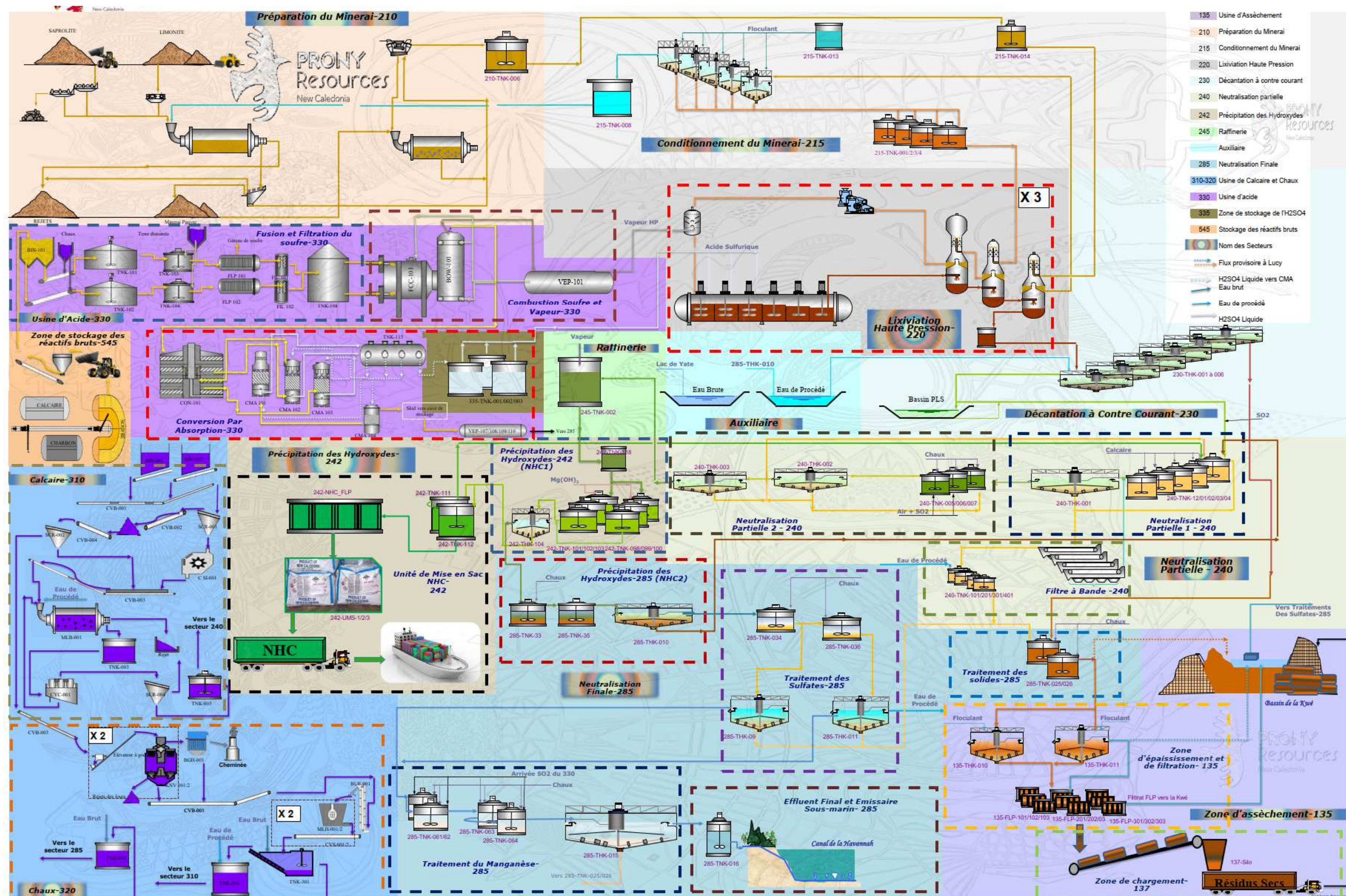
Les effluents liquides issus des :

- Surverse provenant de l'unité de précipitation du NHC,
- Décharge solide de l'unité de neutralisation partielle,
- Pulpe épaissie de l'unité de décantation à contre-courant,
- Filtrat des filtre NHC,
- Eaux de ruissellement provenant du bassin de premier flot dans le cas où il serait impossible des rejeter dans le milieu naturel du fait de leur contamination par des polluants,
- Eaux d'exhaure et de ruissellement provenant du parc à résidus de la Kwé Ouest.

Ces effluents liquides sont dirigés vers le traitement des sulfates puis le traitement du manganèse.

La figure ci-après schématise le processus général de l'usine PRNC.

FIGURE 2: SCHEMA SIMPLIFIE DU PROCESSUS GENERAL DE L'USINE PRNC



7 COMPOSITION DE L'EFFLUENT LIQUIDE REJETE EN MER

L'exercice proposé ci-après est une comparaison de la composition de l'effluent industriel, évaluée à partir des résultats des suivis de l'effluent industriel des années 2021 et 2022, et comparée aux résultats de l'expertise Massabuau et aux valeurs présentées dans le DDAE 2007.

L'objectif ici est de déterminer si les concentrations attendues et modélisées pour réaliser l'étude d'impact de ces effluents restent identiques ou si une évolution est constatée et est hors des spécifications initiales.

7.1 SCENARIOS ET CARACTERISATION DE L'EFFLUENT INDUSTRIEL DE L'EXPERTISE DE 2006

Dans le cadre de l'expertise Massabuau, 4 scénarios ont été envisagés. Ils portent sur des gammes de composition de l'effluent industriel variables selon le fonctionnement du procédé et le débit de rejet des effluents. Un extrait de ces scénarios est disponible en Figure 3.

FIGURE 3 : EXTRAIT 1 DE L'EXPERTISE MASSABUAU, 4 SCENARIOS DE CARACTERISATION DE L'EFFLUENT INDUSTRIEL
(SOURCE : MODELISATION ROUX, 2006 ET EXPERTISE MASSABUAU, 2006)

3.2.2 Scénarios 1-4 ; variabilité de l'effluent dans le cas du procédé utilisant la neutralisation par la chaux.

La densité de l'effluent peut varier selon les variations du procédé chimique lui-même, selon les variations inévitables de la composition des minerais lors de leur extraction, et à cause du changement saisonnier de la teneur en eau. L'industriel a identifié les 4 scénarios suivants :

Scénario	Mode opératoire	Nombre de fours à chaux en opération
1	Opération typique : Mg dans alimentation 2.4%, apport d'eau net par la pluie : 3m/an	2
2	Haut magnésium en alimentation (Mg \approx 3.5%), apport d'eau net par la pluie : 3m/an	2
3	Opération avec un four à chaux arrêté (Mg \approx 2.4%), apport d'eau net par la pluie : 3m/an	1
4	Opération avec fortes précipitations (Mg \approx 2.4%), retour maximum d'eau du bassin à résidus	2

Tableau 3.3. Variabilité de l'effluent (vs Mg et eau) dans le cas du procédé utilisant la neutralisation par la chaux

FIGURE 4 : EXTRAIT 2 DE L'EXPERTISE MASSABUAU, 4 SCENARIOS DE CARACTERISATION DE L'EFFLUENT INDUSTRIEL (SOURCE : MODELISATION ROUX, 2006 ET EXPERTISE MASSABUAU, 2006)

Caractéristiques de l'effluent	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Débit (m ³ /h)	1220	1206	1210	3050
Débit (m ³ /s)	0.339	0.335	0.336	0.847
Vitesse de décharge moyenne (m/s)	1.35	1.334	1.338	3.37
Température au diffuseur (°C)	40-45	40-45	40-44	40-41
Suspensions solides mg/l	<35	<35	<35	<35
Densité au diffuseur	1002-1004	1012-1014	1013-1014	1000
Mg mg/l	1700	3600	3900	1300
Ca mg/l	650	650	580	600
Na mg/l	1200	1200	1200	500
Mn mg/l	<100	<100	<100	<100
Domaine attendu ; Mn mg/l	15 - 30	20 - 45	25-75	15-30
Valeur typique attendue; Mn mg/l	20	30	50	20
SO ₄ mg/l	7800	15900	16600	6300
Cl mg/l	2100	2100	2100	800

Tableau 3.4. Caractéristiques de l'effluent dans le cas du procédé utilisant la neutralisation par la chaux (GNi, 2006b)

Les 4 scénarios présentés dans l'expertise Massabauu portent sur la caractérisation des concentrations en :

- Calcium
- Magnésium
- Manganèse
- Sulfates
- Chlorures
- Sodium
- Silice

L'expertise Massabauu a été réalisée également d'après les valeurs probables des concentrations en métaux suivants :

- Cobalt
- Chrome
- Chrome VI
- Cuivre
- Fer
- Zinc
- Arsenic
- Cadmium
- Plomb
- Etain

7.2 COMPARAISON AUX SCENARIOS DE L'EXPERTISE INITIALE

Les tableaux ci-après présentent une comparaison des statistiques de type minimum, maximum moyenne et médiane sur les valeurs des années 2021 et 2022.

Seule ces années ont été sélectionnées pour refléter la composition physico-chimique actuelle de l'effluent industriel.

Les limites de cet exercice sont :

- Non prise en compte du projet LUCY et des impacts de sa future exploitation sur la composition de l'effluent industriel,
- Pas de vérification du fonctionnement de l'usine et du type d'effluent obtenu,
- Pas de vérification du débit de rejet et des concentrations au rejet.

TABEAU 1 : COMPARAISONS DES CONCENTRATIONS DE L'EFFLUENT INDUSTRIEL DE L'ANNEE 2022 A L'EXPERTISE DE MASSABUAU

Statistiques des Concentration en 2022						Massabuu						
Paramètres	unité	Min	Max	Moy	Médiane	scenario 1	scenario 2	scenario 3	scenario 4	valeur probable	Variations (+/-)	valeur max
Ca	mg/L	83	870	618.58	614	650	650	580	600			
Co	mg/L	0.01	0.1	0.01	0.01					0.05	0.03	<1
COT	mg/L	0.3	4.3	0.94	0.8							
Cr	mg/L	0.01	0.12	0.03	0.02					0.05	0.05	<0.5
CrVI	mg/L	0.01	0.11	0.02	0.01					0.02	0.02	<0.1
Cu	mg/L	0.01	0.1	0.01	0.01					0.001		
DCO	mg/L	10	50	49.84	50							
Al	mg/L	0.1	0.5	0.1	0.1					0.2	0.1	<1
Fe	mg/L	0.1	1	0.1	0.1					0.6	0.4	<2
MES	mg/L	5	24	5.52	5							
Mg	mg/L	20	3 240	1 927	1 960	1700	3600	3900	1300			
Mn	mg/L	0.03	3.18	0.52	0.39	15 - 30 (20)	20 -45 (30)	25 - 75 (50)	25 - 30 (20)			
Ni	mg/L	0.01	0.13	0.02	0.02					0.1	0.1	<1
NT	mg/L	2.5	12	5.44	3							
P	mg/L	0.1	1.5	0.12	0.1							
pH	mg/L	7.4	9.3	8.54	8.6							
SO4	mg/L	240	14640	9060.87	9180	7800	15900	16600	6300			
Zn	mg/L	0.1	0.2	0.1	0.1					0.05	0.05	<1
As	mg/L	0.02	0.15	0.02	0.02					0.001		
Cd	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01					0.0003		
Pb	mg/L	0.01	0.02	0.01	0.01					<0.001		
Sn	mg/L	0.01	0.03	0.01	0.01					<0.001		
S	mg/L	80	4 880.00	3 020.29	3 060.00							

Pour une complète compréhension des termes des Tableau 2 et Tableau 4, les éléments suivants sont à prendre en compte :

- Non-conforme : les écarts portent sur tous les scénarios et les concentrations de l'effluent sont nettement supérieures. Il est entendu que la notion de non-conformité dans les tableaux fait référence à des écarts supérieurs à l'étude Masabau sans lien avec la réglementation ICPE.
- Supérieur : un des indicateurs statistiques est supérieur aux scénarios présentés,
- Conforme : les concentrations sont équivalentes aux valeurs présentées dans les 4 scénarios,
- Inférieur : les indicateurs statistiques des concentrations sont inférieurs aux valeurs des scénarios présentés.

TABEAU 2 : COMMENTAIRES DES COMPARAISONS DE L'ANNEE 2022

Paramètres	Commentaires de la comparaison des valeurs de 2022 et des scénarios de l'expertise
Ca	Valeurs de 2022 supérieures au prévisionnel et modélisé
Co	Valeurs de 2022 inférieures au prévisionnel et modélisé
COT	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Cr	Valeurs de 2022 inférieures au prévisionnel et modélisé
CrVI	Valeurs de 2022 conformes au prévisionnel et modélisé
Cu	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
DCO	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrées à l'expertise
Al	Valeurs de 2022 conformes au prévisionnel et modélisé
Fe	Valeurs de 2022 inférieures au prévisionnel et modélisé
MES	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Mg	Valeurs de 2022 non-conformes au prévisionnel et modélisé
Mn	Valeurs de 2022 inférieures au prévisionnel et modélisé
Ni	Valeurs de 2022 inférieures au prévisionnel et modélisé
NT	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
P	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
pH	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
SO4	Valeurs de 2022 non-conformes au prévisionnel et modélisé
Zn	Valeurs de 2022 supérieures au prévisionnel et modélisé
As	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Cd	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue

Paramètres	Commentaires de la comparaison des valeurs de 2022 et des scénarios de l'expertise
	dans le cadre de l'expertise
Pb	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Sn	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
S	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise

TABEAU 3 : COMPARAISONS DES CONCENTRATIONS DE L'EFFLUENT INDUSTRIEL DE L'ANNEE 2021 A L'EXPERTISE DE MASSABUAU

Statistiques des Concentration en 2021						Massabua						
Paramètres	Unité	Min	Max	Moy	Médiane	Scenarior 1	Scenarior 2	Scenarior 3	Scenarior 4	Valeur probable	Variations (+/-)	Valeur max
Ca	mg/L	112	956	524.30	521	650	650	580	600			
Co	mg/L	0.01	0.02	0.02	0.015					0.05	0.03	<1
COT	mg/L	0.3	9.7	1.20	0.9							
Cr	mg/L	0.01	0.14	0.05	0.04					0.05	0.05	<0.5
CrVI	mg/L	0	0.14	0.05	0.04					0.02	0.02	<0.1
Cu	mg/L	0.02	0.04	0.03	0.03					0.001		
DCO	mg/L	50	50	50.0	50							
Al	mg/L	0.1	0.1	0.10	0.1					0.2	0.1	<1
Fe	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1					0.6	0.4	<2
MES	mg/L	5	410	17.81	8.4							
Mg	mg/L	0.1	4060	1 540.13	1270	1700	3600	3900	1300			
Mn	mg/L	0.02	6.34	0.52	0.34	15 - 30 (20)	20 -45 (30)	25 - 75 (50)	25 - 30 (20)			
Ni	mg/L	0.01	0.28	0.02	0.02					0.1	0.1	<1
NT	mg/L	0.5	13.5	4.55	4							
P	mg/L	0.1	1.2	0.37	0.2							
pH	mg/L	6.3	11.5	8.43	8.5							
SO4	mg/L	385	16600	6 979.76	6140	7800	15900	16600	6300			
Zn	mg/L	0.1	0.2	0.15	0.15					0.05	0.05	<1
As	mg/L	0.02	0.03	0.02	0.02					0.001		
Cd	mg/L									0.0003		
Pb	mg/L	0.01	0.02	0.01	0.01					<0.001		
Sn	mg/L	0.01	0.02	0.01	0.01					<0.001		
DBO5	mg/L	2	50	11.80	2							
Cl	g/L	10	1760	247.94	40	2100	2100	2100	800			
K	mg/L	0.1	55	6.27	0.9							
Na	mg/L	8	952	146.12	33	1200	1200	1200	500			
S	mg/L	129	5540	2 332.49	2060							
Si	mg/L	1	8	1.45	1	0.5	1	<3	0			

TABLEAU 4 : COMMENTAIRES DES COMPARAISONS DE L'ANNEE 2021

Paramètres	Commentaires de la comparaison des valeurs de 2021 et des scénarios de l'expertise
Ca	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
Co	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
COT	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Cr	Valeurs de 2021 conformes au prévisionnel et modélisé
CrVI	Valeurs de 2021 supérieures au prévisionnel et modélisé
Cu	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2022 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
DCO	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Al	Valeurs de 2021 conformes au prévisionnel et modélisé
Fe	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
MES	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Mg	Valeurs de 2021 non-conformes au prévisionnel et modélisé
Mn	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
Ni	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
NT	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
P	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
pH	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
SO4	Valeurs de 2021 non-conformes au prévisionnel et modélisé
Zn	Valeurs de 2021 supérieures au prévisionnel et modélisé
As	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2021 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Cd	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2021 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Pb	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2021 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Sn	La méthode d'analyse ne permet pas de vérifier la valeur prévisionnelle et modélisée. La limite de quantification utilisée en 2021 est nettement supérieure à la valeur probable retenue dans le cadre de l'expertise
Cl	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
K	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Na	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé
S	Pas de comparaison possible, les valeurs n'ont pas été intégrée à l'expertise
Si	Valeurs de 2021 inférieures au prévisionnel et modélisé

En résumé, on observe que :

- Les résultats en sulfates et magnésium sont supérieurs aux scénarios 1 et 4.
- Les autres résultats en minéraux et manganèse sont inférieurs aux 4 scénarios.
- Les valeurs maximums en calcium sont toutefois nettement supérieures aux 4 scénarios. Ce phénomène n'est observé pour aucun autre paramètre.
- Il manque une évaluation de la densité actuelle de l'effluent qui a une influence sur sa dispersion d'après Massabuau.
- Les résultats en chrome VI et en zinc sont supérieurs aux valeurs prévisionnelles et leurs variations.
- Pour Cu, As, Cd, Pb, Sn, la méthode d'analyse est réalisée avec une limite de quantification trop élevée pour que les résultats soient comparés au prévisionnel.
- Les autres résultats en métaux sont inférieurs au prévisionnel.

7.3 COMPARAISON AUX VALEURS DE REFERENCE DU DDAE DE 2007

Une comparaison aux valeurs présentées dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter, présentées comme gammes de valeurs attendues porte sur Ca, Co, COT, Cr, CrVI, Cu, DCO, Al, Fe, MES, Mg, Mn, Ni, NT, P, pH, SO₄, Zn, As, Cd, Pb, Sn. Les résultats sont présentés au Tableau 5.

TABEAU 5 : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE 2022 AUX VALEURS ATTENDUES ET PRESENTES DANS LE DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER DE 2007

Paramètres	unité	2022				Valeurs attendues - ICPE 2008	Commentaires
		Min	Max	Moy	Médiane		
Ca	mg/L	83	870	618.58	614	580 - 650	Conforme
Co	mg/L	0.01	0.1	0.01	0.01	0,02 - 0,08	Conforme
COT	mg/L	0.3	4.3	0.94	0.8	-	-
Cr	mg/L	0.01	0.12	0.03	0.02	0,02 - 0,1	Conforme
CrVI	mg/L	0.01	0.11	0.02	0.01	0,01 - 0,04	Conforme
Cu	mg/L	0.01	0.1	0.01	0.01	0.001	LQ trop haute
DCO	mg/L	10	50	49.84	50	10 - 50	LQ trop haute
Al	mg/L	0.1	0.5	0.1	0.1	0,1 - 0,3	Conforme
Fe	mg/L	0.1	1	0.1	0.1	0,2 - 1,0	Conforme
MES	mg/L	5	24	5.52	5	10	Conforme
Mg	mg/L	20	3 240	1 927	1 960	1500 - 3900	Conforme
Mn	mg/L	0.03	3.18	0.52	0.39	0,3 - 0,8*	Conforme
Ni	mg/L	0.01	0.13	0.02	0.02	0,05 - 0,2	Conforme
NT	mg/L	2.5	12	5.44	3	1,7 - 2,7	LQ trop haute
P	mg/L	0.1	1.5	0.12	0.1	<0,5	Conforme
pH	mg/L	7.4	9.3	8.54	8.6	6,5 - 7	Non-conforme
SO ₄	mg/L	240	14640	9060.87	9180	7600 - 23000	Conforme

2022							
Paramètres	unité	Min	Max	Moy	Médiane	Valeurs attendues - ICPE 2008	Commentaires
Zn	mg/L	0.1	0.2	0.1	0.1	0,02 - 0,5	LQ trop haute
As	mg/L	0.02	0.15	0.02	0.02	0.001	LQ trop haute
Cd	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0003	LQ trop haute
Pb	mg/L	0.01	0.02	0.01	0.01	<0,001	LQ trop haute
Sn	mg/L	0.01	0.03	0.01	0.01	<0,001	LQ trop haute
S	mg/L	80	4 880.00	3 020.29	3 060.00	-	-

*dissout et particulaire

En résumé, on observe que :

- Seules les valeurs de pH sont supérieures à celles présentées.
- Les valeurs en Cuivre, Zinc, Arsenic, Cadmium, Plomb, étain, DCO et azote ont des limites de quantification trop élevées pour être comparées aux valeurs attendues.

7.4 CONCLUSION

La comparaison de la composition de l'effluent industriel, évaluée à partir des résultats des suivis de l'effluent industriel des années 2021 et 2022, et comparée aux résultats de l'expertise Massabuau et aux valeurs présentées dans le DDAE 2007 a permis de mettre en évidence que certains paramètres (sulfates, magnésium, calcium, chrome VI, zinc) ont des concentrations supérieures aux concentrations attendues et modélisées (hors des spécifications initiales) pour réaliser l'étude d'impact initial de ces effluents sur le milieu naturel.

Toutes les valeurs présentées dans nos tableaux hors pH (suite à quelques légers dépassements ponctuels) sont conformes aux limites définies dans notre arrêté ICPE.

Suite à l'expertise 4 relatif à la caractérisation du risque de pollution des eaux par des effluents de l'usine du Sud dans le canal de la Havannah, certaines recommandations des experts seront mises en œuvre en concertation avec les autorités de tutelle pour notamment suivre l'écotoxicité de notre effluent et évaluer, si possible, les risques environnementaux sur la base de ces suivis ecotoxicologiques réguliers.

8 DESCRIPTION DES MODIFICATIONS PROJETEES

Les travaux à mener dans le cadre des opérations de modification de l'émissaire consistent à intégrer 10 trous de 42.5mm de diamètre entre le chainage C12 et C21 (Cf. Figure 5).



FIGURE 5: CARTE DE LOCALISATION DES NOUVEAUX TROUS DANS L'EMISSAIRE

9 MODELISATION HYDRAULIQUE

✓ Annexe 2 : Rapport technique, Optimisation débit émissaire marin, A2EP REV01

Ce paragraphe reprend en partie les informations et données fournies dans le rapport technique fourni en Annexe 2.

Le calcul hydraulique a pour objectif d'évaluer l'augmentation de la capacité de rejet de l'émissaire avec l'ajout d'orifices. Cette étude est basée sur un modèle numérique sous FATHOM éprouvé dans le domaine industriel et vérifié sous PipeFlow par Norda Stelo.

Le modèle hydraulique a été calibré par rapport aux performances actuelles de l'émissaire marin avec un débit maximal de 2500m³/h et un effluent traité à 35°C.

9.1 DONNEES D'ENTREE

5.2.1 Hypothèses retenues

Les hypothèses retenues pour les calculs du model hydraulique sont listées ci-après :

- Le modèle ne tient pas compte des marées et le niveau de la mer est fixée à RL 0m. Avec les effets des marées, le niveau réel de la mer est toujours supérieur au RL 0m. Les modélisations sont conservatives puisque les pressions dans la conduite sont très légèrement surestimées ;
- Les vannes de la chambre des vannes ont été supprimée et la chambre des vannes se résume actuellement à un tronçon de conduite en Duplex DN600 Schedule 10s ;
- La viscosité de l'eau de mer n'est pas prise en compte dans les calculs hydrauliques ;
- Pour les calculs, la masse volumique de l'eau de mer choisie vaut 1025kg/m³. Cette valeur sert dans le modèle à calculer la contrepression en décharge de tuyauterie (en tenant compte de la profondeur au point de rejet) ;
- Pour les calculs, la masse volumique choisie pour l'effluent sera 1010kg/m³ ;
- les calculs sont réalisés sur la base d'une température de l'effluent de 35°C ;
- Les conduites sont en HDPE PE100.

5.2.2 Coefficient de dé-timbrage de l'HDPE

La hauteur maximale d'opération admissible de l'HDPE est dépendante de la température du fluide comme le montre la Figure 6. La pression maximale d'opération admissible se calcule en multipliant la hauteur par g (accélération de la pesanteur 9.81m/s²) ainsi que par la masse volumique d'eau à la température donnée.

Temp. °C	PN 4	PN 6.3	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20	PN25
20	40	63	80	100	125	160	200	250
25	40	63	80	100	125	160	200	250
30	38	59	75	94	118	150	188	235
35	36	56	71	89	112	143	179	224
40	34	53	68	84	106	135	169	221
45	32	50	64	80	100	127	159	199
50 (36y)	30	48	60	76	95	121	151	189
55 (24y)	29	45	57	72	89	115	143	179
60 (12y)	27	43	54	68	85	109	136	170
80 (1y)	21	34	43	53	67	86	107	134

FIGURE 6 : EVOLUTION DE LA PRESSION MAXIMALE ADMISSIBLE EN METRE DE'EAU EN FONCTION DE LA TEMPERATURE ET DU RATING DE LA CONDUITE (DONNEES ISSUES DU FOURNISSEUR KINGSTON BRIDGE)

5.2.3 Température de pompage

La température de l'effluent a un impact direct sur les performances de l'installation puisque la pression maximale d'opération de la conduite dépend de la température de l'effluent (Figure 2). Dans le cadre de cette modification, PRNC a souhaité que les calculs soient réalisés sur la base d'une température de l'effluent de 35°C au lieu de considérer la température maximale de 40°C. En passant à une température de 35°C, les pressions maximales admissibles des différents tronçons d'HDPE sont augmentées de 59kPa (0.59 bar) pour le PN12.5 et de 78kPa (0.8 bar) pour le PN16.

Les pressions maximales admissibles sont :

- 1099kPa Gage pour les sections DN710 PN12.5 & DN800 PN12.5
- 1403kPa Gage pour la section DN800 PN16

9.2 PRESENTATION DU MODELE NUMERIQUE FATHOM

L'écoulement hydraulique est gravitaire depuis le haut du col de Prony jusqu'au diffuseur.

La Figure 7 présente le modèle FATHOM initial employé pour la calibration. La jonction 219 de la figure impose un débit, ici $2500\text{m}^3/\text{h}$, au niveau du bassin de désaération (altimétrie 158m). De la jonction 219 à la jonction 225 s'étend la partie ON-SHORE de l'émissaire puis de la jonction 225 à la jonction 227 la partie OFF-SHORE.

La jonction 226 intègre les pertes de charges du diffuseur encrassé sur 2/3 de sa longueur. La jonction 227 est la décharge de l'émissaire située à une profondeur de 45m.

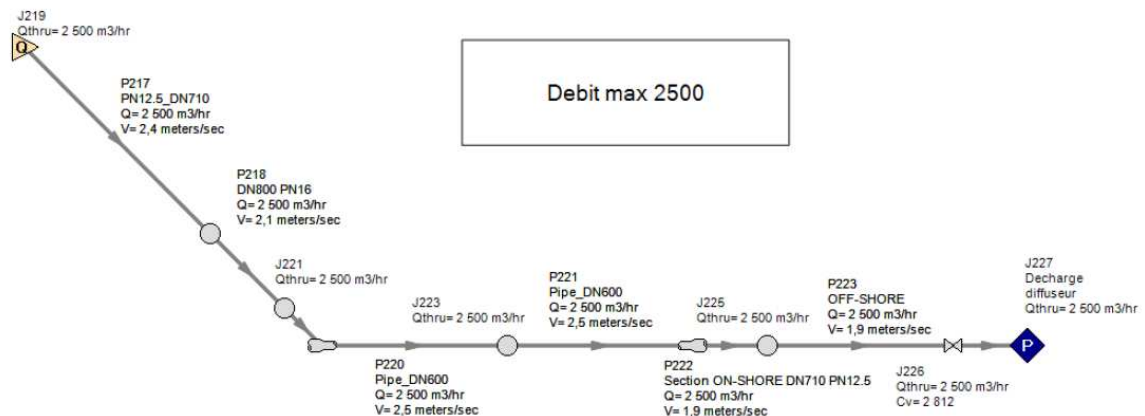


FIGURE 7 : MODELE HYDRAULIQUE CIRCUIT ACTUEL

Les travaux de vérification indépendant de Norda Stelo sont disponibles en annexe du rapport technique fourni en Annexe 2.

9.3 MODELISATION DE LA TUYAUTERIE ACTUELLE ET CALIBRATION DU MODELE

Le modèle est calibré à partir des pressostats situés au pied du col de Prony avant la plongée (285-PI-06504 et 285-PI-00030) et du débitmètre en décharge de la cuve 285-TNK-016 (285-FI-00835).

Après plusieurs itérations, les résultats convergent pour une rugosité moyenne de 0.425mm → pression maximale de 1099kPaG au point de plongée @ $2500\text{m}^3/\text{h}$.

Pour la section OFF-SHORE, la pression de la mer s'oppose à la pression interne du fluide dans la conduite.

En mer, la pression effective se calcule comme suit :

$$P_{\text{effective}} = P_{\text{fluide}} - P_{\text{mer}}$$

La Figure 7 présente le modèle hydraulique filaire développé pour l'étude. Les résultats du modèle filaire sont présentés en Figure 8.

La pression maximale en tous points de la conduite a été calculée en tenant compte de la contrepression de la mer. Par itération, le débit d'effluent a été modifié jusqu'à atteindre la limite fixée par la pression maximale admissible de la conduite DN800 PN12.5, soit 1100kPaG.

A 2500m³/h, la pression maximale d'opération au niveau du DN800 PN12.5 est de 1100kPaG juste avant la plongée de la conduite. A noter que la pression interne dans la conduite est maximale 1700m plus loin et que la pression atteint 1500kPaG.

Les entrées et sorties du modèle sont présentées en annexe 5.2 de l'Annexe 2.

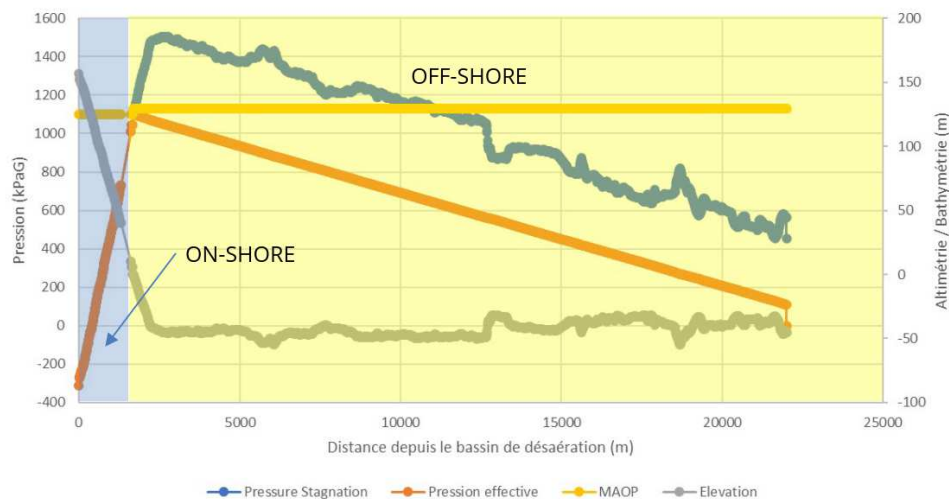


FIGURE 8 : RESULTAT DU MODELE HYDRAULIQUE POUR LE DEBIT MAXIMAL SUR LE CIRCUIT ACTUEL A 2500m³/H

Au design, le débit au travers du diffuseur diminue comme le montre la Figure 9. Cependant, les opérations ont rapporté que le diffuseur était bouché après 300m, seul 1/3 de ce dernier est actif.

Le modèle montre que les pertes de charge additionnelles engendrées par ce bouchage sont assez faibles mais pas négligeables à hauts débits.

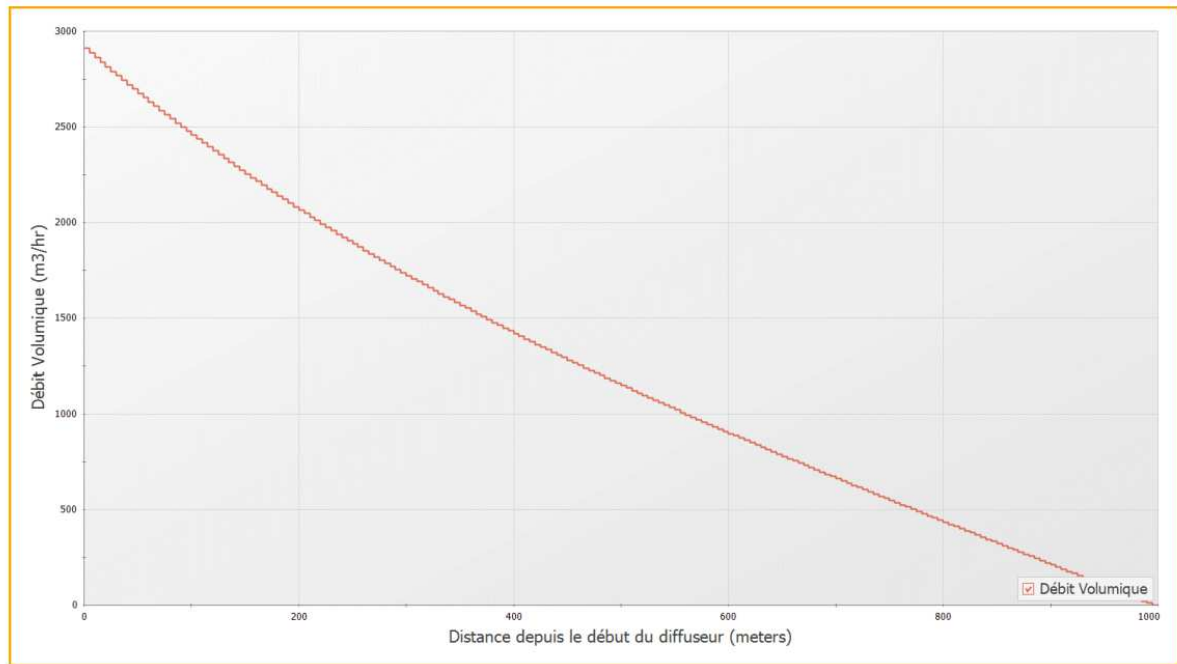


FIGURE 9 : DEBIT DANS LE DIFFUSEUR PROPRE A 3050 m³/h

La Figure 10 montre le débit de pompage de l'usine à l'émissaire sur la dernière année et il est en moyenne de 1682m³/h.

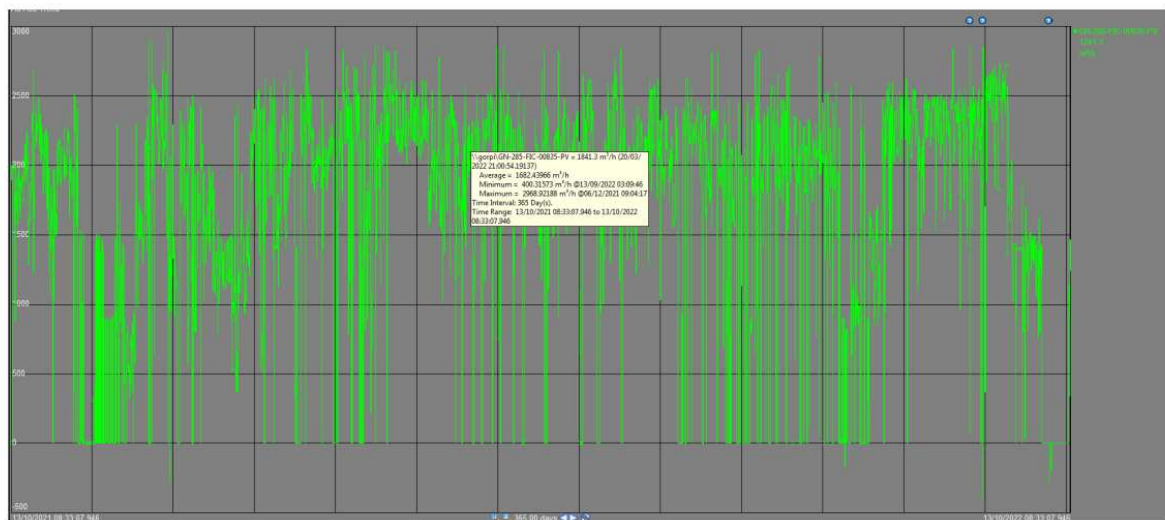


FIGURE 10 : POMPAGE VERS L'EMISSAIRE DURANT L'ANNEE

A ce débit moyen, un diffuseur propre aurait un profil de débit comme défini sur la Figure 11. En première approximation, les solides sont retenus lorsque le débit moyen est inférieur à 1000m³/h.

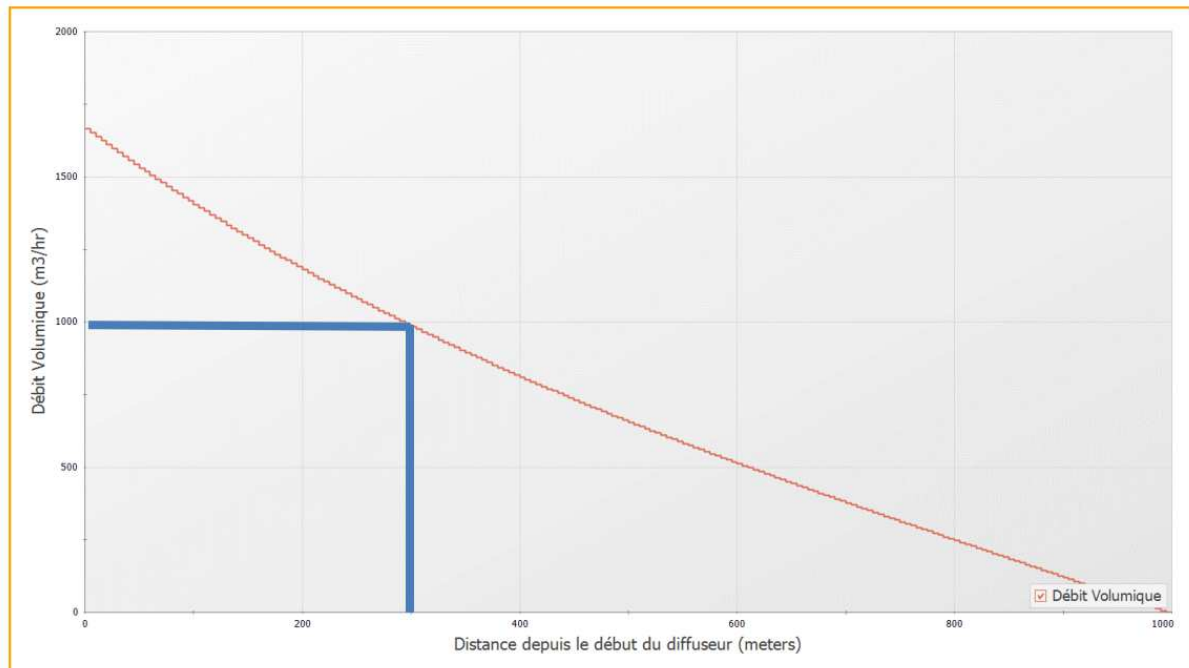


FIGURE 11 : DEBIT MOYEN DANS LE DIFFUSEUR PROPRE AU DEBIT MOYEN DE L'USINE

9.4 INTEGRATION D'ORIFICE DE DECHARGE EN AMONT DU DIFFUSEUR

5.3.1 Principe : Impact de l'intégration d'orifice sur la pression dans la conduite

L'ajout d'un ou de plusieurs orifice(s) de décharge sur la partie OFF-SHORE en amont du diffuseur permet de diminuer le débit en aval du ou des trou(s) et par conséquent de décroître la pression globale dans la conduite. Il s'agit d'une conclusion hydraulique évidente qui peut facilement être vérifiée grâce à un modèle numérique.

Les gains sont dépendants :

- De la position du ou des trou(s) → plus le trou est proche de la berge, plus le gain est important
- Du diamètre du ou des trou(s) → plus le diamètre est important, plus le gain est important
- D'un nombre de trou → plus il y a de trou, plus le gain est important

Le rapport technique (Annexe 10) présente en détail un modèle théorique de l'émissaire partie OFF-SHORE uniquement introduisant un trou théorique de 100mm diamètre en C12. Les résultats sont repris ci-après.

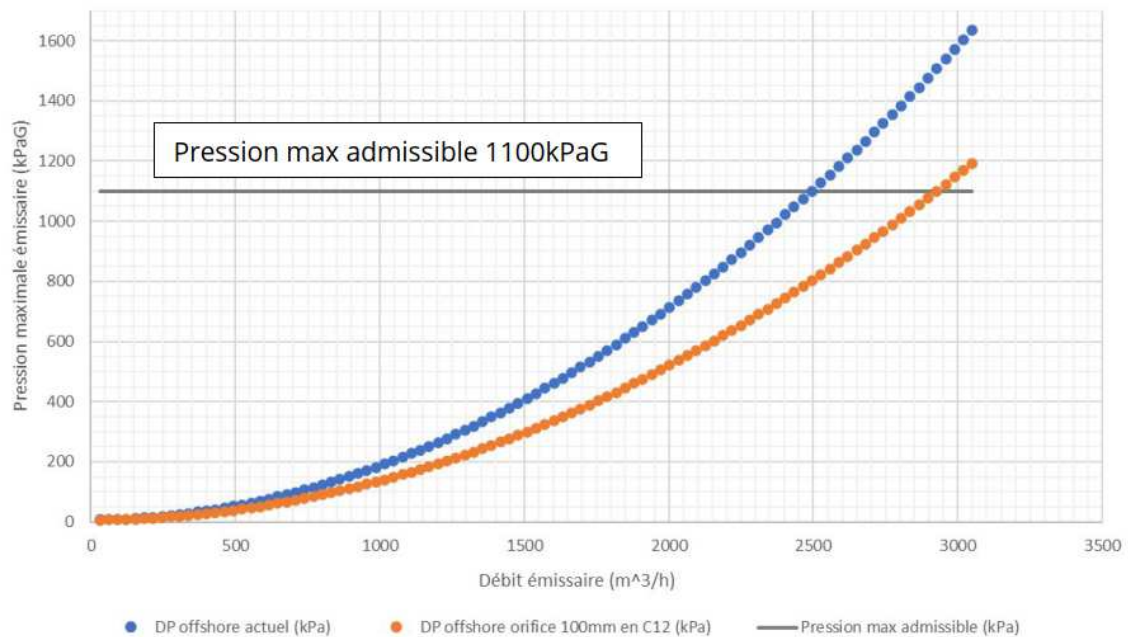


FIGURE 12 : COURBES RESEAUX INDIQUANT LA PRESSION MAXIMALE DE L'EMISSAIRE EN FONCTION DU DEBIT POUR L'EMISSAIRE ACTUEL ET POUR L'EMISSAIRE EQUIPE D'UN TROU THEORIQUE DE 100MM AU NIVEAU DE C12

La pression maximale, à la plongée de la conduite (départ section OFF-SHORE), est fortement impactée par l'intégration d'un orifice de 100mm en C12 comme le montre la courbe orange. A 2500m³/h, la pression maximale est abaissée de 297kPa (~3 bars) grâce à l'orifice (voir Figure 13).

Les courbes réseaux (Cf. permettent de voir que pour une limite de 1100kPaG de pression d'opération, il serait possible d'atteindre 2926m³/h sur la conduite actuelle en intégrant un trou de 100mm en C12.

Cependant ce cas théorique « forcé » pour expliquer le principe d'intégrer un trou pour gagner en débit n'est pas acceptable puisque le débit de fuite par l'orifice est trop important >500m³/h.

Le scénario théorique montre que l'ajout de trous en amont du diffuseur permet d'abaisser les pertes de charges du circuit et donc de gagner en débit. De plus, la diminution de la pression dans le circuit permet aussi d'opérer avec plus de sécurité en s'éloignant de la pression maximale d'opération.

5.3.2 Localisation des orifices et dimensionnement

Le positionnement, le nombre des trous ont été définis selon :

- un critère « environnemental » → la courantologie dans la baie au point de rejet afin de s'assurer une bonne diffusion

- les performances hydrauliques / gain de débit du système → par itération du modèle numérique intégrant des trous à différents chainages / avec différents diamètres

Pour atteindre $3050\text{m}^3/\text{h}$ avec l'état actuel de l'émissaire (rugosité apparente de 0.425mm au lieu des $15\mu\text{m}$ pour du PE100 neuf), il est nécessaire de créer 10 trous de $42,5\text{mm}$ de diamètre entre C12 et C21. La Figure 13 présente le modèle et les résultats hydrauliques à $3050\text{m}^3/\text{h}$.

La courbe réseau du circuit est présentée en Figure 14. La pression maximale à $3050\text{m}^3/\text{h}$ correspond à la pression maximale d'opération du PEHD PN12.5. La conduite actuelle subirait une pression maximale de 1633kPaG pour un débit de $3050\text{m}^3/\text{h}$, soit 5.33 bars au-delà de la pression maximale d'opération.

La Figure 13 détaille les pressions avant et après chaque trou, renseignant sur la pression interne dans la conduite et la pression extérieure générée par l'eau de mer. A $3050\text{m}^3/\text{h}$, le premier trou situé à C12 voit une pression interne de 1064kPaG et une pression externe de 423kPaG .

Les débits de fuite entre C12 et C21 varient entre $107\text{m}^3/\text{h}$ et $84\text{m}^3/\text{h}$ lorsque l'émissaire traite $3050\text{m}^3/\text{h}$ d'effluent.

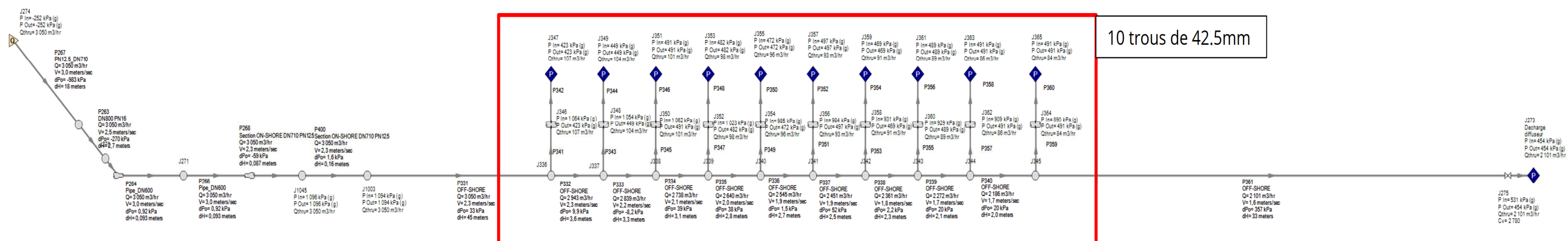


FIGURE 13: INTÉGRATION DE 10 TOUS DE 42 MM DE DIAMÈTRE A CHAQUE CHAINAGE DEPUIS C12 JUSQU'A C21

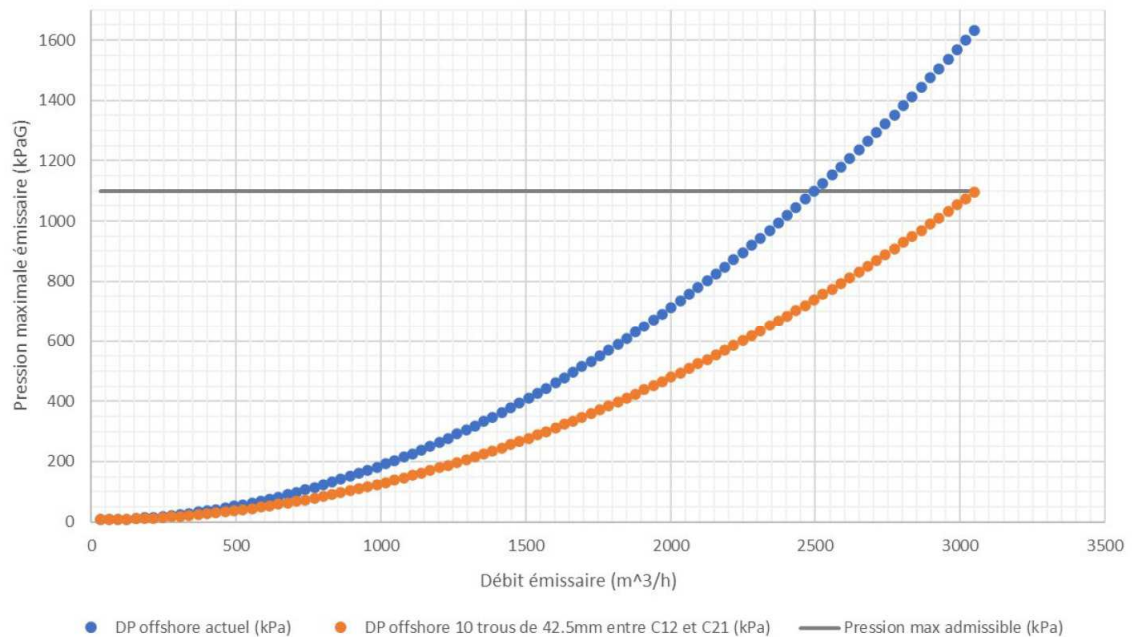


FIGURE 14: COURBES RESEAUX POUR L'ÉMISSAIRE ACTUEL ET POUR L'ÉMISSAIRE INTEGRANT 10 TROUS DE 42.5MM PERMETTANT D'ATTEINDRE 3050m³/h

5.3.3 Mise en œuvre par étape de la solution

Afin d'assurer un contrôle de la solution technique, un premier trou sera créé en C12 avec un diamètre de 42,5mm.

La Figure 15 montre la différence assez légère toutefois notable entre le circuit actuel et le circuit intégrant un trou en C12 de 42,5mm.

L'ajout d'un trou en C12 de 42,5mm et les mesures débit versus pression permettront de valider le modèle numérique et dans le cas où des différences seraient observées de corriger par un ajustement de la taille des 9 autres trous.

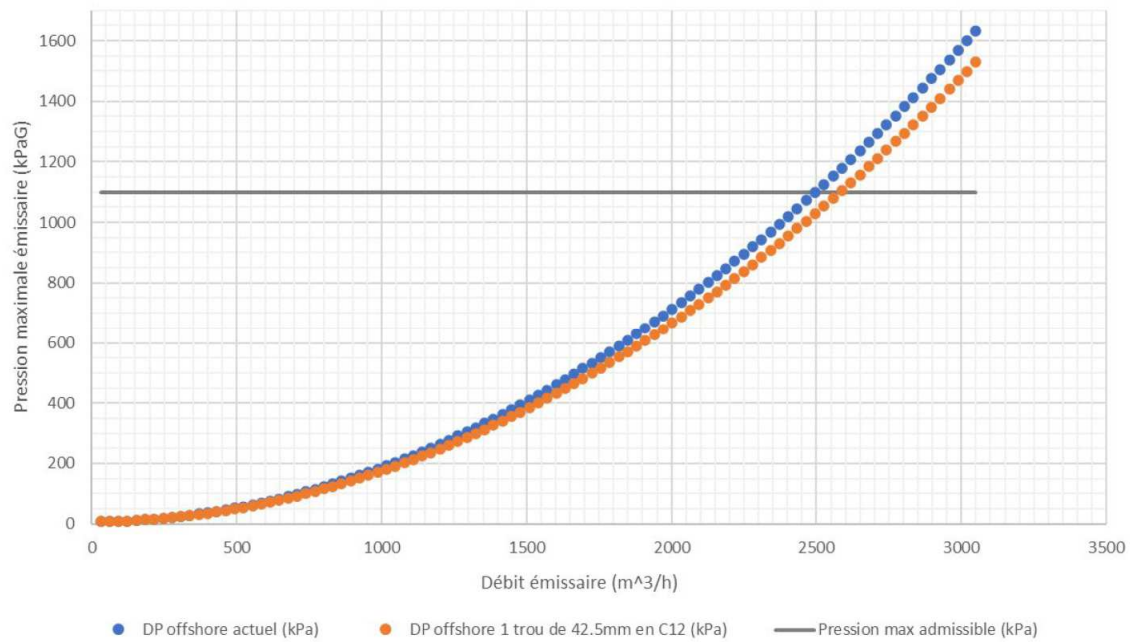


FIGURE 15: COURBES RESEAUX ACTUELLE ET AVEC 1 TROU EN C12 DE 42.5MM

10 MODALITES D'EXECUTION DES TRAVAUX

Un prestataire spécialisé dans ce type d'opération a été sélectionné par PRNC pour réaliser les trous de diffusion sur l'émissaire marin.

Les développements qui suivent ont pour objet de présenter les informations nécessaires à la compréhension du déroulement des opérations et des modalités de leur exécution.

Les opérations projetées comprennent les étapes suivantes :

- Etape 1 : Installation d'un mouillage de chantier fixe au niveau de l'implantation des trous de diffusion,
- Etape 2 : Descendre la ligne hydraulique avec perceuse
- Etape 3 : Perçage pour la création du trou de diffusion
- Etape 4 : Remonter la ligne hydraulique avec perceuse
- Etape 5 : Retrait du mouillage de chantier fixe au niveau de l'implantation du trou de diffusion

10.1 ETAPE 1

Afin d'éviter que les lignes de mouillages ne se coincent sous un des lests béton adjacents durant les travaux, un dispositif flottant type « NOKALON » maintiendra les sangles d'attache à la verticale du diffuseur.

Figure 16: Système de maintien des sangles d'attache



La longueur des mouillages sera ajustée afin de ne pas avoir de partie trainante dans le fond.

10.2 ETAPE 3

Cette phase est effectuée avec une perceuse hydraulique ou pneumatique avec une fraise à bois de diamètre 40mm Ø (à déterminer avec le PRNC) sur la partie supérieure de la pipe en PEHD.

Figure 17: Photos d'un plongeur avec une perceuse



Cette opération nécessite une réduction du débit de l'effluent inférieur à 1000 m³/h.

10.3 MOYENS MIS EN ŒUVRE

Le personnel utilisant les engins de chantier possèdera leurs autorisations de conduite conformes pendant toute la durée des travaux.

Le personnel travaillant sur le site sera équipé des EPI minimum suivants : casque, lunettes, gants, gilet de sauvetage, chaussures et habit de protection.

Les horaires prévisibles des activités seront en fonctions des contraintes météorologiques : lever du soleil, marée, vent... Ces horaires pourront évoluer en fonction de l'occupation des postes.

10.4 CALENDRIER PREVISIONNEL D'EXECUTION DES TRAVAUX

Le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6: Calendrier prévisionnel d'exécution des travaux

Task Name	Durée	Début	Fin
-----------	-------	-------	-----

11 MODELISATION DE LA DISPERSION DES EFFLUENTS DANS LE CANAL DE LA HAVANNAH

- ✓ *Annexe 3 : Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) : Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel augmenté à 108 m³/h. Fernandez JM, 2022.*

L'ajout d'une zone de rejet de l'effluent industriel est envisagé par la mise en œuvre de trous supplémentaires sur l'émissaire marin. 10 trous sont prévus entre les chainages C12 et C21 (Cf. Figure 5) pour lesquels des simulations de dispersion des effluents a été modélisée.

Des simulations pour des débits de 1080 m³/h et 1970m³/h ont été réalisées pour visualiser le comportement du panache de dilution des effluents sous l'influence de facteurs hydro-climatiques et marégraphiques.

L'objectif de ces simulations est d'acquérir de l'information sur l'évolution spatio-temporelle des taux de dilution des effluents, principalement dans les couches de fond (k2) et de surface (k30) pour des forçages différents.

Le résumé et les conclusions des simulations sont repris dans les paragraphes ci-après et l'étude complète est fournie en Annexe 3.

11.1 METHODOLOGIE

Pour parvenir à ces résultats, la modélisation a été conduite en conditions réelles de marées (marégramme d'octobre 2013) et de météorologie (mois modèle d'octobre 2013). Ce mois modèle offrant la particularité d'être composé de deux quinzaines bien distinctes offrant des régimes météorologiques caractéristiques de la Nouvelle-Calédonie.

En effet, la première quinzaine a été soumise à des vents variables faibles à moyens et des régimes instables tourbillonnants, la deuxième quinzaine a vu s'installer progressivement un régime habituel d'Alizé de SE. Pour ces deux jeux de conditions, il a donc été réalisé :

- Un suivi temporel des concentrations en facteurs de dilution ;
- Une représentation de l'évolution des facteurs de dilution moyens ;
- Des calculs de pourcentages d'occurrence par rapport à des limites de dilution fixées.

Des coupes verticales de concentration orientées « côte-large », ont également été réalisées pour compléter les informations et améliorer les interprétations.

Le model de circulation utilisé, MARS-3D, est un modèle côtier en trois dimensions (développé par l'IFREMER), dédié à la modélisation océanographique des échelles régionales jusqu'aux échelles littorales.

11.2 RESULTATS

En termes de courantologie, le modèle a montré que dans la partie Est du pipe-line, les courants moyens, tant à marée montante que descendante, sont constants, d'intensité moyenne (0,25 m/s) et toujours orientés selon un axe SW-NE. Dans l'extrémité Ouest du pipe-line, les courants sont plus variables et forts ; dans leur ensemble, ils prennent une direction Sud pouvant potentiellement éloigner les effluents sortant par les trous du pipe-line en direction du large. En termes de marées, il faut retenir qu'une phase de marée de morte-eau particulièrement accentuée se met en place au cours de la dernière semaine du mois d'octobre 2013.

Concernant la dispersion des effluents sortant des 10 trous, les profils verticaux temporels et les cartes de dilution spatiales ont montré que :

- durant la première quinzaine, les panaches sont individualisés, ne se cumulent pas et sont pratiquement confinés dans les eaux profondes (Fernandez, 2022) ;
- durant la deuxième quinzaine, sous l'effet combiné du régime d'Alizé et des marées de morte-eau, les panaches se superposent pour souvent n'en former qu'un seul qui peut s'étaler du Cap

N'Doua à la Pointe Méhoué ; tant en surface qu'en profondeur, son extension la plus importante est calculée pour les conditions de Mortes-Eaux.

En termes de taux de dilution, les valeurs les plus faibles, donc potentiellement les plus pénalisantes vis-à-vis du milieu marin sont calculées pour les périodes combinant les marées de morte-eau et le régime d'Alizé. En effet, ces conditions réduisent la dispersion et les taux de dilution diminuent fortement dans toute la colonne d'eau, laissant ainsi remonter des effluents dont le niveau de surconcentration est alors de 0,2 µg/L. Toutefois, ces remontées ne se produisent qu'épisodiquement et ne coïncident qu'avec les renverses de courant des étales de marées basses et hautes (Figure 32).

D'une manière globale, les taux de dilution minimums de 1.000 (surconcentration de 1 µg/l dans le milieu) sont respectés dans toute la zone d'étude ; cette limite de dilution a pour objectif de préserver au mieux l'environnement marin des impacts industriels selon l'Arrêté ICPE-2008. Toutefois, à la différence des calculs conduits pour la première quinzaine qui n'ont permis d'observer ce taux de dilution que dans la couche de fond (k2) et uniquement à la verticale de chacun des 10 trous, pour la deuxième quinzaine, toute la colonne d'eau peut être concernée (Figure 32). Les mécanismes mis en cause étant fonction des conditions hydro-climatiques et marégraphiques de la fin du mois d'octobre. A l'inverse, les courants de Vives-Eaux, assurent le transport latéralement, limitant ainsi la remontée du panache.

D'un point de vue quantitatif, ces taux de dilution amènent à considérer que la surconcentration ajoutée dans l'eau de mer serait au maximum de 0,5 µg/L, pour un terme source fixé de 1 mg/L et dans la couche de fond (k2) uniquement. A titre de comparaison, la concentration naturelle en Mn dans le Canal de la Havannah est d'environ $0,08 \pm 0,03$ µg/L avec des maxima ponctuels à la station St19 (Bonne Anse) entre 0,16 et 0,24 µg/L en fonction de la saison ; une dilution 100.000 signifiant une surconcentration égale à seulement 0,01 µg/L. Cette quantité correspond à la limite de quantification (LQ) des techniques d'analyse actuelles les plus performantes.

En conclusion, les débits d'effluent pour chacun des 10 trous additionnels projetés, semblent bien absorbés par les masses d'eau océaniques qui circulent dans le Canal de la Havannah, quelles

que soient la force de la marée et la météorologie car seule la couche de fond (k2) est influencée sensiblement par les rejets ; les seuls spots dans la couche d'eau de fond (k2) possédant des taux de dilution inférieurs à 1.000 (surconcentration supérieure à $1\mu\text{g/L}$) sont circonscrits à l'environnement immédiat de chacun des 10 trous.

Le long de la ligne de côte, l'impact est calculable seulement lors de conjonctions des phénomènes de marées de morte-eau et des régimes d'Alizés.

Au vu des résultats de simulation, cette configuration, qui combine un débit total de $1080\text{ m}^3/\text{h}$ avec des conditions hydro-climatiques (Alizés) et marégraphiques (Mortes-eaux) défavorables, permet d'envisager une optimisation en testant d'autres alternatives, comme l'augmentation du nombre de trous additionnels et/ou de les répartir le long du pipe-line.

Toutefois, il faudra prêter une attention particulière aux impacts potentiels au niveau du platier de la Point Méhoué et du Récif Ioro.

12 PLAN DE SURVEILLANCE DES EFFETS DE L'ACTIVITE INDUSTRIELLE ET MINIERE DE PRONY RESOURCES NEW CALEDONIA SUR LE MILIEU MARIN

Les stations de surveillance de la qualité de l'eau de mer, des sédiments et des écosystèmes situées de façon à encadrer le diffuseur sont en place depuis 2007. Ce paragraphe présente la modification du plan de suivi réglementaire en lien avec l'extension de la zone de rejet de l'effluent industriel.

Pour rappel, le plan de suivi du milieu marin actuel est défini dans le cadre des arrêtés d'exploitation de PRNC.

Sur la base des conclusions de la *modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21*, réalisé par AEL, un complément au plan de surveillance du milieu marin est proposé ci-après.

Le récif Ioro fait actuellement l'objet :

- D'une surveillance de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés ;
- D'un suivi physico-chimique de la colonne d'eau ;
- Et d'un suivi des sédiments marins de surface.

Il n'est pas envisagé d'augmenter le plan de surveillance actuel, celui-ci est suffisant pour un suivi d'impact pour ce projet.

La pointe Méhoué ne fait pas l'objet d'une surveillance, il est prévu d'implanter :

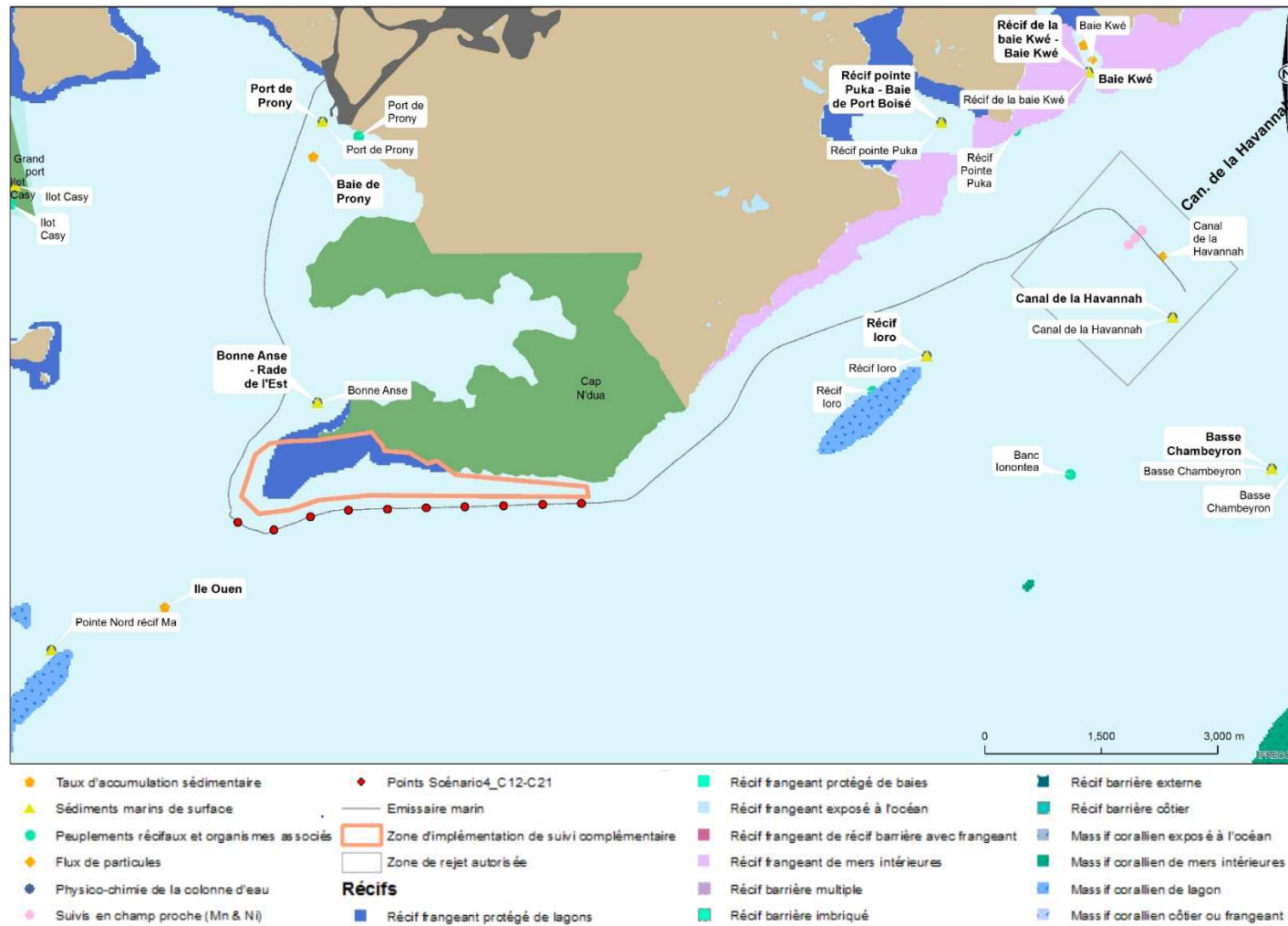
- 1 station de surveillance de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés, à fréquence semestrielle ;
- 1 station de surveillance de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau de mer à fréquence semestrielle ;
- 1 station de surveillance des flux de particules, à fréquence semestrielle ;
- Et 1 station de surveillance de la qualité des sédiments marins de surface et du taux de sédimentation, à fréquence triennale.

La localisation exacte des stations sera transmise une fois que les études de prospection auront été réalisées. Toutefois, sur la base de l'étude citée ci-avant une zone préférentielle de suivi est envisagée. Celle-ci est localisées en Figure 18.

Cette proposition de suivi sera réévaluée à la suite des prospections de définitions des stations et des objectifs de révision des plans de suivis à la suite de l'intégration des recommandations des expertises.

Figure 18 :
de
du milieu

Réseau actuel
surveillance
marin et zone
prévisionnelle



d'implémentation d'un suivi complémentaire

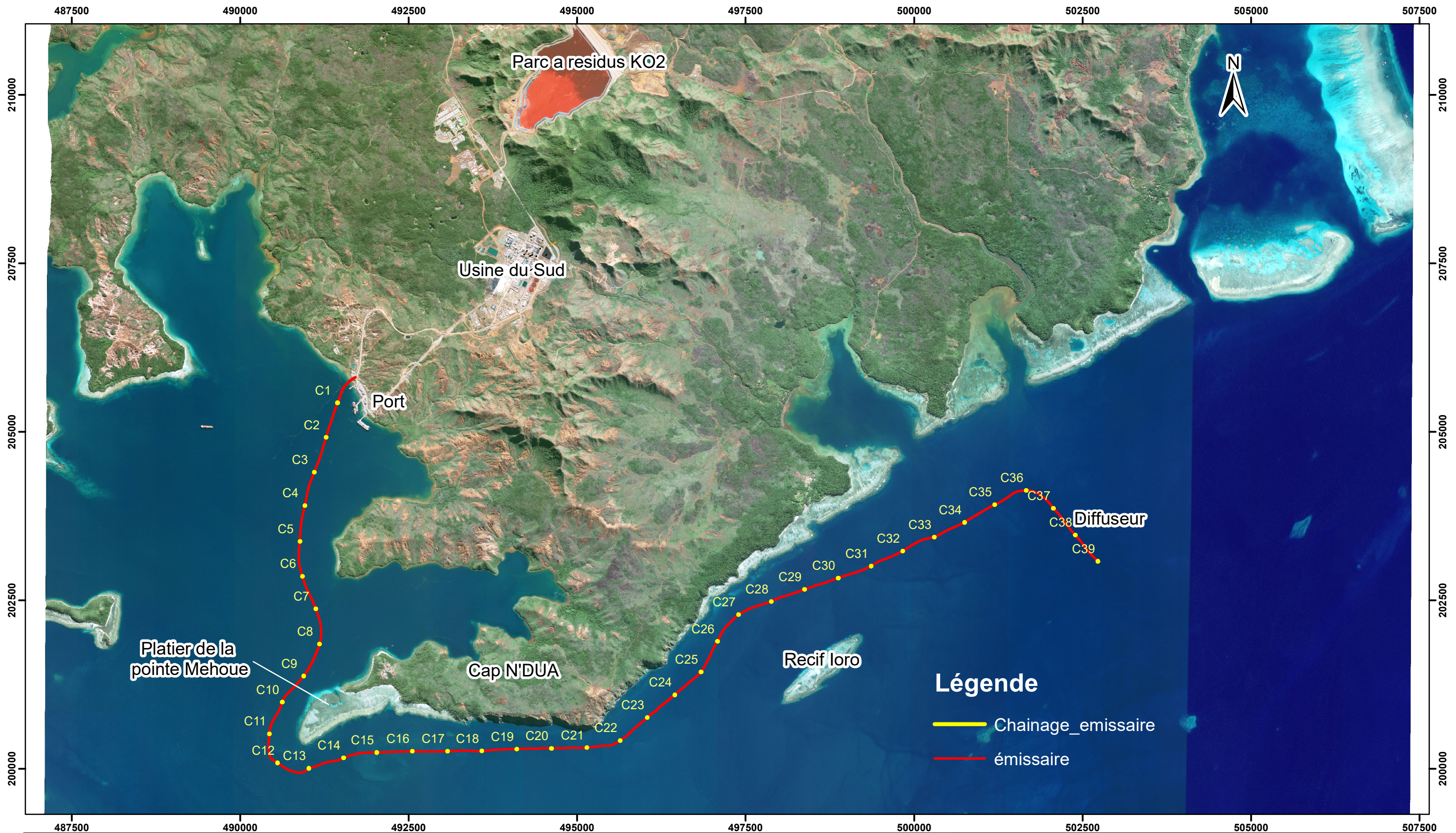
13 ANALYSE DES RISQUES

✓ *Annexe 4 : Analyse des risques du projet*

Au total, 5 déviations ont été analysées. Les moyens de prévention, de contrôle ou atténuation supplémentaires à mettre en place sont décrits dans le rapport d'analyse des risques fourni en Annexe 4.

PLANS

1	Plan de localisation de l'émissaire
2	Plan de localisation des nouveaux trous



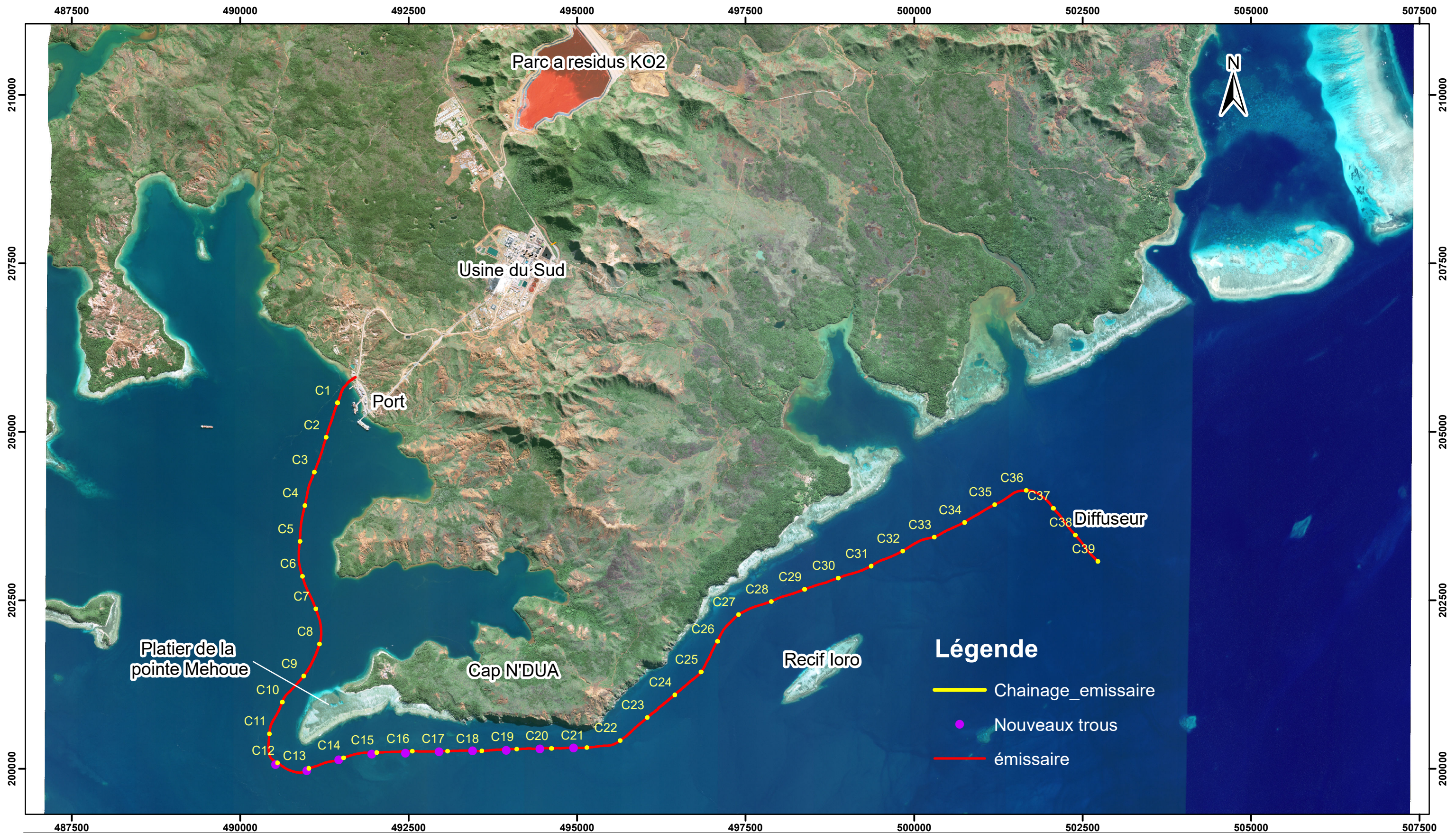
Localisation de l'emissaire marin

Sys. coord. RGNC91-93

Echelle (A3) : 1:53 209



PRNC - 01/2023



Localisation de nouveaux trous l'emissaire marin

Sys. coord. RGNC91-93

Echelle (A3) : 1:53 209



PRNC - 01/2023

ANNEXE 1



Greffé du Tribunal de Commerce de Paris

1 quai de la Corse

75198 Paris CEDEX 04

N° de gestion 1978B06872

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES

à jour au 24 septembre 2020

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 313 954 570 R.C.S. Paris
 Date d'immatriculation 21/09/1978

Dénomination ou raison sociale **VALE NOUVELLE-CALEDONIE S.A.S.**
 Forme juridique Société par actions simplifiée
 Capital social 426 330 600,60 EUROS
 - Mention n° 249 du 24/09/2020 CONTINUATION DE LA SOCIETE MALGRE UN ACTIF NET DEVENU
 INFÉRIEUR A LA MOITIE DU CAPITAL SOCIAL. ASSEMBLEE GENERALE
 DU 20-08-2020

Adresse du siège 29-31 rue de Courcelles 75008 Paris

Durée de la personne morale Jusqu'au 20/09/2077
 Date de clôture de l'exercice social 31 décembre

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

Président

Nom, prénoms Beurrier Antonin
 Date et lieu de naissance Le 14/12/1970 à Morlaix (29)
 Nationalité Française
 Domicile personnel 16 rue Emile Zola Résidence Eclipse N°21 Baie de l'Orphélinat 98800 Noumea

Administrateur

Nom, prénoms TRAVERS Mark James
 Date et lieu de naissance Le 16/12/1966 à TORONTO (CANADA)
 Nationalité Canadienne
 Domicile personnel ON M5M 1Z2 255 MELROSE AVENUE TORONTO (Canada)

Administrateur

Dénomination SOCIETE DE PARTICIPATION MINIERE DU SUD CALEDONIEN - SPMSC
 (RCS NOUMEA B753 830)
 Forme juridique Société par actions simplifiée
 Adresse 15 rue Guynemer Quartier-Latin 98800 Noumea

Administrateur

Nom, prénoms Silva D'ambrosio Alexandre
 Date et lieu de naissance Le 01/08/1962 à SAO PAULO (BRESIL)
 Nationalité Brésilienne
 Domicile personnel Rua Almirante Guilhem, 332, Apartamento 1703, Leblon Rio De Janeiro 22400-000
 (Bresil)

Administrateur

Nom, prénoms Merlini Juan
 Date et lieu de naissance Le 19/10/1975 à BUENOS AIRES (ARGENTINE)
 Nationalité Argentine
 Domicile personnel 77 Charles St.W. Unit 1001 Toronto On, M4Y 2Z7 (Canada)

Administrateur

Dénomination YGR CONSULT



Forme juridique	Société par actions simplifiée (Société à associé unique)
Adresse	51 rue des Missionnaires 78000 Versailles
Immatriculation au RCS, numéro	838 011 088 Versailles

Administrateur

Nom, prénoms	Beurrier Antonin
Date et lieu de naissance	Le 14/12/1970 à Morlaix (29)
Nationalité	Française
Domicile personnel	16 rue Emile Zola Résidence Eclipse N°21 Baie de l'Orphélinat 98800 Noumea

Commissaire aux comptes titulaire

Dénomination	PRICEWATERHOUSECOOPERS AUDIT
Forme juridique	Société par actions simplifiée
Adresse	63 rue de Villiers 92200 Neuilly Sur Seine
Immatriculation au RCS, numéro	672 006 483 Nanterre

Commissaire aux comptes suppléant

Dénomination	SALUSTRO REYDEL
Forme juridique	Société anonyme
Adresse	2 avenue Gambetta - Tour Egho 92066 Paris la Défense CEDEX
Immatriculation au RCS, numéro	652 044 371 Paris

SOCIETE RESULTANT D'UNE FUSION OU D'UNE SCISSION

- Mention n° 85080 du 16/04/2002 SOCIETE AYANT PARTICIPE A L'OPERATION DE FUSION :
DENOMINATION GORO NICKEL FORME JURIDIQUE SOCIETE ANONYME
SIEGE SOCIAL 7 BIS RUE SUFFREN - QUARTIER LATIN BP 218 98845
NOUMEA CEDEX RCS 343186002 NOUMEA

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement	29-31 rue de Courcelles 75008 Paris
Activité(s) exercée(s)	FINANCEMENT DE SOCIETES EXPLOITANT TOUS GISEMENTS MINIERES
Date de commencement d'activité	21/09/1978
Origine du fonds ou de l'activité	Création
Mode d'exploitation	Exploitation directe

IMMATRICULATION HORS RESSORT

R.C.S. Nouméa (Nouvelle Calédonie)

OBSERVATIONS ET RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

- Mention n° 5356 du 03/07/2002 MISE EN HARMONIE DES STATUTS AVEC LA LOI 2001-420 DU 15 MAI 2001
- Mention n° 33029 du 11/09/2003 SOCIETE AYANT PARTICIPE A LA FUSION : INCO SA 38 RUE DU COLISEE
75008 PARIS RCS PARIS 552055634
- Mention n° 33030 du 11/09/2003 FUSION AVEC EFFET RETROACTIF AU 01/01/2003

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

R.C.S. Paris - 25/09/2020 - 15:57:52

ANNEXE 2

RAPPORT TECHNIQUE

Prony Resources

Optimisation débit émissaire marin

Urgent Request

V/Réf. : EXT-285-8230-RP-0013

Révision : A2

17-01-2023

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
Liste des figures	3
Liste des annexes	4
1 RESUME / INTRODUCTION	5
2 LOGICIELS	6
3 DONNEES D'ENTREES	6
3.1 Critères définis par l'ICPE	6
3.2 Marée	6
3.3 Configuration chambre des vannes	7
3.4 HDPE	7
3.4.1 Dimension des conduites HDPE	7
3.4.2 Coefficient de dé-timbrage de l'HDPE	7
3.5 Fluides	8
3.5.1 Eau de mer	8
3.5.2 Effluent	8
4 COMPOSITION DE LA CONDUITE	10
5 MODELISATION HYDRAULIQUE	12
5.1 Présentation du modèle numérique FATHOM	12
5.2 Modélisation de la tuyauterie actuelle et calibration du modèle	12
5.3 Intégration d'orifices de décharge en amont du diffuseur	15
5.3.1 Principe : Impact de l'intégration d'orifice sur la pression dans la conduite	15
5.3.2 Localisation des orifices et dimensionnement	18
5.3.3 Mise en œuvre par étape de la solution	20
6 CONCLUSION	23
7 ANNEXES	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Logiciels d'étude	6
-----------------------------------	---

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Dimensions des conduites HDPE PE100.....	7
Figure 2 Evolution de la pression maximale admissible en mètre d'eau en fonction de la température et du rating de la conduite (données issues du fournisseur Kingston Bridge).....	8
Figure 3 Tracé ON-SHORE	10
Figure 4 Profil de la partie ON-SHORE.....	11
Figure 5 Profil complet de la conduite depuis le bassin (ON-SHORE + OFF-SHORE)	11
Figure 6 Modèle hydraulique circuit actuel	12
Figure 7 Résultat du modèle hydraulique pour le débit maximal sur le circuit actuel à 2500m ³ /h	13
Figure 8 Débit dans le diffuseur propre à 3050m ³ /h.....	14
Figure 9 Pompage vers l'émissaire durant l'année.....	14
Figure 10 Débit moyen dans le diffuseur propre au débit moyen de l'usine	15
Figure 11 Comparaison hydraulique entre l'émissaire actuel et l'émissaire intégrant un trou de 100mm en C12	16
Figure 12 Courbes réseaux indiquant la pression maximale de l'émissaire en fonction du débit pour l'émissaire actuel et pour l'émissaire équipé d'un trou théorique de 100mm au niveau de C12.....	17
Figure 13 Résultats de la comparaison hydraulique en introduisant un orifice de sortie.....	17
Figure 14 Intégration de 10 trous de 42,5mm de diamètre à chaque chainage depuis C12 jusqu'à C21	19
Figure 15 Courbes réseaux pour l'émissaire actuel et pour l'émissaire intégrant 10 trous de 42.5mm permettant d'atteindre 3050m ³ /h	20
Figure 16 Pression maximale de 800kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit 2196m ³ /h	22
Figure 17 Pression maximale de 900kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit 2331m ³ /h	22

Figure 18 Pression maximale de 1000kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit
2459m³/h 22

Figure 19 Courbes réseaux actuelle et avec 1 trou en C12 de 42,5mm 23

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1.1 : P&ID de l'émissaire marin

ANNEXE 4.1 : Composition de l'émissaire depuis le bassin de désaération

ANNEXE 4.2 : Disposition générale de la partie OFF-SHORE de l'émissaire marin

ANNEXE 4.3 : Plan du diffuseur

ANNEXE 5.1 : Vérification indépendante de Norda Stelo

Révision	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Date	Émission
A2				16-01-2023	Pour utilisation
A1				10-01-2023	Pour utilisation
O1				30-12-2022	Pour CM

1 RESUME / INTRODUCTION

Le rejet de l'effluent traité par l'émissaire est un paramètre essentiel pour contrôler le niveau de surnageant dans le bassin des résidus de la Kwé Ouest (bassin KO2).

L'arrêté n° 4301-2022/ARR/DIMENC fixe à la société Prony Resources New Caledonia des mesures complémentaires relatives à l'exploitation de son aire de stockage de résidus localisée dans le bassin de la Kwé Ouest.

L'arrêté impose un delta Kwé en fonction de seuils de remplissage de KO2. Il est défini comme suit :

$$\text{Delta Kwé} = Q_{VL} (\text{Usine} \rightarrow \text{Kwé}) + Q_V (\text{Pump-pit}) - Q_{VL} (\text{Piégé}) - Q_V (\text{Kwé} \rightarrow \text{Usine})$$

où $Q_{VL} (\text{Usine} \rightarrow \text{Kwé})$ est le débit de liquide alimentant la Kwé depuis l'usine

où $Q_V (\text{Pump-pit})$ est le débit total alimentant la Kwé depuis le pump it

où $Q_{VL} (\text{Piégé})$ est le débit de liquide piégé dans la boue de KO2

où $Q_V (\text{Kwé} \rightarrow \text{Usine})$ est le débit de surnageant pomper entre KO2 et l'usine

Sur des périodes de 24h glissantes, le Delta Kwé doit être de :

- -300m³/h pour un volume d'effluent liquide supérieur à 1.3Mm³ (seuil 1)
- -600m³/h + limitation du 220 à 2 HPAL pour un volume d'effluent liquide supérieur à 2.6Mm³ (seuil 2)
- -1000m³/h + limitation du 220 à 1 HPAL pour un volume d'effluent liquide supérieur à 3.2Mm³ (seuil 3)

La capacité de rejet de l'émissaire marin conditionne donc le delta Kwé et permet de contrôler le volume de surnageant du bassin KO2. Pour abaisser le volume de surnageant et retrouver une situation normale, c'est à dire sous les 1.3Mm³, il faut augmenter les débits de pompage de l'émissaire marin car ce dernier limite directement $Q_V (\text{Kwé} \rightarrow \text{Usine})$. Le PID relatif à l'émissaire marin est en annexe 1.1.

Dans l'immédiat, l'augmentation du débit de l'émissaire marin passe par l'intégration d'orifices en dehors de la zone de rejet réglementaire. Cette solution diminuera la pression sur la conduite qui ne peut dépasser une valeur seuil. A terme, il faudra remplacer une partie conséquente d'émissaire marin avec une pression maximale d'opération plus importante.

La présente note de calcul hydraulique a pour objectif d'évaluer l'augmentation de la capacité de rejet de l'émissaire avec l'ajout d'orifices. Cette étude est basée sur un modèle numérique sous FATHOM éprouvé dans le domaine industriel et vérifié sous PipeFlow par Norda Stelo. Le modèle hydraulique a été calibré par rapport aux performances actuelles de l'émissaire marin avec un débit maximal de 2500m³/h et un effluent traité à 35°C.

La solution technique consiste à intégrer 10 trous de 42.5mm de diamètre entre C12 et C21. Afin de maîtriser la mise en place de la solution technique, un 1^{er} trou sera intégré en C12. L'analyse des données télémétriques recueillies sur le terrain (pression / débit) permettra de vérifier la justesse des modélisations et d'ajuster si nécessaire le diamètre des 9 derniers trous.

2 LOGICIELS

Les logiciels employés pour l'étude sont définis dans le Tableau 1. Le simulateur filaire FATHOM est un logiciel métier spécialisé dans le domaine de l'hydraulique.

Tableau 1 Logiciels d'étude

Domaine	Logiciel
Simulation hydraulique filaire	<i>FATHOM Version 12</i>
Extraction des données télémétrique PRNC	<i>PI-ProcessBook / PI Excel</i>

3 DONNEES D'ENTREES

3.1 Critères définis par l'ICPE

L'arrêté d'exploitation de l'usine impose les deux contraintes suivantes (liste non exhaustive) :

- Débit maximum d'envoi de 3050m³/h
- Température maximale de rejet de 40°C

Nota : Actuellement, les pressions trop élevées dans la conduite limitent l'envoi de l'émissaire à 2500m³/h.

3.2 Marée

Le modèle ne tient pas compte des marées et le niveau de la mer est fixée à RL 0m.

Avec les effets des marées, le niveau réel de la mer est toujours supérieur au RL 0m. Les modélisations sont conservatives puisque les pressions dans la conduite sont très légèrement surestimées.

3.3 Configuration chambre des vannes

Les vannes de la chambre des vannes ont été supprimée et la chambre des vannes se résume actuellement à un tronçon de conduite en Duplex DN600 Schedule 10s.

3.4 HDPE

3.4.1 Dimension des conduites HDPE

Les conduites sont en HDPE PE100. Les dimensions sont présentées en Figure 1.

SDR	41				26				21				17				13.6				11			
PN for PE100	4				6.3				8				10				12.5				16			
DN	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m	Min Wall	Mean ID	Ovality Max	Weight Ave kg/m
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12.7	1.2	0.08
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	16.7	1.2	0.10	19	16.0	1.2	0.11
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	21.7	1.2	0.12	1.9	21.0	1.2	0.14	23	20.2	1.2	0.17
32	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	28.7	1.3	0.16	1.9	28.0	1.3	0.19	2.4	27.0	1.3	0.23	29	26.0	1.3	0.27
40	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	36.1	1.4	0.24	2.4	35.0	1.4	0.30	3.0	33.8	1.4	0.36	37	32.3	1.4	0.43
50	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	45.0	1.4	0.38	3.0	43.9	1.4	0.46	3.7	42.4	1.4	0.56	46	40.4	1.4	0.67
63	-	-	-	-	2.4	58.1	1.5	0.48	3.0	56.9	1.5	0.58	3.8	55.2	1.5	0.73	4.7	53.3	1.5	0.88	58	51.0	1.5	1.07
75	-	-	-	-	2.9	69.2	1.6	0.68	3.6	67.7	1.6	0.83	4.5	65.8	1.6	1.03	5.5	63.7	1.6	1.23	68	61.0	1.6	1.49
90	-	-	-	-	3.5	83.0	1.8	0.99	4.3	81.3	1.8	1.20	5.4	79.0	1.8	1.48	6.6	76.5	1.8	1.77	82	73.0	1.8	2.16
110	2.7	104.7	2.2	0.95	4.3	101.3	2.2	1.48	5.3	99.2	2.2	1.80	6.6	96.5	2.2	2.20	8.1	93.3	2.2	2.66	100	89.4	2.2	3.20
125	3.1	118.9	2.5	1.24	4.8	115.4	2.5	1.86	6.0	112.9	2.5	2.30	7.4	109.9	2.5	2.80	9.2	106.1	2.5	3.42	114	101.5	2.5	4.15
140	3.5	133.2	2.8	1.56	5.4	129.2	2.8	2.35	6.7	126.5	2.8	2.87	8.3	123.0	2.8	3.52	10.3	118.9	2.8	4.32	129	113.9	2.8	5.17
160	4.0	152.3	3.2	2.02	6.2	147.6	3.2	3.08	7.7	144.5	3.2	3.77	9.5	140.7	3.2	4.59	11.8	135.9	3.2	5.60	146	130.0	3.2	6.78
180	4.4	171.5	3.6	2.51	6.9	166.3	3.6	3.84	8.6	163.1	3.6	4.74	10.7	158.3	3.6	5.81	13.3	152.8	3.6	7.10	164	146.3	3.6	8.88
200	4.9	190.5	4.0	3.08	7.7	184.6	4.0	4.76	9.6	180.6	4.0	5.87	11.9	175.8	4.0	7.16	14.7	170.0	4.0	8.71	182	162.5	4.0	10.57
225	5.5	214.4	4.5	3.90	8.6	207.9	4.5	5.98	10.8	203.3	4.5	7.42	13.4	197.8	4.5	9.09	16.6	191.0	4.5	11.06	205	182.9	4.5	13.39
250	6.2	238.0	5.0	4.89	9.6	230.9	5.0	7.41	11.9	226.0	5.0	9.08	14.8	220.0	5.0	11.14	18.4	212.4	5.0	13.63	227	203.4	5.0	16.46
280	6.9	266.7	5.8	6.06	10.7	258.7	5.8	9.25	13.4	253.0	5.8	11.46	16.6	246.3	5.8	13.99	20.6	237.9	5.8	17.08	254	227.8	5.8	20.64
315	7.7	300.2	6.5	7.62	12.1	290.9	6.5	11.78	15.0	284.9	6.5	14.40	18.7	276.6	6.5	17.72	23.2	267.6	6.5	21.64	286	256.3	6.5	26.13
355	8.7	338.2	7.5	9.69	13.6	327.9	7.5	14.89	16.9	321.0	7.5	18.28	21.1	312.1	7.5	22.55	26.1	301.6	7.5	27.43	322	288.8	7.5	33.16
400	9.8	380.0	8.5	12.28	15.3	369.5	8.5	18.88	19.1	361.5	8.5	23.31	23.7	351.9	8.5	28.50	29.4	339.9	8.5	34.79	363	325.4	8.5	42.10
450	11.0	428.9	9.5	15.49	17.2	415.8	9.5	23.87	21.5	406.8	9.5	29.48	26.7	395.9	9.5	36.11	33.1	382.4	9.5	44.07	409	366.1	9.5	53.31
500	12.3	476.3	10.5	19.28	19.1	462.0	10.5	29.45	23.9	452.0	10.5	36.37	29.6	439.9	10.5	44.48	36.8	424.9	10.5	54.38	454	406.8	10.5	65.78
560	13.7	533.6	11.5	24.00	21.4	517.4	11.5	36.91	26.7	506.4	11.5	45.52	33.2	492.7	11.5	55.89	41.2	475.8	11.5	68.22	508	455.8	11.5	82.40
630	15.4	600.4	13.0	30.37	24.1	582.1	13.0	46.77	30.0	569.8	13.0	57.50	37.3	554.4	13.0	70.62	46.3	535.5	13.0	86.23	572	512.6	13.0	104.42
710	17.4	676.5	14.5	38.65	27.2	655.9	14.5	59.45	33.9	641.9	14.5	73.22	42.1	624.6	14.5	89.82	52.2	603.4	14.5	109.55	645	577.6	14.5	132.64
800	19.6	762.3	16.0	49.01	30.6	739.2	16.0	75.29	38.1	723.4	16.0	92.80	47.4	703.9	16.0	113.89	58.8	680.0	16.0	138.96	725	651.0	16.0	168.11
900	22.0	867.8	18.0	61.81	34.4	831.7	18.0	95.23	42.9	813.9	18.0	117.42	53.5	791.7	18.0	144.55	66.2	764.9	18.0	176.04	817	732.4	18.0	212.91
1000	24.5	952.9	20.0	76.54	38.2	924.1	20.0	117.50	47.7	904.2	20.0	145.07	59.3	879.8	20.0	178.06	72.5	852.1	20.0	214.41	903	814.9	20.0	261.40
1200	29.4	1143.1	24.0	110.14	45.9	1108.5	24.0	169.18	57.2	1084.7	24.0	208.73	67.9	1062.7	24.0	245.17	88.2	1020.0	24.0	312.54	-	-	-	-
1400	34.4	1332.6	28.0	150.19	53.2	1293.1	28.0	239.54	66.7	1266.1	28.0	283.64	82.4	1233.1	28.0	346.07	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	39.3	1522.3	32.0	195.75	61.3	1476.1	32.0	300.95	76.2	1447.0	32.0	370.23	94.1	1409.4	32.0	451.49	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 1 Dimensions des conduites HDPE PE100

3.4.2 Coefficient de dé-timbrage de l'HDPE

La hauteur maximale d'opération admissible de l'HDPE est dépendante de la température du fluide comme le montre la Figure 2. La pression maximale d'opération admissible se calcule en

multipliant la hauteur par g (accélération de la pesanteur 9.81m/s^2) ainsi que par la masse volumique d'eau à la température donnée.

Temp. °C	PN 4	PN 6.3	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20	PN25
20	40	63	80	100	125	160	200	250
25	40	63	80	100	125	160	200	250
30	38	59	75	94	118	150	188	235
35	36	56	71	89	112	143	179	224
40	34	53	68	84	106	135	169	221
45	32	50	64	80	100	127	159	199
50 (36y)	30	48	60	76	95	121	151	189
55 (24y)	29	45	57	72	89	115	143	179
60 (12y)	27	43	54	68	85	109	136	170
80 (1y)	21	34	43	53	67	86	107	134

Figure 2 Evolution de la pression maximale admissible en mètre d'eau en fonction de la température et du rating de la conduite (données issues du fournisseur Kingston Bridge)

3.5 Fluides

3.5.1 Eau de mer

La viscosité de l'eau de mer n'est pas prise en compte dans les calculs hydrauliques.

Masse volumique

Saison	Salinité	Température	Masse volumique
Février	35.0 à 35.5 g/kg	26 à 27 °C	1023.0 à 1023.5 kg/m ³
Mai	35.0 à 35.5 g/kg	24 à 25 °C	1023.0 à 1023.5 kg/m ³
Août	35.0 à 35.5 g/kg	21 à 22 °C	1024.0 à 1024.5 kg/m ³
Novembre	35.0 à 35.5 g/kg	23 à 24 °C	1023.5 à 1024.0 kg/m ³

Pour les calculs, la masse volumique de l'eau de mer choisie vaut 1025kg/m^3 . Cette valeur sert dans le modèle à calculer la contrepression en décharge de tuyauterie (en tenant compte de la profondeur au point de rejet).

3.5.2 Effluent

3.5.2.1 Masse volumique

Evolution de la masse volumique et de la viscosité de l'effluent selon la température.

T (°C)	ρ (kg/m ³)	μ (cP)
35	1007	0,72
37,5	1006	0,68
40	1005	0,65
42,5	1004	0,62
45	1003	0,60

Pour les calculs, la masse volumique choisie pour l'effluent sera 1010kg/m³.

3.5.2.2 Température de pompage

La température de l'effluent a un impact direct sur les performances de l'installation puisque la pression maximale d'opération de la conduite dépend de la température de l'effluent (Figure 2).

Dans le cadre de cette modification, PRNC a souhaité que les calculs soient réalisés sur la base d'une température de l'effluent de 35°C au lieu de considérer la température maximale de 40°C. En passant à une température de 35°C, les pressions maximales admissibles des différents tronçons d'HDPE sont augmentées de 59kPa (0.59 bar) pour le PN12.5 et de 78kPa (0.8 bar) pour le PN16.

Les pressions maximales admissibles sont :

- **1099kPa Gage pour les sections DN710 PN12.5 & DN800 PN12.5**
- **1403kPa Gage pour la section DN800 PN16**

4 COMPOSITION DE LA CONDUITE

Ci-après la partie ON-SHORE entre le bassin de désaération et la partie OFF-SHORE en passant par la chambre des vannes (Figure 3). Cette section de tuyauterie mesure près de 1700m et est composé des tuyauteries suivantes :

- PE100 DN710 PN12.5 (ID 603.4mm)
- PE100 DN800 PN16 (ID 651mm)
- Duplex DN600 Schedule 10 (ID 596.9mm)
- PE100 DN800 PN12.5 (ID 680mm)

Le tableau en annexe 4.1 donne le détail de l'ensemble de la conduite à partir du bassin jusqu'au diffuseur en mer.

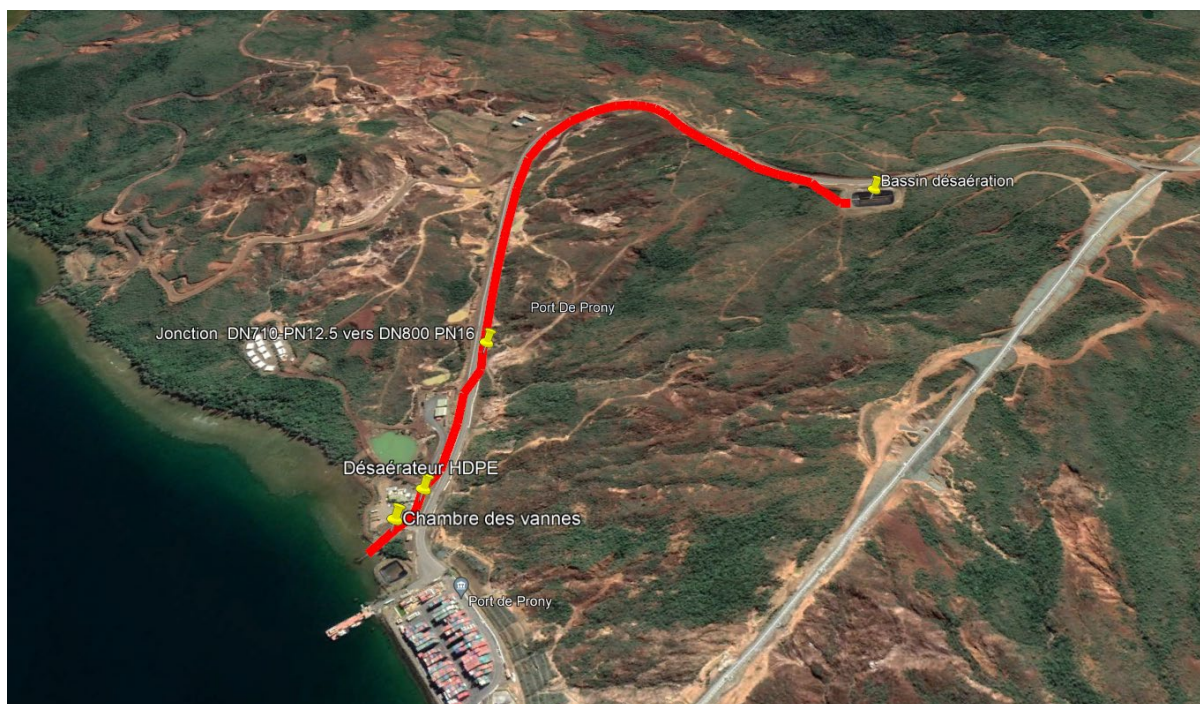


Figure 3 Tracé ON-SHORE

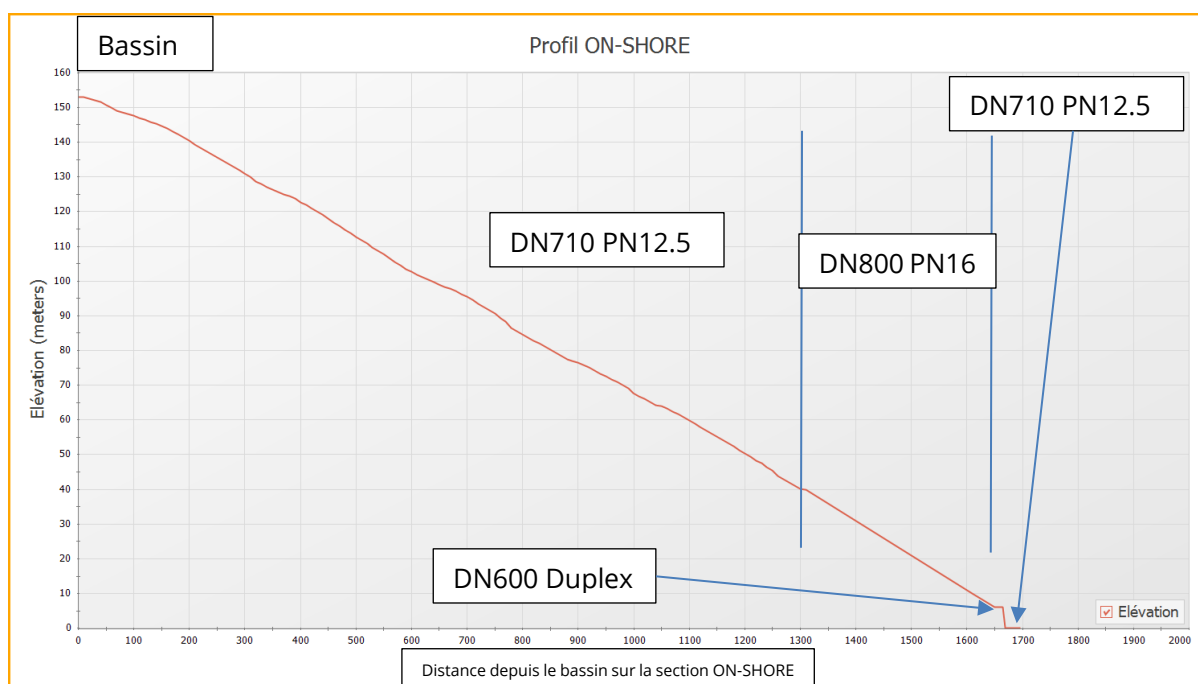


Figure 4 Profil de la partie ON-SHORE

Le profil altimétrique/bathymétrique complet est présenté ci-après (Figure 5).

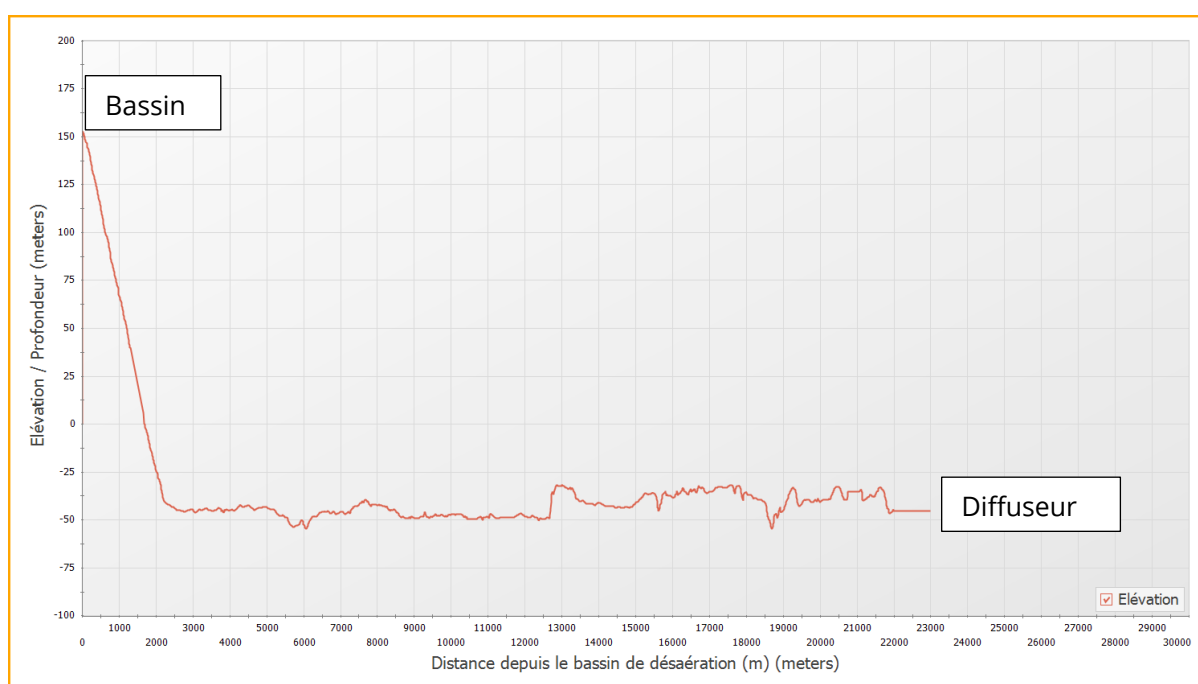


Figure 5 Profil complet de la conduite depuis le bassin (ON-SHORE + OFF-SHORE)

Le tracé de la partie OFF-SHORE complet est en annexe 4.2.

La conduite se termine par un diffuseur constitué de 200 trous de 40 mm de diamètre disposés sur 1 km de longueur à 45m de profondeur. Les détails sont en annexe 4.3.

5 MODELISATION HYDRAULIQUE

5.1 Présentation du modèle numérique FATHOM

L'écoulement hydraulique est gravitaire depuis le haut du col de Prony jusqu'au diffuseur.

La Figure 2 présente le modèle FATHOM initial employé pour la calibration. La jonction 219 de la figure impose un débit, ici $2500\text{m}^3/\text{h}$, au niveau du bassin de désaération (altimétrie 158m). De la jonction 219 à la jonction 225 s'étend la partie ON-SHORE de l'émissaire puis de la jonction 225 à la jonction 227 la partie OFF-SHORE.

La jonction 226 intègre les pertes de charges du diffuseur encrassé sur 2/3 de sa longueur. La jonction 227 est la décharge de l'émissaire située à une profondeur de 45m.

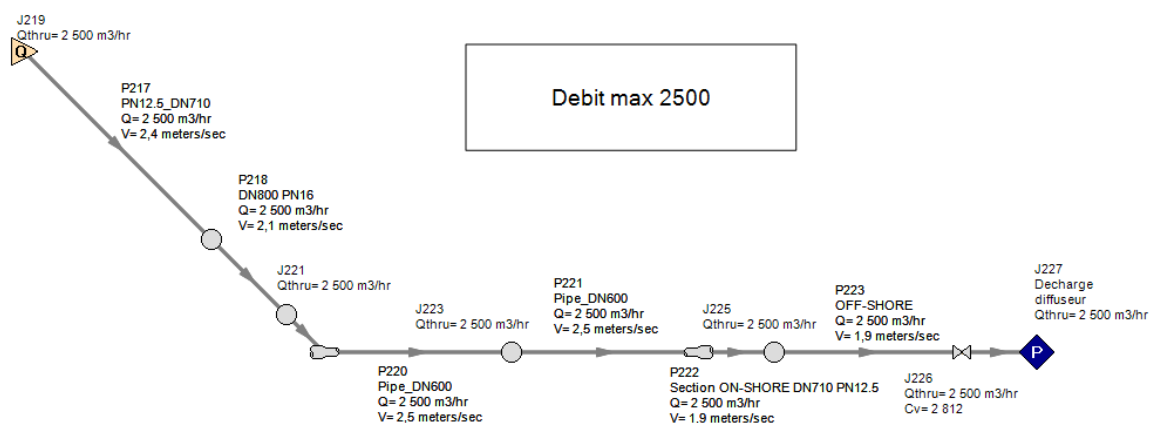


Figure 6 Modèle hydraulique circuit actuel

Les travaux de vérification indépendant de Norda Stelo sont intégrés dans l'annexe 5.1.

5.2 Modélisation de la tuyauterie actuelle et calibration du modèle

Le modèle est calibré à partir des pressostats situés au pied du col de Prony avant la plongée (285-PI-06504 et 285-PI-00030) et du débitmètre en décharge de la cuve 285-TNK-016 (285-FI-00835). Après plusieurs itérations, les résultats convergent pour une rugosité moyenne de 0.425mm → pression maximale de 1099kPaG au point de plongée @ $2500\text{m}^3/\text{h}$.

Pour la section OFF-SHORE, la pression de la mer s'oppose à la pression interne du fluide dans la conduite.

En mer, la pression effective se calcule comme suit :

$$P_{\text{effective}} = P_{\text{fluide}} - P_{\text{mer}}$$

La Figure 6 présente le modèle hydraulique filaire développé pour l'étude. Les résultats du modèle filaire sont présentés en Figure 7.

La pression maximale en tous points de la conduite a été calculée en tenant compte de la contrepression de la mer. Par itération, le débit d'effluent a été modifié jusqu'à atteindre la limite fixée par la pression maximale admissible de la conduite DN800 PN12.5, soit 1100kPaG.

A 2500m³/h, la pression maximale d'opération au niveau du DN800 PN12.5 est de 1100kPaG juste avant la plongée de la conduite. A noter que la pression interne dans la conduite est maximale 1700m plus loin et que la pression atteint 1500kPaG.

Les entrées et sorties du modèle sont en annexe 5.2.

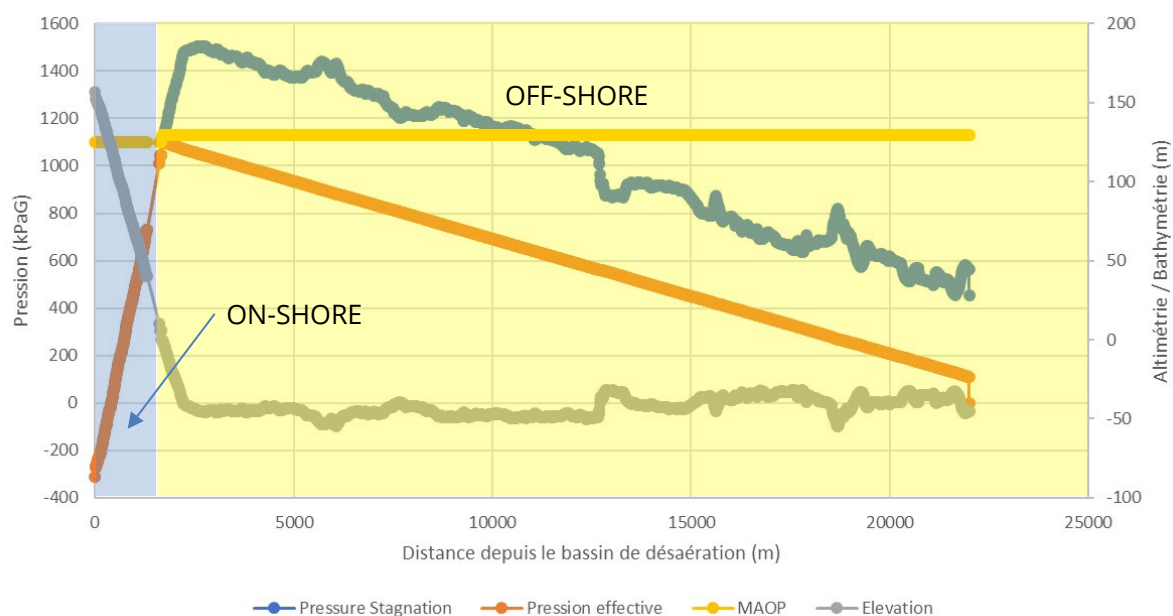


Figure 7 Résultat du modèle hydraulique pour le débit maximal sur le circuit actuel à 2500m³/h

Au design, le débit au travers du diffuseur diminue comme le montre la Figure 8. Cependant, les opérations ont rapporté que le diffuseur était bouché après 300m, seul 1/3 de ce dernier est actif. Le modèle montre que les pertes de charge additionnelles engendrées par ce bouchage sont assez faibles mais pas négligeables à hauts débits.

La Figure 9 montre le débit de pompage de l'usine à l'émissaire sur la dernière année et il est en moyenne de 1682m³/h.

A ce débit moyen, un diffuseur propre aurait un profil de débit comme défini sur la Figure 10. En première approximation, les solides sont retenus lorsque le débit moyen est inférieur à $1000\text{m}^3/\text{h}$.

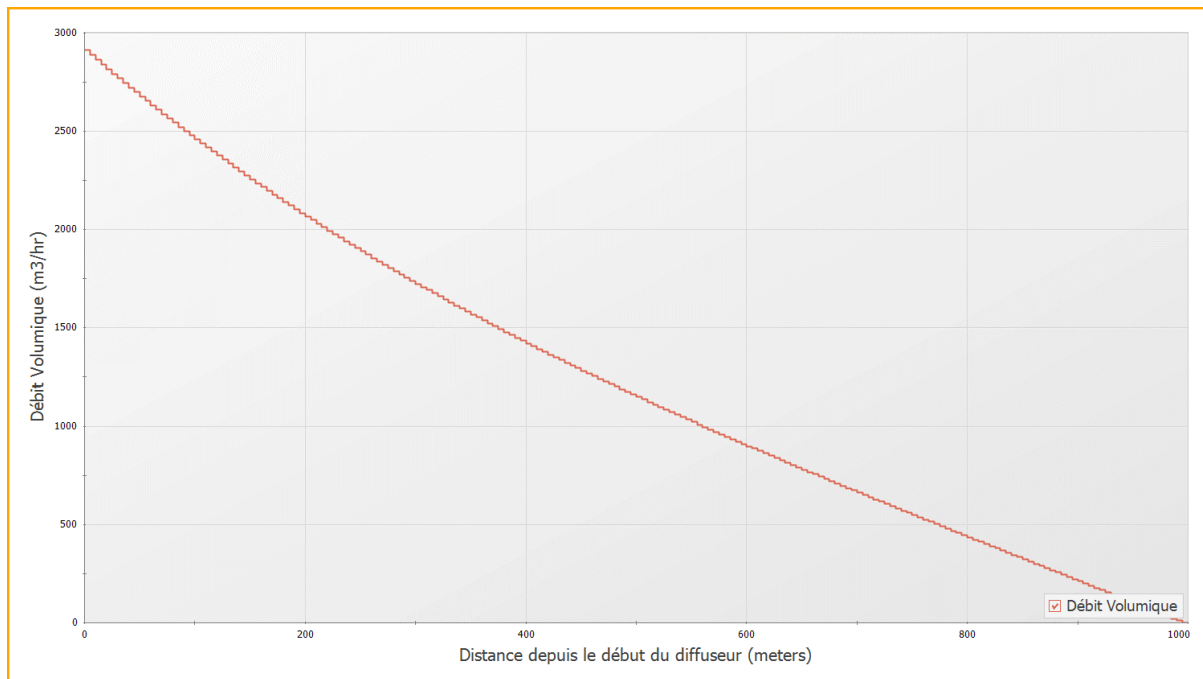


Figure 8 Débit dans le diffuseur propre à $3050\text{m}^3/\text{h}$

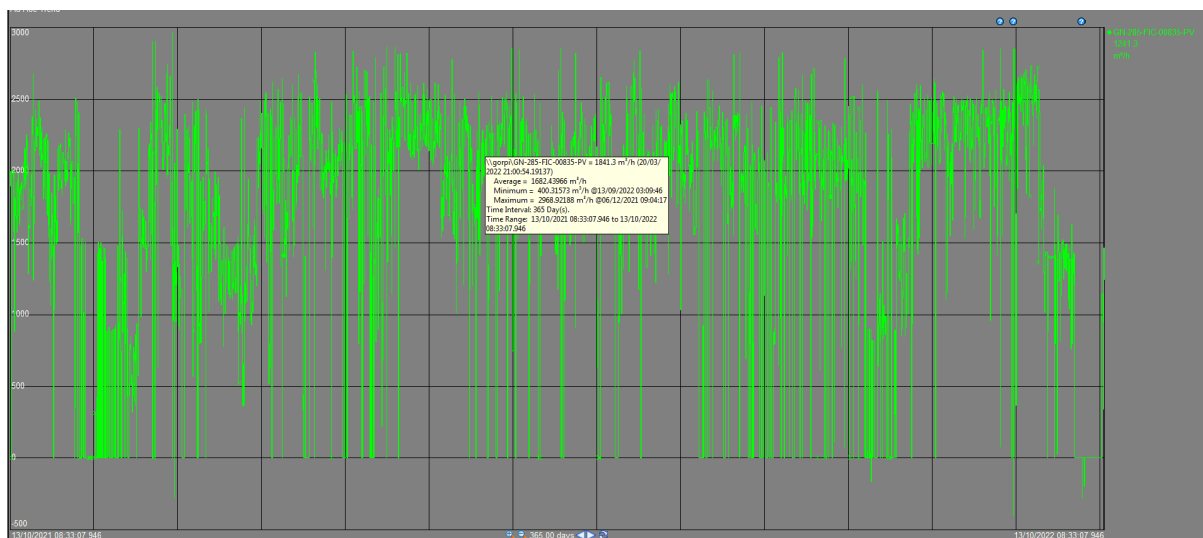


Figure 9 Pompes vers l'émissaire durant l'année

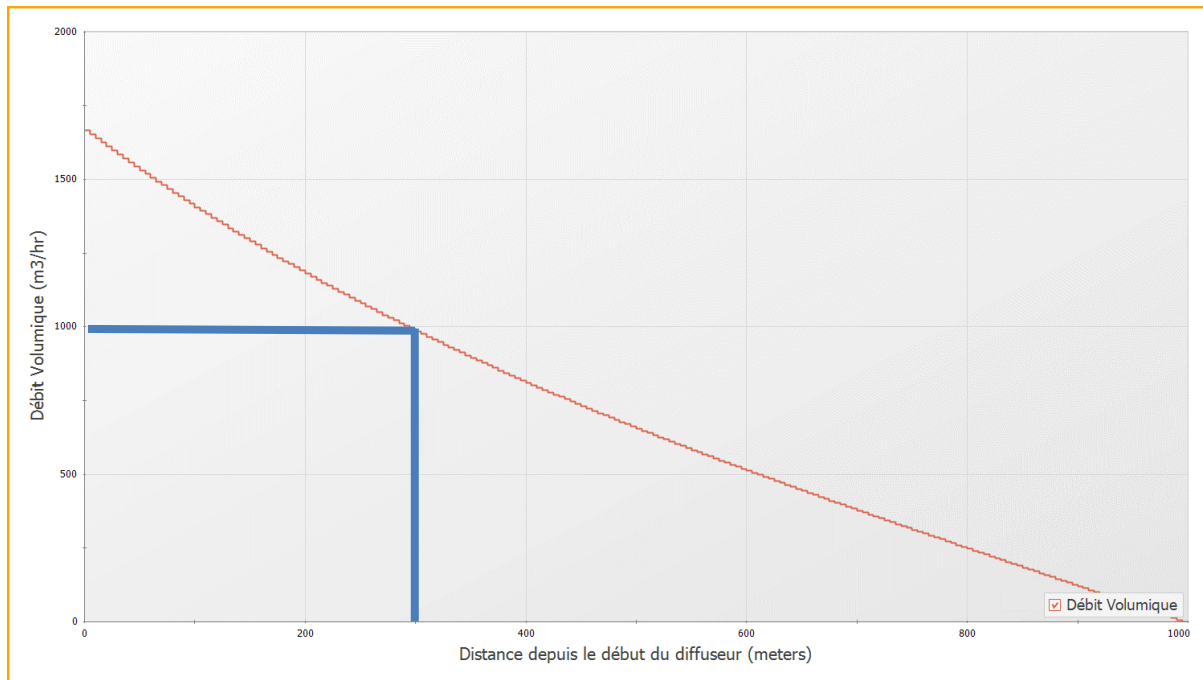


Figure 10 Débit moyen dans le diffuseur propre au débit moyen de l'usine

5.3 Intégration d'orifices de décharge en amont du diffuseur

5.3.1 Principe : Impact de l'intégration d'orifice sur la pression dans la conduite

L'ajout d'un ou de plusieurs orifice(s) de décharge sur la partie OFF-SHORE en amont du diffuseur permet de diminuer le débit en aval du ou des trou(s) et par conséquent de décroître la pression globale dans la conduite. Il s'agit d'une conclusion hydraulique évidente qui peut facilement être vérifiée grâce à un modèle numérique.

Les gains sont dépendants :

- De la position du ou des trou(s) → plus le trou est proche de la berge, plus le gain est important
- Du diamètre du ou des trou(s) → plus le diamètre est important, plus le gain est important
- D'un nombre de trou → plus il y a de trou, plus le gain est important

La Figure 11 présente un modèle théorique de l'émissaire partie OFF-SHORE uniquement introduisant un trou théorique de 100mm diamètre en C12. La figure présente deux circuits filaires pour comparer :

- Le 1^{er} de la jonction 1260 à la jonction 1258 représente l'émissaire actuel sans ajout d'orifice
- Le 2nd de la jonction 1264 à la jonction 1263 représente l'émissaire actuel intégrant un orifice de 100mm à C12

Nota : Le diamètre de 100mm est exagéré et est uniquement théorique. Il permet de mettre clairement en évidence le gain d'ajouter un ou des orifices sur l'émissaire pour en abaisser la pression.

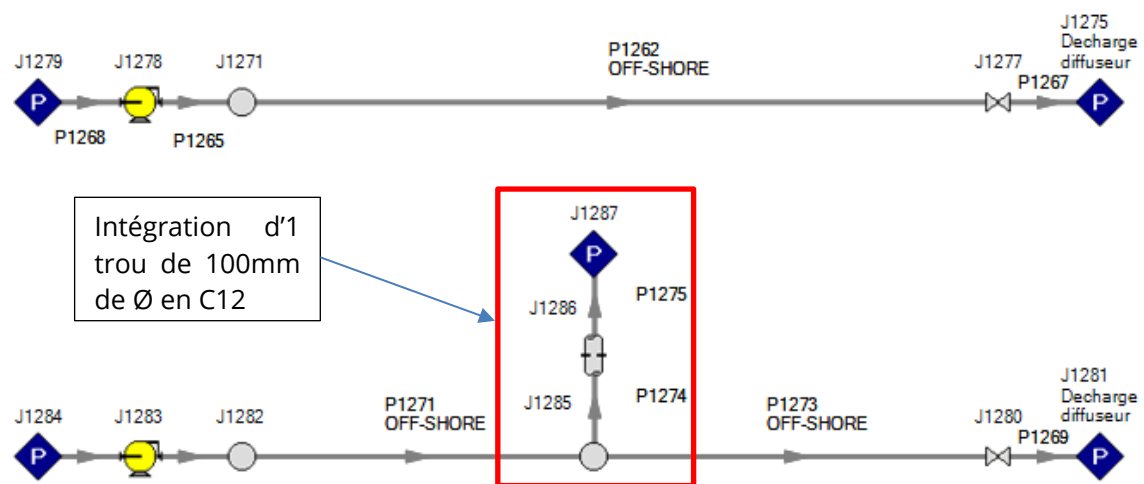


Figure 11 Comparaison hydraulique entre l'émissaire actuel et l'émissaire intégrant un trou de 100mm en C12

Les courbes réseaux des deux circuits sont présentées en Figure 12. La pression maximale, à la plongée de la conduite (départ section OFF-SHORE), est fortement impactée par l'intégration d'un orifice de 100mm en C12 comme le montre la courbe orange. A 2500m³/h, la pression maximale est abaissée de 297kPa (~3 bars) grâce à l'orifice (voir Figure 13).

Les courbes réseaux permettent de voir que pour une limite de 1100kPaG de pression d'opération, il serait possible d'atteindre 2926m³/h sur la conduite actuelle en intégrant un trou de 100mm en C12.

Cependant ce cas théorique « forcé » pour expliquer le principe d'intégrer un trou pour gagner en débit n'est pas acceptable puisque le débit de fuite par l'orifice est trop important >500m³/h.

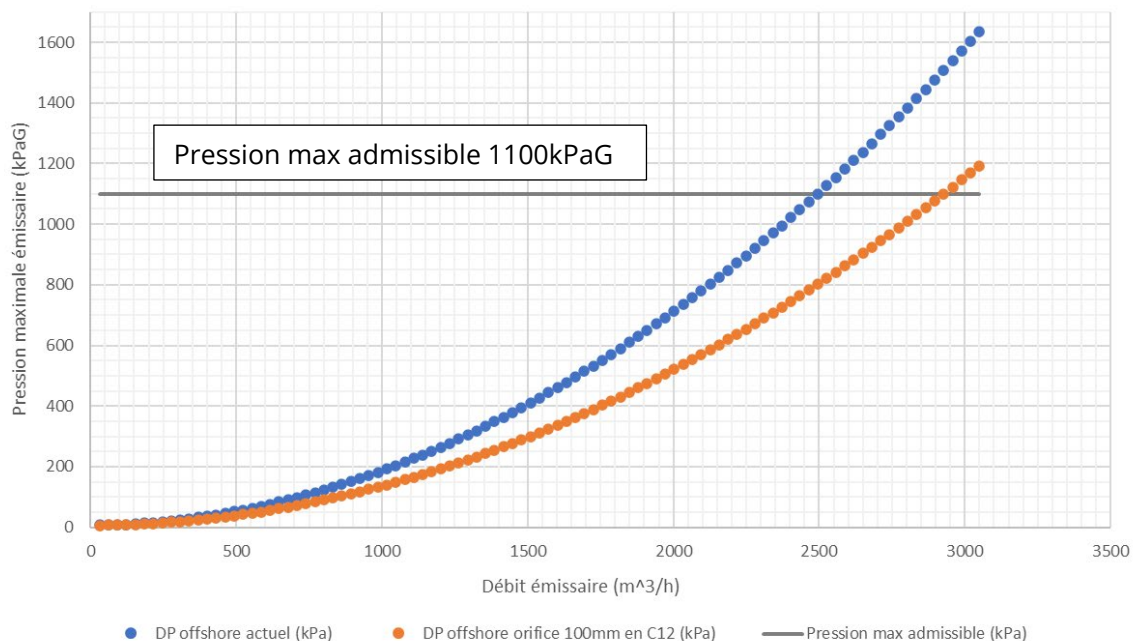


Figure 12 Courbes réseaux indiquant la pression maximale de l'émissaire en fonction du débit pour l'émissaire actuel et pour l'émissaire équipé d'un trou théorique de 100mm au niveau de C12

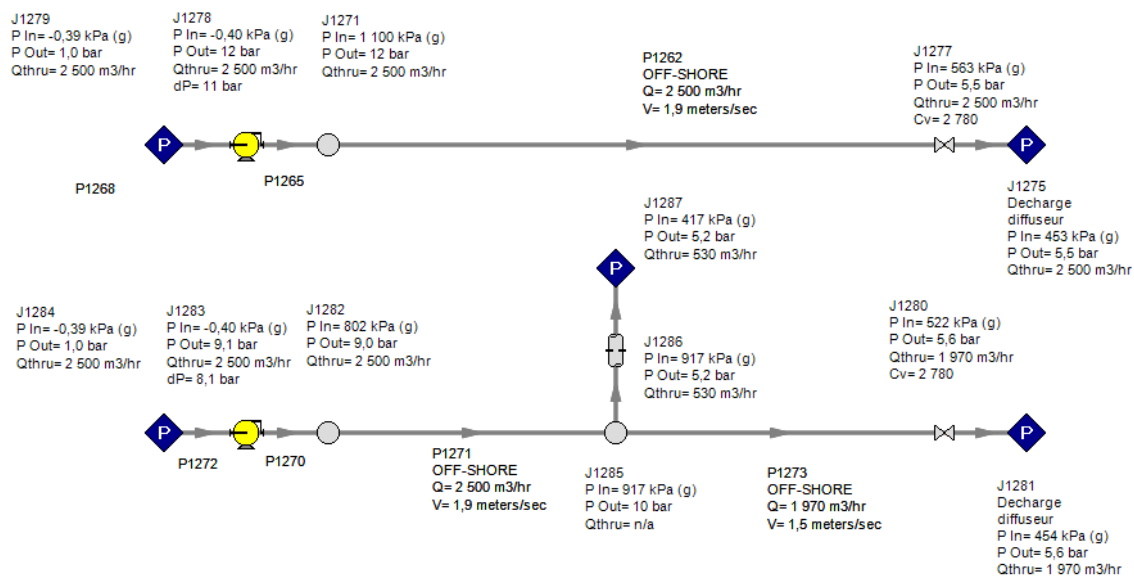


Figure 13 Résultats de la comparaison hydraulique en introduisant un orifice de sortie

Tel que le montre le scénario théorique précédent, l'ajout de trous en amont du diffuseur permet d'abaisser les pertes de charges du circuit et donc de gagner en débit. De plus, la diminution de la pression dans le circuit permet aussi d'opérer avec plus de sécurité en s'éloignant de la pression maximale d'opération.

5.3.2 Localisation des orifices et dimensionnement

Le positionnement, le nombre des trous ont été définis selon :

- un critère « environnemental » → la courantologie dans la baie au point de rejet afin de s'assurer une bonne diffusion
- les performances hydrauliques / **gain de débit** du système → par itération du modèle numérique intégrant des trous à différents chainages / avec différents diamètres

Pour atteindre 3050m³/h avec l'état actuel de l'émissaire (rugosité apparente de 0.425mm au lieu des 15µm pour du PE100 neuf), il est nécessaire de créer 10 trous de 42,5mm de diamètre entre C12 et C21. La Figure 14 présente le modèle et les résultats hydrauliques à 3050m³/h.

Les chainages sont renseignés sur le plan en annexe 4.3.

La courbe réseau du circuit est présentée en Figure 15. La pression maximale à 3050m³/h correspond à la pression maximale d'opération du PEHD PN12.5. La conduite actuelle subirait une pression maximale de 1633kPaG pour un débit de 3050m³/h, soit 5.33 bars au-delà de la pression maximale d'opération.

La Figure 19 détaille les pressions avant et après chaque trou, renseignant sur la pression interne dans la conduite et la pression extérieure générée par l'eau de mer. A 3050m³/h, le premier trou situé à C12 voit une pression interne de 1064kPaG et une pression externe de 423kPaG.

Les débits de fuite entre C12 et C21 varient entre 107m³/h et 84m³/h lorsque l'émissaire traite 3050m³/h d'effluent.

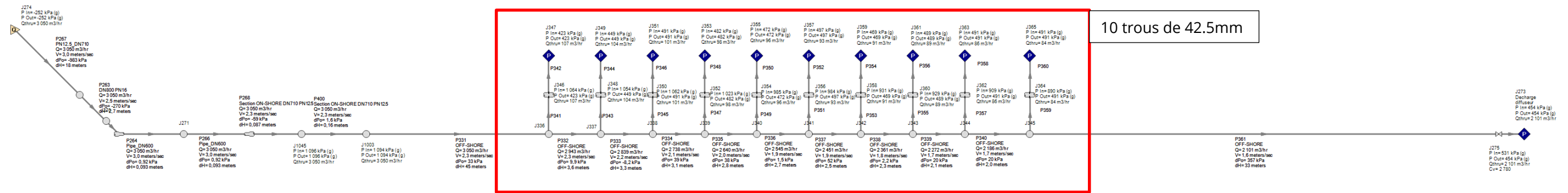


Figure 14 Intégration de 10 tous de 42,5mm de diamètre à chaque chainage depuis C12 jusqu'à C21

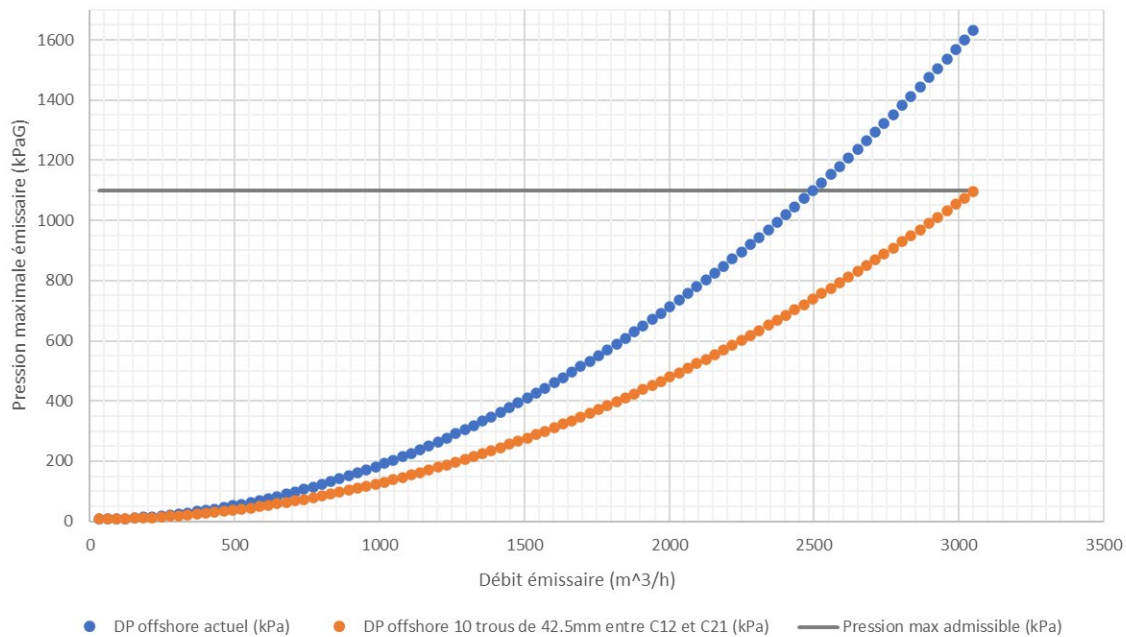


Figure 15 Courbes réseaux pour l'émission actuel et pour l'émission intégrant 10 trous de 42.5mm permettant d'atteindre 3050m³/h

5.3.3 Mise en œuvre par étape de la solution

Afin d'assurer un contrôle de la solution technique, un premier trou sera créé en C12 avec un diamètre de 42,5mm tel que défini dans le paragraphe précédent.

Ci-après trois points de fonctionnement pour le circuit avec 1 trou de 42,5mm en C12 :

- 800kPaG de pression max pour un débit de 2196m³/h (Figure 16). Sans trou, le débit vaut 2124m³/h.
- 900kPaG de pression max pour un débit de 2331m³/h (Figure 17). Sans trou, le débit vaut 2255m³/h.
- 1000kPaG de pression max pour un débit de 2459m³/h (Figure 18). Sans trou, le débit vaut 2379m³/h.

La Figure 19 montre la différence assez légère toutefois notable entre le circuit actuel et le circuit intégrant un trou en C12 de 42,5mm.

L'ajout d'un trou en C12 de 42,5mm et les mesures débit versus pression permettront de valider le modèle numérique et dans le cas où des différences seraient observées de corriger par un ajustement de la taille des 9 autres trous.

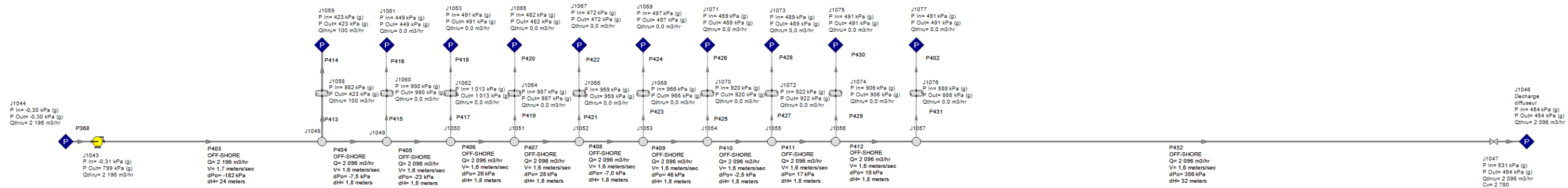


Figure 16 Pression maximale de 800kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit 2196m³/h

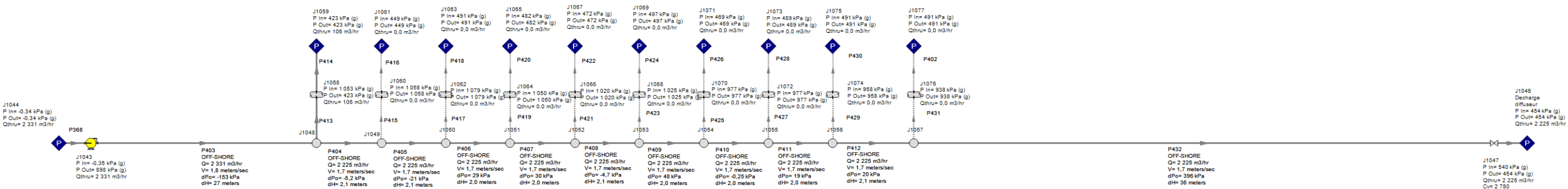


Figure 17 Pression maximale de 900kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit 2331m³/h

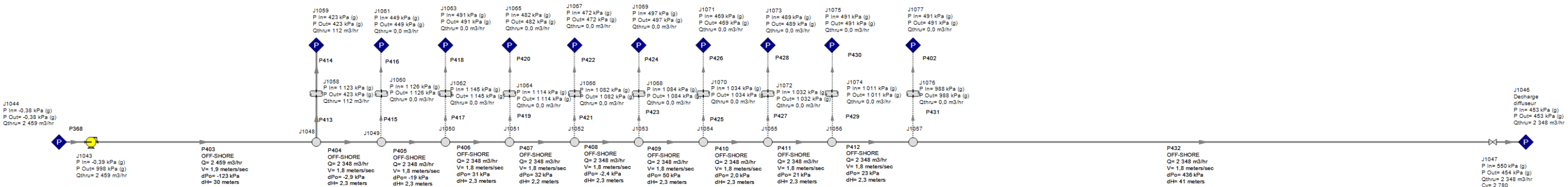


Figure 18 Pression maximale de 1000kPaG avec un trou de 42,5mm en C12 pour un débit 2459m³/h

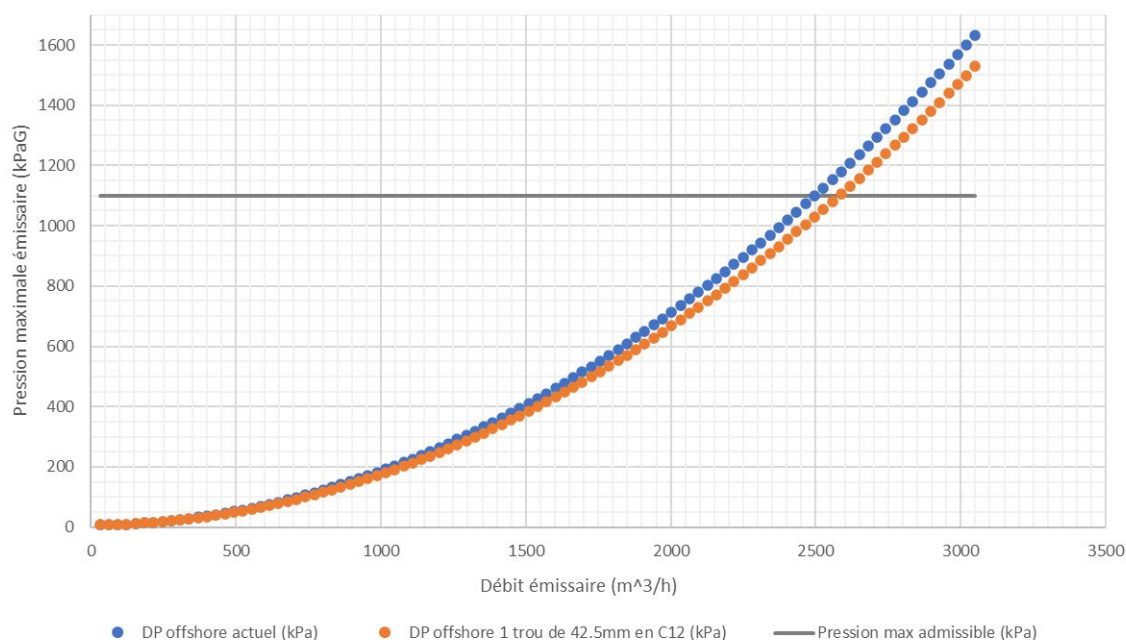


Figure 19 Courbes réseaux actuelle et avec 1 trou en C12 de 42,5mm

6 CONCLUSION

La période actuelle est critique avec un niveau dans la Kwé très important. Pour corriger la situation il faut être capable d'augmenter rapidement les capacités de pompage de l'émissaire afin d'atteindre si nécessaire les 3050m³/h.

La solution technique proposée par PRNC et étayée par cette note technique consiste intégrer des trous de 42,5mm entre les chainages C12 et C21, soit 10 trous.

La solution technique sera implémentée par étape afin valider et d'ajuster le dimensionnement des trous. Un premier trou en C12 sera effectué et un suivi de la pression versus le débit de l'émissaire permettra de vérifier si les résultats correspondent bien aux attendus.

Ensuite les 9 autres trous seront intégrés avec un diamètre de 42,5mm ou un diamètre ajusté fonction des résultats obtenus lors de la création du premier en C12.

7 ANNEXES

ANNEXE 1.1 : P&ID de l'émissaire marin

ANNEXE 4.1 : Composition de l'émissaire depuis le bassin de désaération

ANNEXE 4.2 : Disposition générale de la partie OFF-SHORE de l'émissaire marin

ANNEXE 4.3 : Plan du diffuseur

ANNEXE 5.1 : Vérification indépendante de Norda Stelo


Observation sur l'utilisation de ce rapport

Ce rapport, ainsi que les livrables / documents et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de la société A2EP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Les conclusions du présent rapport sont valables pour une durée maximum de deux ans, sous réserve de l'absence de modifications ou travaux concernant la zone du projet ou ses avoisinants. Au-delà ou en cas de modifications ou travaux concernant la zone du projet ou ses avoisinants, nous vous recommandons de faire réaliser par un bureau d'étude spécialisé une mission visant à apprécier les éventuelles évolutions des conditions et de leurs conséquences sur le projet.

A photograph of a group of people sitting around a table in a meeting, with a dark blue overlay. The text is positioned on the left side of the image.

ANNEXE 1.1 : P&ID de l'émissaire marin

A dark, semi-transparent blue overlay covers the entire page. In the background, a group of people are seated around a table in a meeting room, looking at documents and a laptop. The text is overlaid on the left side of the image.

ANNEXE 4.1 : Composition de l'émissaire depuis le bassin de désaération

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
0	0	DN710 PN12.5
10	152.9871063	
20	152.5594025	
30.00000191	152.0496979	
40	151.6580048	
50	150.6833954	
60	149.8896942	
70	149.0099945	
80	148.6069031	
90.00000763	148.136795	
100.0000076	147.5731964	
110.0000153	147.0466003	
120.0000153	146.4682007	
130.0000153	145.8742981	
140.0000305	145.3076935	
150.0000305	144.605896	
160.0000153	143.9499969	
170.0000305	143.1183014	
180.0000305	142.3220062	
190.0000305	141.3704071	
200.0000305	140.4864044	
210.0000458	139.3701935	
220.0000458	138.4629974	
230.0000458	137.5390015	
240.0000458	136.6374054	
250.000061	135.5200043	
260.000061	134.6235962	
270.000061	133.7420044	
280.000061	132.7756042	
290.000061	131.9474945	
300.000061	131.0350037	
310.0000916	130.0581055	
320.0000916	128.7626038	
330.000061	127.9634018	
340.000061	127.1380997	
350.0000305	126.3824997	
360.0000305	125.546402	
370	124.8950043	
380	124.4844055	
389.9999695	123.7027969	
399.9999695	122.7318039	
409.999939	121.8713989	
419.999939	120.9829025	
429.9999084	119.9935074	
439.9999084	119.0671082	
449.9998779	118.0229111	
459.9998779	116.9449997	
469.9998474	115.9417038	
479.9998474	114.8240967	
489.9998169	113.8421021	
499.9998169	112.7521973	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
509.9997864	111.7906113	DN710 PN12.5
519.9997559	110.70401	
529.9997559	109.7423096	
539.9997559	108.8399963	
549.9997559	107.7417068	
559.9996948	106.5859985	
569.9996948	105.4934006	
579.9996948	104.5329971	
589.9996948	103.4887009	
599.9996338	102.6314011	
609.9996338	101.7580032	
619.9996338	101.0390091	
629.9996338	100.2969971	
639.9996338	99.68180847	
649.9996338	98.93280029	
659.9996338	98.32620239	
669.9995728	97.7233963	
679.9995728	97.10420227	
689.9995728	96.21500397	
699.9995728	95.42299652	
709.9995117	94.56700134	
719.9995117	93.45140076	
729.9995117	92.53299713	
739.9995117	91.57659912	
749.9994507	90.5759964	
759.9994507	89.27799988	
769.9994507	88.23000336	
779.9994507	86.57080078	
789.9993896	85.60222626	
799.9993896	84.65630341	
809.9993896	83.79885101	
819.9993896	82.84207916	
829.9993286	82.10006714	
839.9993286	81.12422943	
849.9993286	80.17559052	
859.9993286	79.26046753	
869.9992676	78.37779999	
879.9992676	77.53636169	
889.9992676	77.07565308	
899.9992676	76.52539825	
909.9992676	75.78299713	
919.9992065	75.04940033	
929.9992065	74.26967621	
939.9992065	73.38921356	
949.9992065	72.62210083	
959.9991455	71.76303864	
969.9991455	70.98500061	
979.9991455	70.07308197	
989.9991455	69.04795837	
999.9990845	67.68182373	
1009.999084	66.87993622	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
1019.999084	66.04933929	DN710 PN12.5
1029.999023	65.20085907	
1039.999023	64.35099792	
1049.999023	64.09980011	
1059.999023	63.35955048	
1069.999023	62.48191071	
1079.999023	61.70700073	
1089.999023	60.78070831	
1099.998901	59.92702103	
1109.998901	58.95100403	
1119.998901	58.07001877	
1129.998901	57.05055237	
1139.998901	56.18819046	
1149.998901	55.23857498	
1159.998901	54.31697464	
1169.998901	53.26800156	
1179.998779	52.34980011	
1189.998779	51.26454163	
1199.998779	50.29351044	
1209.998779	49.35786819	
1219.998779	48.36800003	
1229.998779	47.47745132	
1239.998779	46.41690063	
1249.998779	45.37319946	
1259.998901	43.83383942	
1269.998901	42.90309525	
1279.999023	41.93596268	
1289.999023	41.04650116	
1299.999146	40.05522919	
1310	40	DN800 PN16
1310	40	
1610	10	
1610	10	
1650	6	DN600 Sch40 Duplex (chambre des vannes)
1650	6	
1656.5	6	
1656.5	6	
1663	6	DN800PN12.5 (Transition ON-SHORE / OFF-SHORE)
1663	6	
1665	6	
1669	0	
1697	0	
1697	0	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
1707	-0.805791676	
1717	-1.609964132	
1727	-2.417817116	
1737	-3.168363094	
1747	-3.966058016	
1757	-4.762761116	
1767	-5.603940964	
1777	-6.353159904	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
1787	-7.193199635	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
1797	-7.995543003	
1807	-8.728305817	
1817	-9.521954536	
1827	-10.39037037	
1837	-11.13358021	
1847	-11.93470097	
1857	-12.78757095	
1867	-13.46562958	
1877	-14.42000008	
1887	-15.3242197	
1897	-16.27407074	
1907	-17.27185059	
1917	-18.31999969	
1927	-18.79524994	
1937	-19.53144073	
1947	-20.04224968	
1957	-20.83960915	
1967.000122	-21.38826942	
1977.000122	-21.96385002	
1987.000122	-22.55360031	
1997.000122	-23.47426033	
2007.000122	-24.10771942	
2017.000122	-24.77238083	
2027.000122	-25.10471916	
2037	-25.80191231	
2047	-26.51590919	
2057	-27.24670029	
2067	-27.99616051	
2077	-28.37088013	
2087	-29.12059021	
2097	-29.87029076	
2107	-30.24514961	
2117	-31.08889198	
2127	-32.02666855	
2137	-32.96443939	
2147	-33.90222168	
2156.999756	-34.84000015	
2166.999756	-35.77777863	
2176.999756	-36.71556091	
2186.999756	-37.65333176	
2196.999756	-38.12221909	
2206.999756	-39.06000137	
2216.999756	-39.5933342	
2226.999756	-40.12667084	
2236.999756	-40.66000366	
2246.999756	-40.8266716	
2256.999756	-40.99333191	
2266.999756	-41.15999985	
2276.999756	-41.3266716	
2286.999756	-41.40999985	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
2296.999756	-41.5766716	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
2306.999756	-41.70417023	
2316.999512	-41.74833298	
2326.999756	-41.83666992	
2336.999756	-41.92499924	
2346.999512	-42.01332855	
2356.999512	-42.05749893	
2366.999512	-42.14582825	
2376.999512	-42.29000092	
2386.999512	-42.38999939	
2396.999512	-42.59000015	
2406.999512	-42.68999863	
2416.999512	-42.88999939	
2426.999512	-43.09000397	
2436.999512	-43.11444473	
2446.999512	-43.13888931	
2456.999512	-43.16333008	
2466.999512	-43.18777847	
2476.999512	-43.30332947	
2486.999512	-43.40667343	
2496.999512	-43.61333466	
2506.999268	-43.81999969	
2516.999268	-43.9233284	
2526.999268	-44.13000107	
2536.999268	-44.30110931	
2546.999268	-44.47222137	
2556.999268	-44.64332962	
2566.999268	-44.72888947	
2576.999268	-44.90000534	
2586.999268	-44.92285919	
2596.999268	-44.94570923	
2606.999268	-44.95714569	
2616.999268	-44.97999954	
2626.999268	-45.00286484	
2636.999268	-45.02571106	
2646.999268	-45.03713989	
2656.999268	-45.06000519	
2666.999268	-45.08285904	
2676.999023	-45.10570908	
2686.999023	-45.11714554	
2696.999023	-45.13999939	
2706.999023	-45.2346611	
2716.999023	-45.32933044	
2726.999023	-45.37667084	
2736.999023	-45.47132874	
2746.999023	-45.56600189	
2756.999023	-45.66067505	
2766.999023	-45.70800018	
2776.999023	-45.80266953	
2786.999023	-45.77799988	
2796.999023	-45.63400269	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
2806.999023	-45.49000168	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
2816.999023	-45.34600067	
2826.999023	-45.27399826	
2836.998779	-45.13000488	
2846.998779	-44.98600006	
2856.998779	-44.84199905	
2866.998779	-44.7595787	
2876.998779	-44.73875427	
2886.998779	-44.72833252	
2896.998779	-44.70750046	
2906.998779	-44.6866684	
2916.998779	-44.6658287	
2926.998779	-44.64500046	
2936.998779	-44.6345787	
2946.998779	-44.61375046	
2956.998779	-44.59292221	
2966.999023	-44.5720787	
2976.999023	-44.56167221	
2986.999023	-44.54083252	
2996.999023	-44.52000046	
3006.999268	-44.82889175	
3016.999268	-45.13777924	
3026.999268	-45.44667435	
3036.999268	-45.75555038	
3046.999512	-45.91000366	
3056.999512	-45.99000168	
3066.999512	-46.07000351	
3076.999512	-46.15000153	
3086.999756	-46.01333237	
3096.999756	-45.87667084	
3106.999756	-45.74000549	
3116.999756	-45.47999954	
3126.999756	-45.22000504	
3137	-44.95999908	
3147	-44.83000183	
3157	-44.56999969	
3167	-44.31000137	
3177.000244	-44.27111053	
3187.000244	-44.36222458	
3197.000244	-44.54444885	
3207.000244	-44.72666931	
3217.000488	-44.81777954	
3227.000488	-45.00000381	
3237.000488	-44.89599991	
3247.000488	-44.84400177	
3257.000732	-44.74000549	
3267.000732	-44.63600159	
3277.000732	-44.58399963	
3287.000732	-44.48000336	
3297.000977	-44.37599945	
3307.000977	-44.32400131	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
3317.000977	-44.22000504	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
3327.000977	-44.15333176	
3337.001221	-44.08667374	
3347.001221	-44.02000046	
3357.001221	-43.95333099	
3367.001221	-43.88666916	
3377.001465	-43.81999969	
3387.001465	-44.02833176	
3397.001465	-44.23667145	
3407.001465	-44.44499969	
3417.001709	-44.65333176	
3427.001709	-44.86167145	
3437.001709	-45.06999969	
3447.001709	-45.06777954	
3457.001953	-45.06666946	
3467.001953	-45.06444931	
3477.001953	-45.06333542	
3487.001953	-45.06111145	
3497.002197	-45.09667206	
3507.002197	-45.13333893	
3517.002197	-45.20666885	
3527.002197	-45.27999878	
3537.002197	-45.3533287	
3547.002441	-45.3900032	
3557.002441	-45.29666901	
3567.002441	-45.20333099	
3577.002441	-45.11000061	
3587.002686	-45.06333542	
3597.002686	-44.97000122	
3607.002686	-44.87667084	
3617.002686	-44.83000183	
3627.00293	-44.73667526	
3637.00293	-44.64332962	
3647.00293	-44.55000305	
3657.00293	-44.33222198	
3667.003174	-44.11444092	
3677.003174	-43.8966713	
3687.003174	-43.67889404	
3697.003174	-43.63334274	
3707.003418	-43.69667435	
3717.003418	-43.82332993	
3727.003418	-43.95000076	
3737.003418	-44.02333069	
3747.003662	-44.13333893	
3757.003662	-44.42832947	
3767.003662	-45.20333099	
3777.003662	-45.72000122	
3787.003906	-45.49666977	
3797.003906	-45.04999924	
3807.003906	-45.49000168	
3817.003906	-45.7100029	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
3827.00415	-46.15000153	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
3837.00415	-46.08000183	
3847.00415	-45.5	
3857.00415	-44.63000107	
3867.004395	-44.65999985	
3877.004395	-44.72000122	
3887.004395	-44.77999878	
3897.004395	-44.77777863	
3907.004639	-44.71333313	
3917.004639	-44.64889526	
3927.004639	-44.58444977	
3937.004639	-44.52000046	
3947.004639	-44.71333313	
3957.004883	-44.84222031	
3967.004883	-44.97111113	
3977.004883	-45.10000229	
3987.004883	-45.08444977	
3997.005127	-45.06888962	
4007.005127	-45.05332947	
4017.005127	-45.03778076	
4027.005127	-44.9411087	
4037.005371	-44.67444992	
4047.005371	-44.49666977	
4057.005371	-44.31888962	
4067.005371	-44.34000015	
4077.005615	-44.56000137	
4087.005615	-44.77999878	
4097.005859	-45.00000381	
4107.005859	-45.11000061	
4117.005859	-45.15222168	
4127.005859	-44.94889069	
4137.005859	-44.8133316	
4147.005859	-44.67778015	
4157.005859	-44.53110886	
4167.005859	-44.45222092	
4177.006348	-44.29444885	
4187.006348	-44.13666916	
4197.006348	-43.97888947	
4207.006348	-43.7733345	
4217.006348	-43.52000046	
4227.006348	-43.39332962	
4237.006348	-43.13999939	
4247.006348	-42.88667297	
4257.006836	-42.63333893	
4267.006836	-42.38000107	
4277.006836	-42.12667084	
4287.006836	-42	
4297.006836	-42.26667023	
4307.006836	-42.40000153	
4317.006836	-42.66667175	
4327.006836	-42.93333435	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
4337.006836	-43.06666946	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
4347.007324	-43.18267059	
4357.007324	-43.14799881	
4367.007324	-43.13066101	
4377.007324	-43.09600067	
4387.007324	-43.06132889	
4397.007324	-43.04400253	
4407.007324	-43.00933456	
4417.007324	-42.97467041	
4427.007813	-42.95733261	
4437.007813	-42.88334274	
4447.007813	-42.77000046	
4457.007813	-42.65666962	
4467.007813	-42.54333496	
4477.007813	-42.43000031	
4487.007813	-42.31666946	
4497.007813	-42.20333099	
4507.008301	-42.09000015	
4517.008301	-42.19295883	
4527.008301	-42.39889145	
4537.008301	-42.60482407	
4547.008301	-42.81074142	
4557.008301	-43.01667404	
4567.008301	-43.11962891	
4577.008301	-43.32555008	
4587.008789	-43.53147888	
4597.008789	-43.73741531	
4607.008789	-43.84037018	
4617.008789	-44.04629898	
4627.008789	-44.25222015	
4637.008789	-44.45815277	
4647.008789	-44.66407013	
4657.008789	-44.76704025	
4667.009277	-44.81444931	
4677.009277	-44.70333099	
4687.009277	-44.59222412	
4697.009277	-44.48110962	
4707.009277	-44.42556	
4717.009277	-44.30500412	
4727.009277	-44.17500305	
4737.009277	-44.04500198	
4747.009277	-43.91500473	
4757.009766	-43.78500366	
4767.009766	-43.59000015	
4777.009766	-43.58095551	
4787.009766	-43.56285858	
4797.009766	-43.54476166	
4807.009766	-43.53570938	
4817.009766	-43.51762009	
4827.009766	-43.49952316	
4837.010254	-43.48143005	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
4847.010254	-43.47238541	
4857.010254	-43.45428467	
4867.010254	-43.43619156	
4877.010254	-43.41809082	
4887.010254	-43.40904999	
4897.010254	-43.38333893	
4907.010254	-43.35000229	
4917.010742	-43.31666946	
4927.010742	-43.28332901	
4937.010742	-43.26667023	
4947.010742	-43.23332977	
4957.010742	-43.20000076	
4967.010742	-43.16667175	
4977.010742	-43.21133041	
4987.010742	-43.33400345	
4997.01123	-43.39532852	
5007.01123	-43.51800537	
5017.01123	-43.64067078	
5027.01123	-43.76332855	
5037.01123	-43.88600159	
5047.01123	-44.00867081	
5057.01123	-44.09999847	
5067.01123	-44.13000107	
5077.011719	-44.19000244	
5087.011719	-44.25	
5097.011719	-44.27999878	
5107.011719	-44.34000015	
5117.011719	-44.34333038	
5127.011719	-44.34667206	
5137.011719	-44.35000229	
5147.011719	-44.3533287	
5157.011719	-44.35499954	
5167.012207	-44.35832977	
5177.012207	-44.36167526	
5187.012207	-44.36500549	
5197.012207	-44.36832809	
5207.012207	-44.36999893	
5217.012207	-44.67250061	
5227.012207	-44.97499847	
5237.012207	-45.27750015	
5247.012695	-45.42874908	
5257.012695	-45.73125076	
5267.012695	-46.03374863	
5277.012695	-46.18500137	
5287.012695	-46.48749924	
5297.012695	-46.79000092	
5307.012695	-46.94124985	
5317.012695	-47.24375534	
5327.013184	-47.5462532	
5337.013184	-47.69749832	
5347.013184	-48	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
5357.013184	-47.96889114	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
5367.013184	-47.93778229	
5377.013184	-47.90667343	
5387.013184	-47.87556076	
5397.013184	-47.81777954	
5407.013672	-47.73332977	
5417.013672	-47.64889145	
5427.013672	-47.60667038	
5437.013672	-47.52222061	
5447.013672	-47.59777832	
5457.013672	-47.83332825	
5467.013672	-47.95111084	
5477.013672	-48.1866684	
5487.01416	-48.42221832	
5497.01416	-48.5408287	
5507.01416	-48.54250336	
5517.01416	-48.54417419	
5527.01416	-48.54583359	
5537.01416	-48.54750061	
5547.01416	-48.54917145	
5557.01416	-48.82083893	
5567.01416	-49.36249924	
5577.014648	-49.63333893	
5587.014648	-50.17499924	
5597.014648	-50.71667099	
5607.014648	-51.25834274	
5617.014648	-51.52917099	
5627.014648	-51.92889023	
5637.014648	-52.18667221	
5647.014648	-52.31555939	
5657.015137	-52.57332993	
5667.015137	-52.70222092	
5677.015137	-52.95999908	
5687.015137	-53.19667053	
5697.015137	-53.31499863	
5707.015137	-53.55167007	
5717.015137	-53.64500046	
5727.015137	-53.59500504	
5737.015625	-53.56999969	
5747.015625	-53.52000427	
5757.015625	-53.47000122	
5767.015625	-53.42000198	
5777.015625	-53.39500046	
5787.015625	-53.26333237	
5797.015625	-53.04999924	
5807.015625	-52.83667374	
5817.016113	-52.71583557	
5827.016113	-52.7016716	
5837.016113	-52.6733284	
5847.016113	-52.64500046	
5857.016113	-52.61666489	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
5867.016113	-52.58832932	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
5877.016113	-52.56000137	
5887.016113	-52.29000473	
5897.016113	-51.75	
5907.016602	-51.20999908	
5917.016602	-50.75	
5927.016602	-50.56000137	
5937.016602	-50.18000412	
5947.016602	-49.99000168	
5957.016602	-50.07778168	
5967.016602	-50.3555603	
5977.016602	-50.91110992	
5987.01709	-51.4666748	
5997.01709	-51.74444962	
6007.01709	-52.29999924	
6017.01709	-52.63167191	
6027.01709	-53.29499817	
6037.01709	-53.95833206	
6047.01709	-54.29000473	
6057.01709	-54.38667297	
6067.017578	-54.48332977	
6077.017578	-54.53167343	
6087.017578	-54.39556503	
6097.017578	-53.84222031	
6107.017578	-53.47333145	
6117.017578	-53.10443878	
6127.017578	-52.66999817	
6137.017578	-52.16999817	
6147.018066	-51.67000198	
6157.018066	-51.16999817	
6167.018066	-50.46500015	
6177.018066	-50.05500031	
6187.018066	-49.64500427	
6197.018066	-49.44000244	
6207.018066	-48.87332916	
6217.018066	-48.55667496	
6227.018555	-48.49000549	
6237.018555	-48.4233284	
6247.018555	-48.3433342	
6257.018555	-48.25	
6267.018555	-48.15666962	
6277.018555	-48.0633316	
6287.018555	-47.97000122	
6297.018555	-48.04499817	
6307.018555	-48.19499969	
6317.019043	-48.34500504	
6327.019043	-48.36333084	
6337.019043	-48.25	
6347.019043	-48.13667297	
6357.019043	-48.08000183	
6367.019043	-47.96667099	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
6377.019043	-47.75834274	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
6387.019043	-47.45500183	
6397.019531	-47.15167236	
6407.019531	-46.8983345	
6417.019531	-46.69499969	
6427.019531	-46.49166107	
6437.019531	-46.34000015	
6447.019531	-46.18999863	
6457.019531	-46.09000015	
6467.019531	-45.99000168	
6477.02002	-45.91381073	
6487.02002	-45.86141968	
6497.02002	-45.80904007	
6507.02002	-45.78284454	
6517.02002	-45.73046112	
6527.02002	-45.67807388	
6537.02002	-45.62569046	
6547.02002	-45.57330322	
6557.020508	-45.52140427	
6567.020508	-45.49570084	
6577.020508	-45.50468445	
6587.020508	-45.60723114	
6597.020508	-45.67359924	
6607.020508	-45.73711014	
6617.020508	-45.79924393	
6627.020508	-45.86000061	
6637.020996	-45.66867447	
6647.020996	-45.54652405	
6657.020996	-45.36848068	
6667.020996	-45.40401077	
6677.020996	-45.68135071	
6687.020996	-45.86000061	
6697.020996	-46.17371368	
6707.020996	-46.47351456	
6717.020996	-46.75999832	
6727.020996	-46.69329834	
6737.020996	-46.66067505	
6747.020996	-46.75133896	
6757.020996	-46.5950737	
6767.020996	-46.09643936	
6777.021484	-45.76977539	
6787.021484	-46.34000015	
6797.021484	-45.71976471	
6807.021484	-45.42797089	
6817.021484	-45.52000427	
6827.021484	-45.82316971	
6837.021484	-46.06387329	
6847.021484	-46.36777878	
6857.021973	-46.78889465	
6867.021973	-47.05640411	
6877.021973	-46.98450089	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
6887.021973	-46.90919876	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
6897.021973	-46.83029938	
6907.021973	-46.74766159	
6917.021973	-46.6908493	
6927.021973	-46.60158539	
6937.022461	-46.53923035	
6947.022461	-46.47541046	
6957.022461	-46.37590027	
6967.022461	-46.3074913	
6977.022461	-46.2358284	
6987.022461	-46.1289444	
6997.022461	-45.91775894	
7007.022461	-45.77966309	
7017.022949	-45.58000565	
7027.022949	-45.63759995	
7037.022949	-45.69373322	
7047.022949	-45.74837875	
7057.022949	-45.80025101	
7067.022949	-45.87539291	
7077.022949	-45.98822021	
7087.022949	-46.24892044	
7097.023438	-46.49795151	
7107.023438	-46.73583984	
7117.023438	-47.0365448	
7127.023438	-47.03548431	
7137.023438	-46.92710876	
7147.023438	-46.78978348	
7157.023438	-46.66178131	
7167.023438	-46.48537827	
7177.023438	-46.30561066	
7187.023926	-46.08806992	
7197.023926	-45.68999863	
7207.023926	-45.74142075	
7217.023926	-45.79547119	
7227.023926	-45.7364006	
7237.023926	-46.08922958	
7247.023926	-46.43883896	
7257.023926	-46.64881897	
7267.024414	-45.99101257	
7277.024414	-45.1042099	
7287.024414	-44.75905991	
7297.024414	-44.68846512	
7307.024414	-44.38504028	
7317.024414	-44.15675354	
7327.024414	-43.94124985	
7337.024414	-43.81999969	
7347.024902	-43.56068039	
7357.024902	-43.37863159	
7367.024902	-43.09587097	
7377.024902	-42.99258041	
7387.024902	-42.96995926	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
7397.024902	-42.94628143	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
7407.024902	-42.93000412	
7417.024902	-42.8985405	
7427.025391	-42.86631012	
7437.025391	-42.81602859	
7447.025391	-42.78144073	
7457.025391	-42.74517441	
7467.025391	-42.72703934	
7477.025391	-42.68901443	
7487.025391	-42.53554916	
7497.025391	-42.39888382	
7507.025879	-42.25999832	
7517.025879	-41.61286926	
7527.025879	-40.97000122	
7537.025879	-41.06481934	
7547.025879	-41.20408249	
7557.025879	-41.09333038	
7567.025879	-40.9366684	
7577.025879	-40.54545212	
7587.025879	-40.31545258	
7597.026367	-40.16704941	
7607.026367	-40.32114029	
7617.026367	-40.5429306	
7627.026367	-40.75576019	
7637.026367	-40.95999908	
7647.026367	-40.3490715	
7657.026367	-39.71955109	
7667.026367	-39.59980011	
7677.026855	-39.44734955	
7687.026855	-39.62083817	
7697.026855	-40.02999878	
7707.026855	-40.01170349	
7717.026855	-39.99000168	
7727.026855	-40.5966301	
7737.026855	-40.38333893	
7747.026855	-40.34575272	
7757.027344	-40.63000107	
7767.027344	-41.41083908	
7777.027344	-41.75506973	
7787.027344	-41.75	
7797.027344	-41.7432518	
7807.027344	-42.12000275	
7817.027344	-42.65999985	
7827.027344	-42.65999985	
7837.027832	-42.48410034	
7847.027832	-42.21184158	
7857.027832	-42.02312469	
7867.027832	-41.84626007	
7877.027832	-41.87879181	
7887.027832	-41.9300499	
7897.027832	-41.96596909	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
7907.027832	-42.00278854	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
7917.02832	-42.04052353	
7927.02832	-42.09999847	
7937.02832	-42.06742477	
7947.02832	-42.03408051	
7957.02832	-42	
7967.02832	-42.09056091	
7977.02832	-42.13582993	
7987.02832	-42.2292099	
7997.02832	-42.3205986	
8007.028809	-42.36529922	
8017.028809	-42.28380966	
8027.028809	-42.16048431	
8037.028809	-42.04000092	
8047.028809	-42.10250092	
8057.028809	-42.19371414	
8067.028809	-42.28123474	
8077.028809	-42.22521973	
8087.029297	-42.1009407	
8097.029297	-42.19728088	
8107.029297	-42.3503418	
8117.029297	-42.43033981	
8127.029297	-42.52531052	
8137.029297	-42.59864044	
8147.029297	-42.67891312	
8157.029297	-42.69187927	
8167.029785	-42.70834351	
8177.029785	-42.81000137	
8187.029785	-42.90279007	
8197.029297	-42.72261047	
8207.030273	-42.68714523	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
8217.030273	-43.01427078	
8227.030273	-43.25801086	
8237.030273	-43.33134079	
8247.030273	-42.96686935	
8257.030273	-42.94562912	
8267.030273	-43.59230423	
8277.030273	-43.89012146	
8287.030273	-44.09340286	
8297.030273	-44.55686188	
8307.030273	-44.65999985	
8317.030273	-44.86000061	
8327.030273	-44.77000427	
8337.030273	-44.66956329	
8347.030273	-45.13999939	
8357.030273	-45.11080933	
8367.030273	-44.99000168	
8377.03125	-44.54000092	
8387.03125	-44.74427032	
8397.03125	-44.8221283	
8407.03125	-44.77893066	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
8417.03125	-44.71825409	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
8427.03125	-44.6699028	
8437.03125	-44.6191597	
8447.03125	-44.5658989	
8457.03125	-44.52863312	
8467.03125	-44.66077042	
8477.03125	-44.8938942	
8487.03125	-45.0552597	
8497.03125	-45.30657959	
8507.03125	-45.47920227	
8517.03125	-45.75006485	
8527.03125	-45.93898392	
8537.032227	-46.13225937	
8547.032227	-46.32989502	
8557.032227	-46.53662872	
8567.032227	-46.77071381	
8577.032227	-47.03213501	
8587.032227	-47.44039917	
8597.032227	-47.72013092	
8607.032227	-47.96778488	
8617.032227	-48.07555008	
8627.032227	-48.29111481	
8637.032227	-48.50667191	
8647.032227	-48.72222137	
8657.032227	-48.7298317	
8667.032227	-48.62966919	
8677.032227	-48.42932892	
8687.032227	-48.22899246	
8697.033203	-48.02965927	
8707.033203	-48.05197525	
8717.033203	-48.29589844	
8727.033203	-48.52907944	
8737.033203	-48.75711441	
8747.033203	-48.98000336	
8757.033203	-49.03107834	
8767.033203	-49.10554123	
8777.033203	-49.18333435	
8787.033203	-49.29000092	
8797.033203	-49.29000092	
8807.033203	-49.29000092	
8817.033203	-49.23041916	
8827.033203	-49.17037201	
8837.033203	-49.10987091	
8847.033203	-49.05195999	
8857.033203	-48.96767044	
8867.03418	-48.72000504	
8877.03418	-48.27999878	
8887.03418	-48.95333481	
8897.03418	-48.90999985	
8907.03418	-48.15000153	
8917.03418	-48.22212982	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
8927.03418	-48.29595947	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
8937.03418	-48.37149048	
8947.03418	-48.45061874	
8957.03418	-48.53162003	
8967.03418	-48.61449432	
8977.03418	-48.65729141	
8987.03418	-48.74288177	
8997.03418	-48.82859039	
9007.03418	-48.91429901	
9017.03418	-49	
9027.035156	-48.99375534	
9037.035156	-48.98123932	
9047.035156	-48.96876144	
9057.035156	-48.96252441	
9067.035156	-48.95042038	
9077.035156	-48.93861008	
9087.035156	-48.92708969	
9097.035156	-48.91611099	
9107.035156	-48.90540314	
9117.035156	-48.89494324	
9127.035156	-48.88497925	
9137.035156	-48.82044983	
9147.035156	-48.6443634	
9157.035156	-48.47579956	
9167.035156	-48.36667252	
9177.035156	-48.20999146	
9187.035156	-48.06000137	
9197.036133	-48.11365509	
9207.036133	-48.1649704	
9217.036133	-48.22971344	
9227.036133	-48.27598953	
9237.036133	-48.33457947	
9247.036133	-48.38999939	
9257.036133	-47.4600029	
9267.036133	-46.60647964	
9277.036133	-45.79999924	
9287.036133	-46.15574265	
9297.036133	-46.01573944	
9307.036133	-46.67056274	
9317.036133	-47.86260986	
9327.036133	-47.65000534	
9337.036133	-48.05286407	
9347.036133	-48.40000534	
9357.037109	-48.59954071	
9367.037109	-48.28621292	
9377.037109	-48.17667007	
9387.037109	-48.61442947	
9397.037109	-49.04290009	
9407.037109	-48.89914322	
9417.037109	-48.70484924	
9427.037109	-48.50999832	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
9437.037109	-48.34479904	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
9447.037109	-48.1715889	
9457.037109	-48.05053329	
9467.037109	-48.17236328	
9477.037109	-48.35902023	
9487.037109	-48.47945023	
9497.037109	-48.33834457	
9507.037109	-48.19052887	
9517.038086	-47.96176147	
9527.038086	-47.80321121	
9537.038086	-47.64097977	
9547.038086	-47.47100067	
9557.038086	-47.29698181	
9567.038086	-47.20794296	
9577.038086	-47.02593994	
9587.038086	-46.84000015	
9597.038086	-47.39500046	
9607.038086	-47.95000458	
9617.038086	-47.95999908	
9627.038086	-47.97000122	
9637.038086	-47.98000336	
9647.038086	-47.77000046	
9657.038086	-47.63000107	
9667.038086	-47.5847435	
9677.038086	-47.65888977	
9687.039063	-47.70822525	
9697.039063	-47.756073	
9707.039063	-47.66543961	
9717.039063	-47.43632889	
9727.039063	-47.21878433	
9737.039063	-47.18307495	
9747.039063	-47.32921982	
9757.039063	-47.54000092	
9767.039063	-47.59556961	
9777.039063	-47.67665482	
9787.039063	-47.75442886	
9797.039063	-47.82656097	
9807.039063	-47.96409225	
9817.039063	-48.09527969	
9827.039063	-48.18000031	
9837.039063	-48.08764267	
9847.040039	-48	
9857.040039	-47.71733093	
9867.040039	-47.81164932	
9877.040039	-48.26062393	
9887.040039	-48.37921143	
9897.040039	-47.99000168	
9907.040039	-47.20598984	
9917.040039	-47.34225845	
9927.040039	-47.4222908	
9937.040039	-47.30894852	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
9947.040039	-47.01564407	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
9957.040039	-46.97092819	
9967.040039	-47.24853134	
9977.040039	-47.39966965	
9987.040039	-47.27674866	
9997.040039	-47.19221878	
10007.04004	-47.05931091	
10017.04102	-46.96643066	
10027.04102	-46.89957047	
10037.04102	-46.86809158	
10047.04102	-46.84639359	
10057.04102	-46.81283951	
10067.04102	-46.79000092	
10077.04102	-46.79508972	
10087.04102	-46.79999924	
10097.04102	-47.06667328	
10107.04102	-47.37333298	
10117.04102	-47.40999985	
10127.04102	-46.79000092	
10137.04102	-46.81069183	
10147.04102	-46.84272385	
10157.04102	-46.86492157	
10167.04102	-46.88764191	
10177.04199	-46.91146088	
10187.04199	-46.94832993	
10197.04199	-46.97389221	
10207.04199	-47.00006104	
10217.04199	-47.01377106	
10227.04199	-47.04117966	
10237.04199	-47.06988144	
10247.04199	-47.09886932	
10257.04199	-47.12817001	
10267.04199	-47.14281082	
10277.04199	-47.17211151	
10287.04199	-47.20140457	
10297.04199	-47.23070526	
10307.04199	-47.24534988	
10317.04199	-47.45705414	
10327.04199	-47.85115051	
10337.04199	-48.23866272	
10347.04297	-48.6182785	
10357.04297	-48.76074982	
10367.04297	-48.30226135	
10377.04297	-47.86074829	
10387.04297	-48.07332993	
10397.04297	-48.86201477	
10407.04297	-48.63069153	
10417.04297	-48.47999954	
10427.04297	-48.30000305	
10437.04297	-48.69253922	
10447.04297	-49.29627228	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
10457.04297	-49.49731064	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
10467.04297	-49.49192047	
10477.04297	-49.48627472	
10487.04297	-49.48048401	
10497.04297	-49.47454834	
10507.04395	-49.46833038	
10517.04395	-49.46522141	
10527.04395	-49.45886993	
10537.04395	-49.45252991	
10547.04395	-49.44934845	
10557.04395	-49.44300079	
10567.04395	-49.43666077	
10577.04395	-49.4303093	
10587.04395	-49.4271431	
10597.04395	-49.42078018	
10607.04395	-49.41444016	
10617.04395	-49.4080925	
10627.04395	-49.40491104	
10637.04395	-49.39857101	
10647.04395	-49.39221954	
10657.04395	-49.38904953	
10667.04492	-49.38270187	
10677.04492	-49.3763504	
10687.04492	-49.37000275	
10697.04492	-49.30324173	
10707.04492	-49.16971207	
10717.04492	-49.03617859	
10727.04492	-48.90330505	
10737.04492	-48.83718109	
10747.04492	-48.70776367	
10757.04492	-48.58115005	
10767.04492	-48.46038055	
10777.04492	-48.36302185	
10787.04492	-48.25352097	
10797.04492	-48.18244934	
10807.04492	-48.08000183	
10817.04492	-48.46276474	
10827.04492	-49.02058029	
10837.0459	-49.37919998	
10847.0459	-49.78427505	
10857.0459	-49.86380005	
10867.0459	-49.06999969	
10877.0459	-48.64216995	
10887.0459	-48.60651398	
10897.0459	-48.54999924	
10907.0459	-48.56516266	
10917.0459	-48.58000183	
10927.0459	-48.61999893	
10937.0459	-48.5959053	
10947.0459	-48.53128052	
10957.0459	-48.41453934	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
10967.0459	-48.22999954	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
10977.0459	-48.29729843	
10987.0459	-48.45474243	
10997.04688	-48.6970253	
11007.04688	-48.68413162	
11017.04688	-47.9574585	
11027.04688	-48.99000168	
11037.04688	-48.4796524	
11047.04688	-46.88999939	
11057.04688	-47.5291214	
11067.04688	-46.85969543	
11077.04688	-46.62614822	
11087.04688	-46.87292099	
11097.04688	-47.06150055	
11107.04688	-47.24888992	
11117.04688	-47.44515228	
11127.04688	-47.65071106	
11137.04688	-47.86598969	
11147.04688	-48.01398087	
11157.04688	-48.24649429	
11167.04785	-48.40883255	
11177.04785	-48.54273987	
11187.04785	-48.6482048	
11197.04785	-48.75875092	
11207.04785	-48.92988968	
11217.04785	-48.98783493	
11227.04785	-49.10928345	
11237.04785	-49.1786232	
11247.04785	-49.19585419	
11257.04785	-49.21380997	
11267.04785	-49.23186111	
11277.04785	-49.25	
11287.04785	-49.14733887	
11297.04785	-49.04467392	
11307.04785	-48.94200516	
11317.04785	-48.83933258	
11327.04883	-48.7879982	
11337.04883	-48.68532944	
11347.04883	-48.5826683	
11357.04883	-48.47999954	
11367.04883	-48.51250076	
11377.04883	-48.52875137	
11387.04883	-48.56124878	
11397.04883	-48.59375	
11407.04883	-48.61000061	
11417.04883	-48.64250183	
11427.04883	-48.65875244	
11437.04883	-48.69125366	
11447.04883	-48.72375107	
11457.04883	-48.74000168	
11467.04883	-48.77249908	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
11477.04883	-48.80500412	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
11487.0498	-48.82125473	
11497.0498	-48.85374832	
11507.0498	-48.85805893	
11517.0498	-48.8461113	
11527.0498	-48.82221985	
11537.0498	-48.7983284	
11547.0498	-48.7863884	
11557.0498	-48.76250458	
11567.0498	-48.73861313	
11577.0498	-48.71472549	
11587.0498	-48.70278168	
11597.0498	-48.67889023	
11607.0498	-48.65499878	
11617.0498	-48.64305115	
11627.0498	-48.61917114	
11637.0498	-48.59527969	
11647.0498	-48.58332825	
11657.05078	-48.55944061	
11667.05078	-48.53556442	
11677.05078	-48.51167297	
11687.0498	-48.49972534	
11697.0498	-48.47583389	
11707.0498	-48.45195007	
11717.0498	-48.38000107	
11727.0498	-48.31999969	
11737.0498	-48.20000458	
11747.0498	-48.08000183	
11757.05078	-47.95999908	
11767.05078	-47.84000015	
11777.05078	-47.72000504	
11787.05078	-47.63832855	
11797.05078	-47.47500229	
11807.05078	-47.39332962	
11817.05078	-47.22999954	
11827.05078	-47.14833069	
11837.05078	-46.98500061	
11847.05078	-46.82167435	
11857.05078	-46.74000168	
11867.05078	-46.73332977	
11877.05078	-46.72666931	
11887.05078	-46.72000122	
11897.05078	-46.71332932	
11907.05078	-46.70666885	
11917.05176	-46.70333099	
11927.05176	-46.82749939	
11937.05176	-47.08250427	
11947.05176	-47.20999908	
11957.05176	-47.46500015	
11967.05176	-47.59249878	
11977.05176	-47.84749985	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
11987.05176	-48.10250092	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
11997.05176	-48.22999954	
12007.05176	-48.2322197	
12017.05176	-48.23444366	
12027.05176	-48.23554993	
12037.05176	-48.23778152	
12047.05176	-48.24000549	
12057.05176	-48.2906723	
12067.05176	-48.39200211	
12077.05176	-48.49332809	
12087.05273	-48.54399872	
12097.05273	-48.64532852	
12107.05273	-48.69599915	
12117.05273	-48.79732895	
12127.05273	-48.8986702	
12137.05273	-48.94932938	
12147.05273	-48.82889557	
12157.05273	-48.48667526	
12167.05273	-48.31555939	
12177.05273	-47.97333145	
12187.05273	-47.80222321	
12197.05273	-47.4600029	
12207.05273	-47.65666962	
12217.05273	-47.75500107	
12227.05273	-47.95167542	
12237.05273	-48.14833069	
12247.05371	-48.24666977	
12257.05371	-48.44333267	
12267.05371	-48.63999939	
12277.05371	-48.6355629	
12287.05371	-48.63333893	
12297.05371	-48.62889099	
12307.05371	-48.62444305	
12317.05371	-48.61999893	
12327.05371	-48.8088913	
12337.05371	-49.1866684	
12347.05371	-49.56444931	
12357.05371	-49.75333023	
12367.05371	-50.13111115	
12377.05371	-50.17111206	
12387.05371	-49.87332916	
12397.05371	-49.57555008	
12407.05371	-49.27777863	
12417.05469	-48.98000336	
12427.05469	-49.0826683	
12437.05469	-49.18532944	
12447.05469	-49.28800201	
12457.05469	-49.39067078	
12467.05469	-49.49332809	
12477.05469	-49.59600067	
12487.05469	-49.69866943	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
12497.05469	-49.7025032	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
12507.05469	-49.65499878	
12517.05469	-49.56000519	
12527.05469	-49.46500015	
12537.05469	-49.41749954	
12547.05469	-49.32249832	
12557.05469	-49.22750092	
12567.05469	-49.10889053	
12577.05566	-49.03778076	
12587.05566	-48.89556122	
12597.05566	-48.75333023	
12607.05566	-48.68222046	
12617.05566	-48.54000092	
12627.05566	-48.64222336	
12637.05566	-48.69332886	
12647.05566	-48.79556274	
12657.05566	-48.89778519	
12667.05566	-49	
12677.05566	-47.41667557	
12687.05566	-45.04167557	
12697.05566	-44.25	
12707.05566	-40.12332916	
12717.05566	-37.58499908	
12727.05566	-36.63499832	
12737.05664	-35.68500137	
12747.05664	-35.39556122	
12757.05664	-35.76667023	
12767.05664	-36.13777924	
12777.05664	-36.50888824	
12787.05664	-36.69443893	
12797.05664	-35.62332916	
12807.05664	-34.36666107	
12817.05664	-33.11000061	
12827.05664	-32.68452835	
12837.05664	-32.26786041	
12847.05664	-31.86000252	
12857.05664	-31.91135979	
12867.05664	-31.96149063	
12877.05664	-32.01039124	
12887.05664	-32.05694962	
12897.05664	-32.10237885	
12907.05762	-32.1678009	
12917.05762	-32.20999908	
12927.05762	-32.22241974	
12937.05762	-32.24048996	
12947.05762	-32.25772858	
12957.05762	-32.26877975	
12967.05762	-32.28470993	
12977.05762	-32.30482864	
12987.05762	-32.31911087	
12997.05762	-32.33274078	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
13007.05762	-32.34999847	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
13017.05762	-31.63239098	
13027.05762	-32.45999908	
13037.05762	-31.96999931	
13047.05762	-32.17018127	
13057.05762	-32.32740021	
13067.05859	-32.49145126	
13077.05859	-32.66262054	
13087.05859	-32.84011078	
13097.05859	-32.96033859	
13107.05859	-33.15000153	
13117.05859	-33.10942078	
13127.05859	-33.04692078	
13137.05859	-32.98194122	
13147.05859	-33.11277008	
13157.05859	-33.41830826	
13167.05859	-33.73944092	
13177.05859	-33.79669189	
13187.05859	-33.59006882	
13197.05859	-33.37377793	
13207.05859	-33.26564026	
13217.05859	-33.04188156	
13227.05859	-33.1033287	
13237.05957	-33.45000076	
13247.05957	-33.79666901	
13257.05957	-33.81000137	
13267.05957	-33.49000168	
13277.05957	-33.33000183	
13287.05957	-33.00999832	
13297.05957	-33.38000107	
13307.05957	-34.11999893	
13317.05957	-34.59333038	
13327.05957	-35.06666946	
13337.05957	-35.54000092	
13347.05957	-36.21667099	
13357.05957	-36.89332962	
13367.05957	-37.82332993	
13377.05957	-38.33000183	
13387.05957	-38.83666992	
13397.06055	-39.06222153	
13407.06055	-39.00667191	
13417.06055	-38.95111084	
13427.06055	-38.89556122	
13437.06055	-38.9822197	
13447.06055	-39.26667023	
13457.06055	-39.55111313	
13467.06055	-39.83555984	
13477.06055	-40.11999893	
13487.06055	-40.32500076	
13497.06055	-40.53000259	
13507.06055	-40.45222092	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
13517.06055	-40.29667282	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
13527.06055	-40.14110947	
13537.06055	-39.98554993	
13547.06055	-39.83000183	
13557.06152	-39.90333176	
13567.06152	-39.97667313	
13577.06152	-40.04999924	
13587.06152	-40.12332916	
13597.06152	-40.25999832	
13607.06152	-40.45999908	
13617.06152	-40.56000519	
13627.06152	-40.76000214	
13637.06152	-40.86000061	
13647.06152	-41.06000137	
13657.06152	-41.15999985	
13667.06152	-41.36000061	
13677.06152	-41.36370468	
13687.06152	-41.36740875	
13697.06152	-41.3692627	
13707.06152	-41.37295914	
13717.06152	-41.37667084	
13727.0625	-41.38037109	
13737.0625	-41.38407898	
13747.0625	-41.38592911	
13757.0625	-41.38963318	
13767.0625	-41.39332962	
13777.0625	-41.39704132	
13787.0625	-41.39889145	
13797.0625	-41.40259552	
13807.0625	-41.40629959	
13817.0625	-41.40999985	
13827.0625	-41.52867126	
13837.0625	-41.64733887	
13847.0625	-41.76599884	
13857.0625	-41.82533264	
13867.0625	-41.94400406	
13877.0625	-42.06267166	
13887.06348	-42.18133163	
13897.06348	-42.29999924	
13907.06348	-42.16333008	
13917.06348	-41.8900032	
13927.06348	-41.61666107	
13937.06348	-41.47666931	
13947.06348	-41.47000504	
13957.06348	-41.45999908	
13967.06348	-41.22999954	
13977.06348	-41	
13987.06348	-40.77000046	
13997.06348	-40.87166977	
14007.06348	-40.92250443	
14017.06348	-41.02416992	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
14027.06348	-41.07500076	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
14037.06348	-41.17667389	
14047.06348	-41.27833176	
14057.06445	-41.32917023	
14067.06445	-41.44832993	
14077.06445	-41.51667023	
14087.06445	-41.65333176	
14097.06445	-41.79000473	
14107.06445	-41.85832977	
14117.06445	-41.99499893	
14127.06445	-42.13167191	
14137.06445	-42.20000076	
14147.06445	-42.33332825	
14157.06445	-42.4666748	
14167.06445	-42.53332901	
14177.06445	-42.66667175	
14187.06445	-42.73332977	
14197.06445	-42.80184937	
14207.06445	-42.80556107	
14217.06543	-42.80926132	
14227.06543	-42.81111145	
14237.06543	-42.81481934	
14247.06543	-42.81852341	
14257.06543	-42.82221985	
14267.06543	-42.82593155	
14277.06543	-42.82963181	
14287.06543	-42.83147812	
14297.06543	-42.83518982	
14307.06543	-42.83889389	
14317.06543	-42.84259033	
14327.06543	-42.84629059	
14337.06543	-42.84814835	
14347.06543	-42.81888962	
14357.06543	-42.75667572	
14367.06543	-42.69444275	
14377.06641	-42.66333008	
14387.06641	-42.60110855	
14397.06641	-42.69667435	
14407.06641	-42.82332993	
14417.06641	-43.0766716	
14427.06641	-43.20333099	
14437.06641	-43.45666885	
14447.06641	-43.70999908	
14457.06641	-43.68167496	
14467.06641	-43.62500381	
14477.06641	-43.56833267	
14487.06641	-43.51166916	
14497.06641	-43.48333359	
14507.06641	-43.42667007	
14517.06641	-43.36999893	
14527.06641	-43.3133316	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
14537.06641	-43.28499985	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
14547.06738	-43.2283287	
14557.06738	-43.23500443	
14567.06738	-43.30500031	
14577.06738	-43.34000015	
14587.06738	-43.41000366	
14597.06738	-43.48000336	
14607.06738	-43.54999924	
14617.06738	-43.61999893	
14627.06738	-43.65500259	
14637.06738	-43.72500229	
14647.06738	-43.79499817	
14657.06738	-43.76082993	
14667.06738	-43.62250137	
14677.06738	-43.55332947	
14687.06738	-43.41500092	
14697.06738	-43.27667236	
14707.06836	-43.13832855	
14717.06836	-43.06917191	
14727.06836	-43.02169037	
14737.06836	-43.06505966	
14747.06836	-43.10633087	
14757.06836	-43.12698364	
14767.06836	-43.18231964	
14777.06836	-43.3034935	
14787.06836	-43.58031845	
14797.06836	-43.75999832	
14807.06836	-43.30960464	
14817.06836	-43.09000397	
14827.06836	-43.77000427	
14837.06836	-43.6840744	
14847.06836	-43.59613037	
14857.06836	-43.50616837	
14867.06836	-43.36489487	
14877.06934	-43.26628113	
14887.06934	-43.1653595	
14897.06934	-43.06212234	
14907.06934	-43.00808334	
14917.06934	-42.90000153	
14927.06934	-42.15999985	
14937.06934	-41.79000473	
14947.06934	-41.89333344	
14957.06934	-41.99666977	
14967.06934	-42.0483284	
14977.06934	-41.87667084	
14987.06934	-41.54167557	
14997.06934	-41.32833481	
15007.06934	-41.0233345	
15017.06934	-40.82000351	
15027.06934	-40.63000107	
15037.07031	-40.50333405	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
15047.07031	-40.43999863	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
15057.07031	-40.48667526	
15067.07031	-40.31766891	
15077.07031	-39.93299103	
15087.07031	-39.56433105	
15097.07031	-39.32667542	
15107.07031	-39.22000122	
15117.07031	-39.12221146	
15127.07031	-39.02222824	
15137.07031	-38.92007065	
15147.07031	-38.81335831	
15157.07031	-38.60131073	
15167.07031	-38.28392029	
15177.07031	-37.96595001	
15187.07031	-37.64796829	
15197.07031	-37.33000183	
15207.07129	-37	
15217.07129	-36.83499908	
15227.07129	-36.50500107	
15237.07129	-36.34000015	
15247.07129	-36.23686981	
15257.07129	-36.13373947	
15267.07129	-36.08218002	
15277.07129	-36.07723999	
15287.07129	-36.17049026	
15297.07129	-36.21712112	
15307.07129	-36.3103714	
15317.07129	-36.40362167	
15327.07129	-36.49686813	
15337.07129	-36.59011841	
15347.07129	-36.63674927	
15357.07129	-36.72999954	
15367.07227	-36.63293076	
15377.07227	-36.5358696	
15387.07227	-36.48733139	
15397.07227	-36.39038086	
15407.07227	-36.29352951	
15417.07227	-36.19998932	
15427.07227	-36.10860062	
15437.07227	-36.01937103	
15447.07227	-35.93429184	
15457.07227	-35.85115814	
15467.07227	-35.77000046	
15477.07227	-35.85927963	
15487.07227	-35.94646835	
15497.07227	-36.03158951	
15507.07227	-36.15330887	
15517.07227	-36.23067856	
15527.07324	-36.34312057	
15537.07324	-36.60213089	
15547.07324	-37.25759125	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
15557.07324	-37.99052811	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
15567.07324	-39.2090683	
15577.07324	-40.37000275	
15587.07324	-41.60496902	
15597.07324	-43.54000473	
15607.07324	-43.6400032	
15617.07324	-45.27185059	
15627.07324	-44.93000412	
15637.07324	-45.00930023	
15647.07324	-43.69723892	
15657.07324	-42.31000519	
15667.07324	-41.99399185	
15677.07324	-41.74596024	
15687.07324	-41.39865112	
15697.07422	-40.92378235	
15707.07422	-40.13000107	
15717.07422	-39.375	
15727.07422	-38.59000015	
15737.07422	-37.0638504	
15747.07422	-36.3046608	
15757.07422	-36.25933075	
15767.07422	-36.06182861	
15777.07422	-35.81650925	
15787.07422	-35.50400925	
15797.07422	-35.21063995	
15807.07422	-34.92950821	
15817.07422	-35.70413971	
15827.07422	-36.59011841	
15837.07422	-37.52000046	
15847.07422	-36.74098969	
15857.0752	-36.4449501	
15867.0752	-36.76478958	
15877.0752	-37.09975052	
15887.0752	-37.34103012	
15897.0752	-37.36307907	
15907.0752	-37.39772034	
15917.0752	-37.42190933	
15927.0752	-37.45933151	
15937.0752	-37.4846611	
15947.0752	-37.50999832	
15957.0752	-37.65338135	
15967.0752	-37.74460983	
15977.0752	-37.87731171	
15987.0752	-37.96240997	
15997.0752	-38.08518982	
16007.0752	-38.20238113	
16017.0752	-38.31425095	
16027.07617	-38.42102051	
16037.07617	-38.30651093	
16047.07617	-38.04011154	
16057.07617	-37.7034111	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
16067.07617	-37.46604919	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
16077.07617	-37.16841888	
16087.07617	-36.82033157	
16097.07617	-36.56364822	
16107.07617	-36.22000122	
16117.07617	-34.8365097	
16127.07617	-35.75460052	
16137.07617	-36.90999985	
16147.07617	-36.81069183	
16157.07617	-36.66973114	
16167.07617	-36.5581398	
16177.07617	-36.40044022	
16187.07715	-36.27510071	
16197.07715	-36.18798828	
16207.07715	-36.05178833	
16217.07715	-35.90863037	
16227.07715	-35.81000137	
16237.07715	-35.15917969	
16247.07715	-34.7030983	
16257.07715	-34.23535156	
16267.07715	-33.75593185	
16277.07715	-33	
16287.07715	-33.42652893	
16297.07715	-33.86190033	
16307.07715	-34.53741074	
16317.07715	-35	
16327.07715	-35.07064056	
16337.07715	-35.14002991	
16347.07813	-35.20814896	
16357.07813	-35.30609894	
16367.07813	-35.36869812	
16377.07813	-35.66032028	
16387.07813	-35.91540146	
16397.07813	-36.28509903	
16407.07813	-36.63990021	
16417.07813	-36.72618103	
16427.07813	-36.43854904	
16437.07813	-36.16617966	
16447.07813	-35.53121948	
16457.07813	-34.95822144	
16467.07813	-34.59822083	
16477.07813	-34.31127167	
16487.07813	-34.06552124	
16497.07813	-33.79999924	
16507.07813	-34.85264969	
16517.07813	-35.22019958	
16527.07813	-35.09000015	
16537.07813	-35.00577927	
16547.07813	-34.25	
16557.07813	-34.84259033	
16567.07813	-34.88439178	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
16577.07813	-34.51190948	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
16587.07813	-34.16928101	
16597.08008	-33.89276886	
16607.08008	-34.02610016	
16617.08008	-34.67060089	
16627.08008	-35.61862946	
16637.08008	-35.83150864	
16647.08008	-35.61000061	
16657.08008	-36.04999924	
16667.08008	-35.15000153	
16677.08008	-34.31999969	
16687.08008	-33.64062119	
16697.08008	-33.07395172	
16707.08008	-32.60374069	
16717.08008	-32.270401	
16727.08008	-32.08390045	
16737.08008	-32.55113983	
16747.08008	-32.97454071	
16757.08008	-33.1836319	
16767.08008	-33.40121078	
16777.08008	-33.36505127	
16787.08008	-33.07514954	
16797.08008	-32.77172089	
16807.08008	-32.73411179	
16817.08008	-32.96234131	
16827.08008	-33.1912384	
16837.08008	-33.42013931	
16847.08008	-33.64904022	
16857.08008	-34.11370087	
16867.08008	-34.57835007	
16877.08008	-35.04301071	
16887.08008	-35.27534103	
16897.08008	-35.74000168	
16907.08008	-35.81777954	
16917.08008	-35.93444061	
16927.08203	-36.01221848	
16937.08203	-36.09000015	
16947.08203	-36	
16957.08203	-35.81999969	
16967.08203	-35.72999954	
16977.08203	-35.54999924	
16987.08203	-35.43000031	
16997.08203	-35.31000137	
17007.08203	-35.18999863	
17017.08203	-35.06999969	
17027.08203	-35.05332947	
17037.08203	-35.13999939	
17047.08203	-35.22666931	
17057.08203	-35.3133316	
17067.08203	-35.40000153	
17077.08203	-35.21332932	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
17087.08203	-35.02666855	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
17097.08203	-34.84000015	
17107.08203	-34.65333176	
17117.08203	-34.56000137	
17127.08203	-34.21110916	
17137.08203	-33.86222076	
17147.08203	-33.51332855	
17157.08203	-33.16444016	
17167.08203	-32.99555969	
17177.08203	-33.00667191	
17187.08203	-33.01221848	
17197.08203	-33.02333069	
17207.08203	-33.03443909	
17217.08203	-33.01332855	
17227.08203	-32.95999908	
17237.08203	-32.90666962	
17247.08203	-32.88000107	
17257.08398	-32.8266716	
17267.08398	-32.77333069	
17277.08398	-32.72000122	
17287.08398	-32.74787903	
17297.08398	-32.77576065	
17307.08398	-32.78969955	
17317.08398	-32.81758118	
17327.08398	-32.84545898	
17337.08398	-32.87332916	
17347.08398	-32.88727188	
17357.08398	-32.91514969	
17367.08398	-32.94303131	
17377.08398	-32.95697021	
17387.08398	-32.98485184	
17397.08398	-33.01272964	
17407.08398	-33.04061127	
17417.08398	-33.05455017	
17427.08398	-33.08242035	
17437.08398	-33.11029816	
17447.08398	-33.13817978	
17457.08398	-33.15211868	
17467.08398	-33.18000031	
17477.08398	-33.0111084	
17487.08398	-32.84222031	
17497.08398	-32.75777817	
17507.08398	-32.58889008	
17517.08398	-32.41999817	
17527.08398	-32.25111008	
17537.08398	-32.08221817	
17547.08398	-31.91333199	
17557.08398	-31.82888985	
17567.08398	-31.65999985	
17577.08398	-31.71220207	
17587.08594	-31.76395035	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
17597.08594	-31.81523132	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
17607.08594	-31.86446953	
17617.08594	-31.93637276	
17627.08594	-32.22468185	
17637.08594	-32.75403976	
17647.08594	-33.51620865	
17657.08594	-34.00391006	
17667.08594	-34.71591949	
17677.08594	-35.23426056	
17687.08594	-36.07518005	
17697.08594	-36.16667175	
17707.08594	-35.25999832	
17717.08594	-34.03017044	
17727.08594	-33.25006104	
17737.08594	-32.6208992	
17747.08594	-32.27378082	
17757.08594	-32.21884918	
17767.08594	-32.31182861	
17777.08594	-32.1083107	
17787.08594	-31.75835991	
17797.08594	-31.94078064	
17807.08594	-32.07749939	
17817.08594	-32.21358871	
17827.08594	-32.695961	
17837.08594	-33.3266716	
17847.08594	-33.88233948	
17857.08594	-34.71725082	
17867.08594	-35.73019028	
17877.08594	-36.78934097	
17887.08594	-37.81235886	
17897.08594	-38.90145874	
17907.08789	-39.77092361	
17917.08789	-38.75772858	
17927.08789	-37.96072006	
17937.08789	-36.84196854	
17947.08789	-35.95870972	
17957.08789	-35.67956924	
17967.08789	-35.70978165	
17977.08789	-35.54666901	
17987.08789	-35.33398819	
17997.08789	-35.74132156	
18007.08789	-36.02000046	
18017.08789	-36.25432968	
18027.08789	-36.6171608	
18037.08789	-36.73836899	
18047.08789	-36.73339081	
18057.08789	-36.72999954	
18067.08789	-36.84999847	
18077.08789	-36.87554932	
18087.08789	-36.80662918	
18097.08789	-36.70000076	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
18107.08789	-36.76332855	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
18117.08789	-36.85832977	
18127.08789	-36.98500061	
18137.08789	-37.17499924	
18147.08789	-37.27000046	
18157.08789	-37.45999908	
18167.08789	-37.76889038	
18177.08789	-38.2322197	
18187.08789	-38.54111099	
18197.08789	-38.84999847	
18207.08789	-38.76556015	
18217.08789	-38.68111038	
18227.08789	-38.59667206	
18237.08984	-38.51221848	
18247.08984	-38.53889084	
18257.08984	-38.67667007	
18267.08984	-38.74555969	
18277.08984	-38.88333893	
18287.08984	-39.02111053	
18297.08984	-39.09000015	
18307.08984	-39.19443893	
18317.08984	-39.24666977	
18327.08984	-39.35110855	
18337.08984	-39.45555115	
18347.08984	-39.50777817	
18357.08984	-39.52667236	
18367.08984	-39.4600029	
18377.08984	-39.39332962	
18387.08984	-39.32667542	
18397.08984	-39.25999832	
18407.08984	-39.4407196	
18417.08984	-39.62142944	
18427.08984	-39.80215073	
18437.08984	-39.878582	
18447.08984	-40.03143311	
18457.08984	-40.10786057	
18467.08984	-40.2607193	
18477.08984	-40.4135704	
18487.08984	-40.49000168	
18497.08984	-40.77000046	
18507.08984	-41.05000305	
18517.08984	-41.33000183	
18527.08984	-41.47000504	
18537.08984	-41.75	
18547.08984	-43.09889221	
18557.08984	-45.12221909	
18567.0918	-46.4711113	
18577.0918	-47.82000351	
18587.0918	-48.13000107	
18597.0918	-48.43999863	
18607.0918	-49.09948349	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
18617.0918	-49.7984314	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
18627.0918	-50.4973793	
18637.0918	-51.19633102	
18647.0918	-51.89529419	
18657.0918	-52.5942421	
18667.0918	-53.29219055	
18677.0918	-53.989151	
18687.0918	-54.66305542	
18697.0918	-54.64564133	
18707.0918	-53.93693161	
18717.0918	-53.25819016	
18727.0918	-52.59383392	
18737.0918	-51.94382095	
18747.0918	-51.00999832	
18757.0918	-48.26332855	
18767.0918	-46.9276123	
18777.0918	-47.00283813	
18787.0918	-47.08000183	
18797.0918	-47.19285965	
18807.0918	-46.99666977	
18817.0918	-46.52999878	
18827.0918	-48.68333054	
18837.0918	-49.10499954	
18847.0918	-48.43484879	
18857.0918	-47.74958038	
18867.0918	-47.03261185	
18877.0918	-45.9240036	
18887.0918	-45.1565094	
18897.09375	-44.3716507	
18907.09375	-43.96110153	
18917.09375	-43.13999939	
18927.09375	-44.13386917	
18937.09375	-45.13140488	
18947.09375	-46.13259888	
18957.09375	-45.87217331	
18967.09375	-45.61172867	
18977.09375	-45.3513031	
18987.09375	-45.22108078	
18997.09375	-44.9606514	
19007.09375	-44.70022202	
19017.09375	-44.2440033	
19027.09375	-43.91799927	
19037.09375	-43.26600266	
19047.09375	-42.61399841	
19057.09375	-42.28800201	
19067.09375	-41.63600159	
19077.09375	-40.98400116	
19087.09375	-40.65800095	
19097.09375	-40.00600052	
19107.09375	-39.68000031	
19117.09375	-39.02799988	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
19127.09375	-38.37599945	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
19137.09375	-38.04999924	
19147.09375	-37.39799881	
19157.09375	-36.74599838	
19167.09375	-36.41999817	
19177.09375	-35.76800156	
19187.09375	-35.11600113	
19197.09375	-34.65333176	
19207.09375	-34.51667023	
19217.09375	-34.24332809	
19227.0957	-33.97000122	
19237.0957	-33.69667053	
19247.0957	-33.45000076	
19257.0957	-33.22999954	
19267.0957	-33.11999893	
19277.0957	-32.90000153	
19287.0957	-33.16387177	
19297.0957	-33.42383957	
19307.0957	-33.80327988	
19317.0957	-34.04999924	
19327.0957	-34.20999908	
19337.0957	-35.08272934	
19347.0957	-36.66819	
19357.0957	-38.32273102	
19367.0957	-39.52215958	
19377.0957	-39.89432526	
19387.0957	-40.6387291	
19397.0957	-41.38324356	
19407.0957	-42.1277504	
19417.0957	-42.52146149	
19427.0957	-42.56438065	
19437.0957	-42.60731125	
19447.0957	-42.65023041	
19457.0957	-42.69315338	
19467.0957	-42.33502197	
19477.0957	-41.97689056	
19487.0957	-41.79783249	
19497.0957	-41.4397049	
19507.0957	-41.08157349	
19517.0957	-40.9025116	
19527.0957	-40.54438019	
19537.0957	-40.18626022	
19547.09766	-39.82812881	
19557.09766	-39.6490593	
19567.09766	-39.4233284	
19577.09766	-39.37667084	
19587.09766	-39.38167191	
19597.09766	-39.48500061	
19607.09766	-39.63999939	
19617.09766	-39.61500168	
19627.09766	-39.59000397	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
19637.09766	-39.56499863	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
19647.09766	-39.54000092	
19657.09766	-39.5150032	
19667.09766	-39.49000549	
19677.09766	-39.47000122	
19687.09766	-39.45000076	
19697.09766	-39.43000412	
19707.09766	-39.62667084	
19717.09766	-39.82333374	
19727.09766	-40.02000046	
19737.09766	-40.17778015	
19747.09766	-40.33555984	
19757.09766	-40.49332809	
19767.09766	-40.65111542	
19777.09766	-40.75333023	
19787.09766	-40.79999924	
19797.09766	-40.84666824	
19807.09766	-40.86999893	
19817.09766	-40.52555084	
19827.09766	-40.18111038	
19837.09766	-40.00888824	
19847.09766	-39.66444016	
19857.09766	-39.49222183	
19867.09766	-39.42499924	
19877.09961	-39.63499832	
19887.09961	-39.74000168	
19897.09961	-39.95000458	
19907.09961	-40.05667114	
19917.09961	-40.16333008	
19927.09961	-40.27000427	
19937.09961	-39.48500061	
19947.09961	-38.70000076	
19957.09961	-39.06116104	
19967.09961	-39.78347015	
19977.09961	-40.14463043	
19987.09961	-40.86693954	
19997.09961	-40.66094971	
20007.09961	-40.55796051	
20017.09961	-40.35197067	
20027.09961	-40.14598846	
20037.09961	-39.93999863	
20047.09961	-39.79074478	
20057.09961	-39.64147568	
20067.09961	-39.4922142	
20077.09961	-39.48925018	
20087.09961	-39.48332214	
20097.09961	-39.47740555	
20107.09961	-39.4744339	
20117.09961	-39.46851349	
20127.09961	-39.46259308	
20137.09961	-39.45666122	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
20147.09961	-39.45370483	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
20157.09961	-39.44776917	
20167.09961	-39.44184875	
20177.09961	-39.43889236	
20187.09961	-39.43296051	
20197.09961	-39.39556503	
20207.10156	-39.32667542	
20217.10156	-39.25778198	
20227.10156	-39.18888855	
20237.10156	-39.11999893	
20247.10156	-39.16667175	
20257.10156	-39.21332932	
20267.10156	-39.25999832	
20277.10156	-39.30667114	
20287.10156	-39.0366745	
20297.10156	-38.45000076	
20307.10156	-37.86333084	
20317.10156	-36.98332977	
20327.10156	-36.3966713	
20337.10156	-35.81000137	
20347.10156	-35.52666855	
20357.10156	-34.95999908	
20367.10156	-34.39332962	
20377.10156	-34.11000061	
20387.10156	-33.74332809	
20397.10156	-33.56000137	
20407.10156	-33.19332886	
20417.10156	-33.00999832	
20427.10156	-32.93429947	
20437.10156	-32.8586998	
20447.10156	-32.82093048	
20457.10156	-32.74681091	
20467.10156	-32.67409897	
20477.10156	-32.63954926	
20487.10156	-32.57044983	
20497.10156	-32.50481033	
20507.10156	-32.58560181	
20517.10156	-32.81282043	
20527.10156	-33.13861084	
20537.10352	-33.34619904	
20547.10352	-33.7209816	
20557.10352	-34.52043915	
20567.10352	-35.03543854	
20577.10352	-35.76953125	
20587.10352	-36.23458099	
20597.10352	-36.90903854	
20607.10352	-37.40132904	
20617.10352	-37.79494095	
20627.10352	-38.16915131	
20637.10352	-38.52489853	
20647.10352	-38.97393036	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
20657.10352	-39.29304504	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
20667.10352	-39.30490494	
20677.10352	-39.31871033	
20687.10352	-39.33150101	
20697.10352	-39.34552002	
20707.10352	-39.35828018	
20717.10352	-39.36987305	
20727.10352	-39.38368988	
20737.10352	-37.38121033	
20747.10352	-35.03593826	
20757.10352	-35.03593826	
20767.10352	-35.03593826	
20777.10352	-35.03593826	
20787.10352	-35.03593826	
20797.10352	-35.03593826	
20807.10352	-35.03593826	
20817.10352	-35.03593826	
20827.10352	-35.03593826	
20837.10352	-35.03593826	
20847.10352	-35.03593826	
20857.10352	-35.03593826	
20867.10547	-35.03593826	
20877.10547	-35.03593826	
20887.10547	-35.03593826	
20897.10547	-35.03593826	
20907.10547	-35.03593826	
20917.10547	-35.03593826	
20927.10547	-35.03593826	
20937.10547	-35.03593826	
20947.10547	-35.05728912	
20957.10547	-35.03593826	
20967.10547	-35.03593826	
20977.10547	-35.03593826	
20987.10547	-35.03593826	
20997.10547	-35.03593826	
21007.10547	-35.03593826	
21017.10547	-35.03593826	
21027.10547	-35.03593826	
21037.10547	-35.03593826	
21047.10547	-35.03593826	
21057.10547	-35.03593826	
21067.10547	-34.91415024	
21077.10547	-34.71414948	
21087.10547	-34.21747971	
21097.10547	-34.91415024	
21107.10547	-34.08712006	
21117.10547	-34.58081055	
21127.10547	-34.89965057	
21137.10547	-35.7274704	
21147.10547	-37.68952942	
21157.10547	-39.41519928	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
21167.10547	-39.69889832	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
21177.10547	-39.94348907	
21187.10547	-39.77373886	
21197.10742	-39.15999985	
21207.10742	-39.233181	
21217.10742	-39.31000137	
21227.10742	-39.22415924	
21237.10742	-39.13422012	
21247.10742	-39.04000473	
21257.10742	-38.84033966	
21267.10742	-38.60646057	
21277.10742	-38.33937073	
21287.10742	-37.95999908	
21297.10742	-38.31000137	
21307.10742	-38.23072052	
21317.10742	-37.86869049	
21327.10742	-38.2264595	
21337.10742	-37.31742096	
21347.10742	-36.65243149	
21357.10742	-37.17667007	
21367.10742	-37.13666916	
21377.10742	-36.74185944	
21387.10742	-37.01644897	
21397.10742	-37.24000168	
21407.10742	-37.73431015	
21417.10742	-37.63787842	
21427.10742	-37.56612015	
21437.10742	-37.76605988	
21447.10742	-38.03961945	
21457.10742	-38.25183868	
21467.10742	-37.34000015	
21477.10742	-37.57014847	
21487.10742	-37.89334106	
21497.10742	-37.66339874	
21507.10742	-36.84999847	
21517.10938	-36.61225128	
21527.10938	-36.21335983	
21537.10938	-35.37337875	
21547.10938	-34.89332962	
21557.10938	-35.08000183	
21567.10938	-34.29169083	
21577.10938	-33.52999878	
21587.10938	-33.27447891	
21597.10938	-33.15341187	
21607.10938	-33.1634903	
21617.10938	-33.14279175	
21627.10938	-33.09000015	
21637.10938	-32.56412888	
21647.10938	-32.54518127	
21657.10938	-33	
21667.10938	-33.16733932	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
21677.10938	-33.81357956	DN800 PN12.5 OFF-SHORE
21687.10742	-34.16999817	
21697.10742	-34.3884201	
21707.10547	-34.62236023	
21717.10547	-34.83324051	
21727.10352	-35.07704926	
21737.10352	-35.34000015	
21747.10156	-36.36592102	
21757.09961	-37.64619827	
21767.09961	-38.48727036	
21777.09766	-39.14720917	
21787.09766	-40.34027863	
21797.0957	-41.34999847	
21807.09375	-42.1957283	
21817.09375	-43.07529068	
21827.0918	-43.99000549	
21837.0918	-44.2269249	
21847.08984	-44.46025085	
21857.08984	-44.68999863	
21867.08789	-45.34962845	
21877.08594	-45.97917938	
21887.08594	-46.37973404	
21897.08398	-46.4478302	
21907.08398	-46.28209305	
21917.08203	-46.17005157	
21927.08203	-46.02848816	
21937.08008	-45.92789078	
21947.07813	-45.80030823	
21957.07813	-45.62566376	
21967.07617	-45.29634857	
21977.07617	-44.91375351	
21987.07422	-44.56000137	
21997	-45.24682999	
21997	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22002	-45.24682999	
22002	-45.24682999	
22007	-45.24682999	
22007	-45.24682999	
22012	-45.24682999	
22012	-45.24682999	
22017	-45.24682999	
22017	-45.24682999	
22022	-45.24682999	
22022	-45.24682999	
22027	-45.24682999	
22027	-45.24682999	
22032	-45.24682999	
22032	-45.24682999	
22037	-45.24682999	
22037	-45.24682999	
22042	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22042	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22047	-45.24682999	
22047	-45.24682999	
22052	-45.24682999	
22052	-45.24682999	
22057	-45.24682999	
22057	-45.24682999	
22062	-45.24682999	
22062	-45.24682999	
22067	-45.24682999	
22067	-45.24682999	
22072	-45.24682999	
22072	-45.24682999	
22077	-45.24682999	
22077	-45.24682999	
22082	-45.24682999	
22082	-45.24682999	
22087	-45.24682999	
22087	-45.24682999	
22092	-45.24682999	
22092	-45.24682999	
22097	-45.24682999	
22097	-45.24682999	
22102	-45.24682999	
22102	-45.24682999	
22107	-45.24682999	
22107	-45.24682999	
22112	-45.24682999	
22112	-45.24682999	
22117	-45.24682999	
22117	-45.24682999	
22122	-45.24682999	
22122	-45.24682999	
22127	-45.24682999	
22127	-45.24682999	
22132	-45.24682999	
22132	-45.24682999	
22137	-45.24682999	
22137	-45.24682999	
22142	-45.24682999	
22142	-45.24682999	
22147	-45.24682999	
22147	-45.24682999	
22152	-45.24682999	
22152	-45.24682999	
22157	-45.24682999	
22157	-45.24682999	
22162	-45.24682999	
22162	-45.24682999	
22167	-45.24682999	
22167	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22172	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22172	-45.24682999	
22177	-45.24682999	
22177	-45.24682999	
22182	-45.24682999	
22182	-45.24682999	
22187	-45.24682999	
22187	-45.24682999	
22192	-45.24682999	
22192	-45.24682999	
22197	-45.24682999	
22197	-45.24682999	
22202	-45.24682999	
22202	-45.24682999	
22207	-45.24682999	
22207	-45.24682999	
22212	-45.24682999	
22212	-45.24682999	
22217	-45.24682999	
22217	-45.24682999	
22222	-45.24682999	
22222	-45.24682999	
22227	-45.24682999	
22227	-45.24682999	
22232	-45.24682999	
22232	-45.24682999	
22237	-45.24682999	
22237	-45.24682999	
22242	-45.24682999	
22242	-45.24682999	
22247	-45.24682999	
22247	-45.24682999	
22252	-45.24682999	
22252	-45.24682999	
22257	-45.24682999	
22257	-45.24682999	
22262	-45.24682999	
22262	-45.24682999	
22267	-45.24682999	
22267	-45.24682999	
22272	-45.24682999	
22272	-45.24682999	
22277	-45.24682999	
22277	-45.24682999	
22282	-45.24682999	
22282	-45.24682999	
22287	-45.24682999	
22287	-45.24682999	
22292	-45.24682999	
22292	-45.24682999	
22297	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22297	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22302	-45.24682999	
22302	-45.24682999	
22307	-45.24682999	
22307	-45.24682999	
22312	-45.24682999	
22312	-45.24682999	
22317	-45.24682999	
22317	-45.24682999	
22322	-45.24682999	
22322	-45.24682999	
22327	-45.24682999	
22327	-45.24682999	
22332	-45.24682999	
22332	-45.24682999	
22337	-45.24682999	
22337	-45.24682999	
22342	-45.24682999	
22342	-45.24682999	
22347	-45.24682999	
22347	-45.24682999	
22352	-45.24682999	
22352	-45.24682999	
22357	-45.24682999	
22357	-45.24682999	
22362	-45.24682999	
22362	-45.24682999	
22367	-45.24682999	
22367	-45.24682999	
22372	-45.24682999	
22372	-45.24682999	
22377	-45.24682999	
22377	-45.24682999	
22382	-45.24682999	
22382	-45.24682999	
22387	-45.24682999	
22387	-45.24682999	
22392	-45.24682999	
22392	-45.24682999	
22397	-45.24682999	
22397	-45.24682999	
22402	-45.24682999	
22402	-45.24682999	
22407	-45.24682999	
22407	-45.24682999	
22412	-45.24682999	
22412	-45.24682999	
22417	-45.24682999	
22417	-45.24682999	
22422	-45.24682999	
22422	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22427	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22427	-45.24682999	
22432	-45.24682999	
22432	-45.24682999	
22437	-45.24682999	
22437	-45.24682999	
22442	-45.24682999	
22442	-45.24682999	
22447	-45.24682999	
22447	-45.24682999	
22452	-45.24682999	
22452	-45.24682999	
22457	-45.24682999	
22457	-45.24682999	
22462	-45.24682999	
22462	-45.24682999	
22467	-45.24682999	
22467	-45.24682999	
22472	-45.24682999	
22472	-45.24682999	
22477	-45.24682999	
22477	-45.24682999	
22482	-45.24682999	
22482	-45.24682999	
22487	-45.24682999	
22487	-45.24682999	
22492	-45.24682999	
22492	-45.24682999	
22497	-45.24682999	
22497	-45.24682999	
22502	-45.24682999	
22502	-45.24682999	
22507	-45.24682999	
22507	-45.24682999	
22512	-45.24682999	
22512	-45.24682999	
22517	-45.24682999	
22517	-45.24682999	
22522	-45.24682999	
22522	-45.24682999	
22527	-45.24682999	
22527	-45.24682999	
22532	-45.24682999	
22532	-45.24682999	
22537	-45.24682999	
22537	-45.24682999	
22542	-45.24682999	
22542	-45.24682999	
22547	-45.24682999	
22547	-45.24682999	
22552	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22552	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22557	-45.24682999	
22557	-45.24682999	
22562	-45.24682999	
22562	-45.24682999	
22567	-45.24682999	
22567	-45.24682999	
22572	-45.24682999	
22572	-45.24682999	
22577	-45.24682999	
22577	-45.24682999	
22582	-45.24682999	
22582	-45.24682999	
22587	-45.24682999	
22587	-45.24682999	
22592	-45.24682999	
22592	-45.24682999	
22597	-45.24682999	
22597	-45.24682999	
22602	-45.24682999	
22602	-45.24682999	
22607	-45.24682999	
22607	-45.24682999	
22612	-45.24682999	
22612	-45.24682999	
22617	-45.24682999	
22617	-45.24682999	
22622	-45.24682999	
22622	-45.24682999	
22627	-45.24682999	
22627	-45.24682999	
22632	-45.24682999	
22632	-45.24682999	
22637	-45.24682999	
22637	-45.24682999	
22642	-45.24682999	
22642	-45.24682999	
22647	-45.24682999	
22647	-45.24682999	
22652	-45.24682999	
22652	-45.24682999	
22657	-45.24682999	
22657	-45.24682999	
22662	-45.24682999	
22662	-45.24682999	
22667	-45.24682999	
22667	-45.24682999	
22672	-45.24682999	
22672	-45.24682999	
22677	-45.24682999	
22677	-45.24682999	

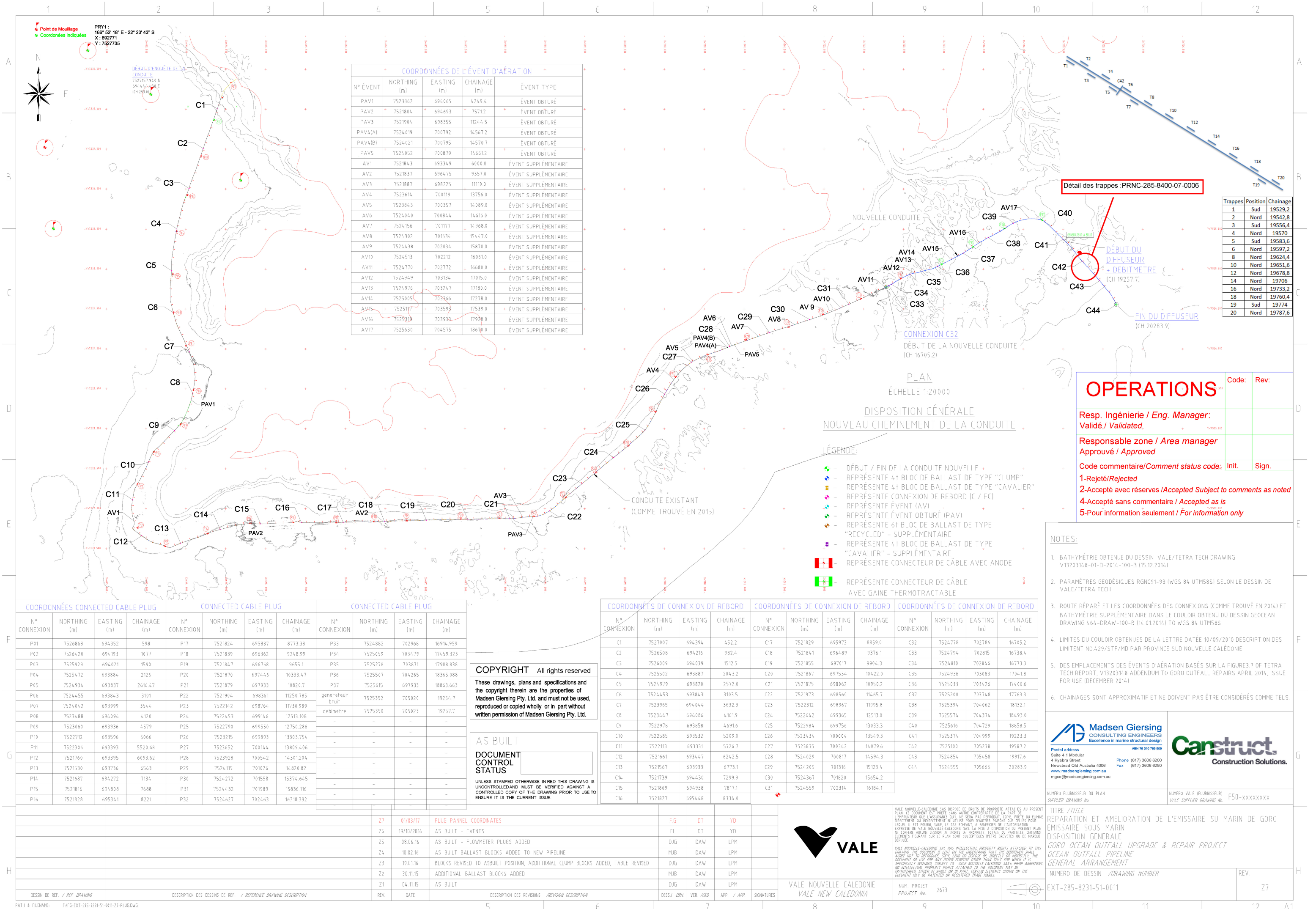
Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22682	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22682	-45.24682999	
22687	-45.24682999	
22687	-45.24682999	
22692	-45.24682999	
22692	-45.24682999	
22697	-45.24682999	
22697	-45.24682999	
22702	-45.24682999	
22702	-45.24682999	
22707	-45.24682999	
22707	-45.24682999	
22712	-45.24682999	
22712	-45.24682999	
22717	-45.24682999	
22717	-45.24682999	
22722	-45.24682999	
22722	-45.24682999	
22727	-45.24682999	
22727	-45.24682999	
22732	-45.24682999	
22732	-45.24682999	
22737	-45.24682999	
22737	-45.24682999	
22742	-45.24682999	
22742	-45.24682999	
22747	-45.24682999	
22747	-45.24682999	
22752	-45.24682999	
22752	-45.24682999	
22757	-45.24682999	
22757	-45.24682999	
22762	-45.24682999	
22762	-45.24682999	
22767	-45.24682999	
22767	-45.24682999	
22772	-45.24682999	
22772	-45.24682999	
22777	-45.24682999	
22777	-45.24682999	
22782	-45.24682999	
22782	-45.24682999	
22787	-45.24682999	
22787	-45.24682999	
22792	-45.24682999	
22792	-45.24682999	
22797	-45.24682999	
22797	-45.24682999	
22802	-45.24682999	
22802	-45.24682999	
22807	-45.24682999	

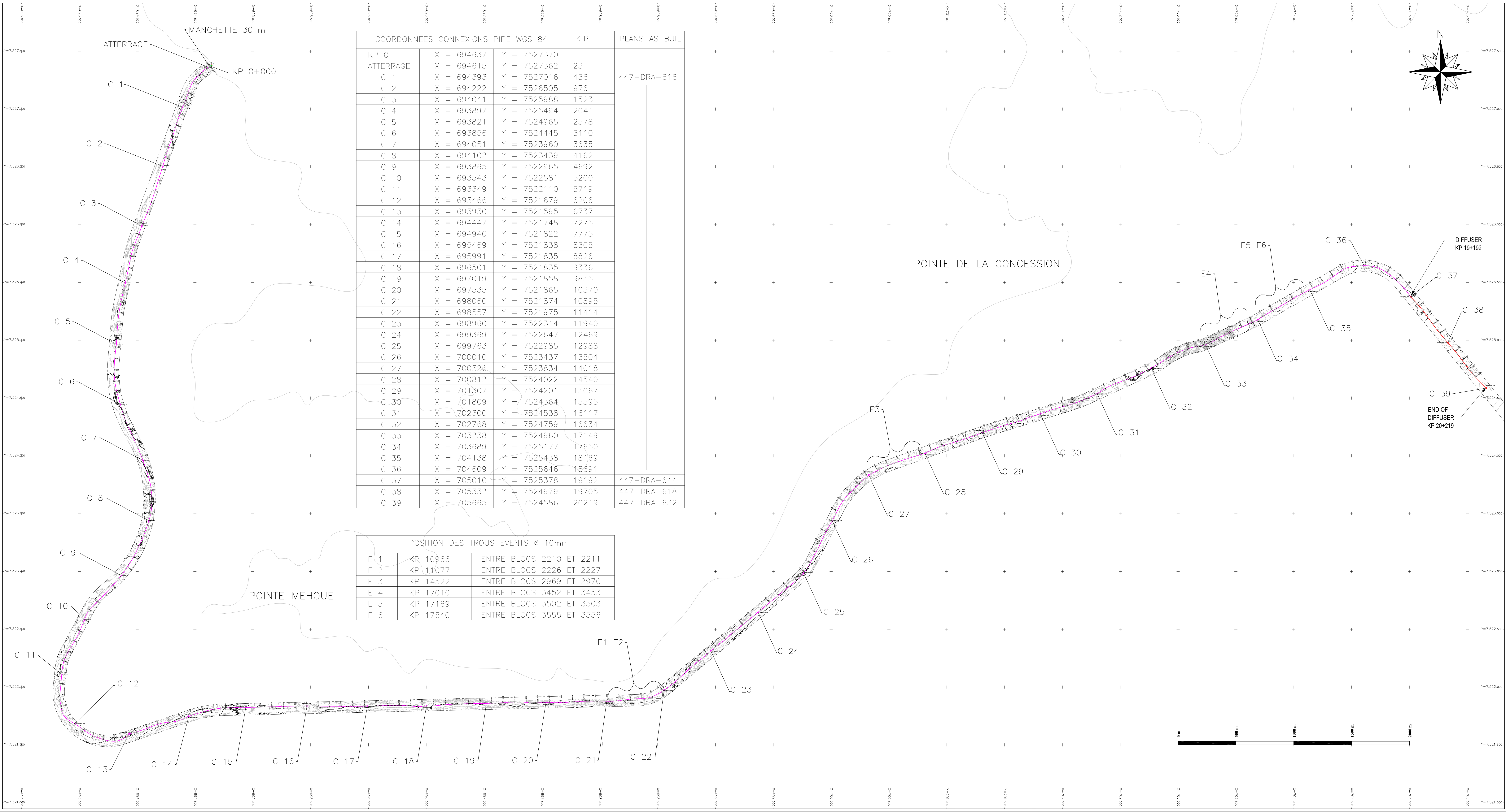
Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22807	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22812	-45.24682999	
22812	-45.24682999	
22817	-45.24682999	
22817	-45.24682999	
22822	-45.24682999	
22822	-45.24682999	
22827	-45.24682999	
22827	-45.24682999	
22832	-45.24682999	
22832	-45.24682999	
22837	-45.24682999	
22837	-45.24682999	
22842	-45.24682999	
22842	-45.24682999	
22847	-45.24682999	
22847	-45.24682999	
22852	-45.24682999	
22852	-45.24682999	
22857	-45.24682999	
22857	-45.24682999	
22862	-45.24682999	
22862	-45.24682999	
22867	-45.24682999	
22867	-45.24682999	
22872	-45.24682999	
22872	-45.24682999	
22877	-45.24682999	
22877	-45.24682999	
22882	-45.24682999	
22882	-45.24682999	
22887	-45.24682999	
22887	-45.24682999	
22892	-45.24682999	
22892	-45.24682999	
22897	-45.24682999	
22897	-45.24682999	
22902	-45.24682999	
22902	-45.24682999	
22907	-45.24682999	
22907	-45.24682999	
22912	-45.24682999	
22912	-45.24682999	
22917	-45.24682999	
22917	-45.24682999	
22922	-45.24682999	
22922	-45.24682999	
22927	-45.24682999	
22927	-45.24682999	
22932	-45.24682999	
22932	-45.24682999	

Longueur depuis le bassin (m)	Altimétrie / Bathymétrie (m)	Conduite
22937	-45.24682999	DN710 PN12.5 Diffuseur
22937	-45.24682999	
22942	-45.24682999	
22942	-45.24682999	
22947	-45.24682999	
22947	-45.24682999	
22952	-45.24682999	
22952	-45.24682999	
22957	-45.24682999	
22957	-45.24682999	
22962	-45.24682999	
22962	-45.24682999	
22967	-45.24682999	
22967	-45.24682999	
22972	-45.24682999	
22972	-45.24682999	
22977	-45.24682999	
22977	-45.24682999	
22982	-45.24682999	
22982	-45.24682999	
22987	-45.24682999	
22987	-45.24682999	
22992	-45.24682999	
22992	-45.24682999	
22997	-45.24682999	

A group of people are gathered around a table in a meeting room, looking at documents and a laptop. The image is dark and semi-transparent, serving as a background for the text.

ANNEXE 4.2 : Disposition générale de la partie OFF-SHORE de l'émissaire marin





PARAMETRES GEODESIQUES :

Désignation : RGC91-93
Système géodésique de référence : ITRF90
Ellipsoïde associée : IAG GRS80
Demi-grand axe : $a = 6\,378\,137.00\text{ m}$
Applatissement : $1/f = 298.25722210088$
Méridien origine : Greenwich
Points de références : Station DORIS Nouméa (Nouvelle) et 5 points SWP NC
Projection associée : Transverse Mercator UTM, fuseau 58

NOMBRE DE BLOCS	
PIPE Ø 800	2739
PIPE Ø 710	168
TOTAL	2907

PIPE DN800
MANCHETTE DN800
TRACE THEORIQUE
DIFFUSEUR DN710

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK
A	12/12/08	PLAN AS BUILT	D.B	JT/CP
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK

This document is a GEOCEAN property. It is confidential and shall not be used, delivered or duplicated in any case without GEOCEAN authorization.

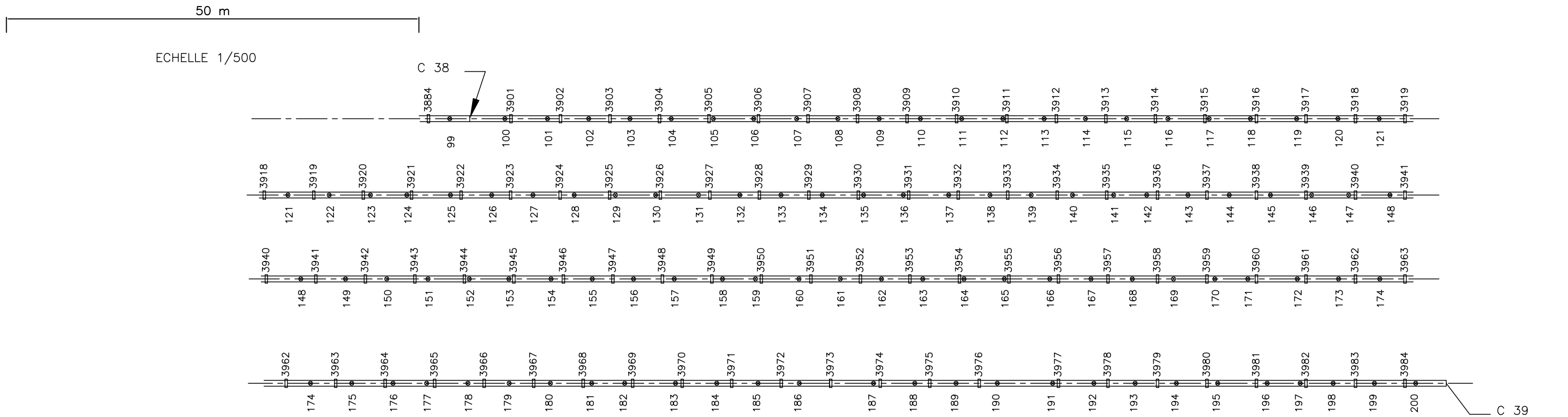
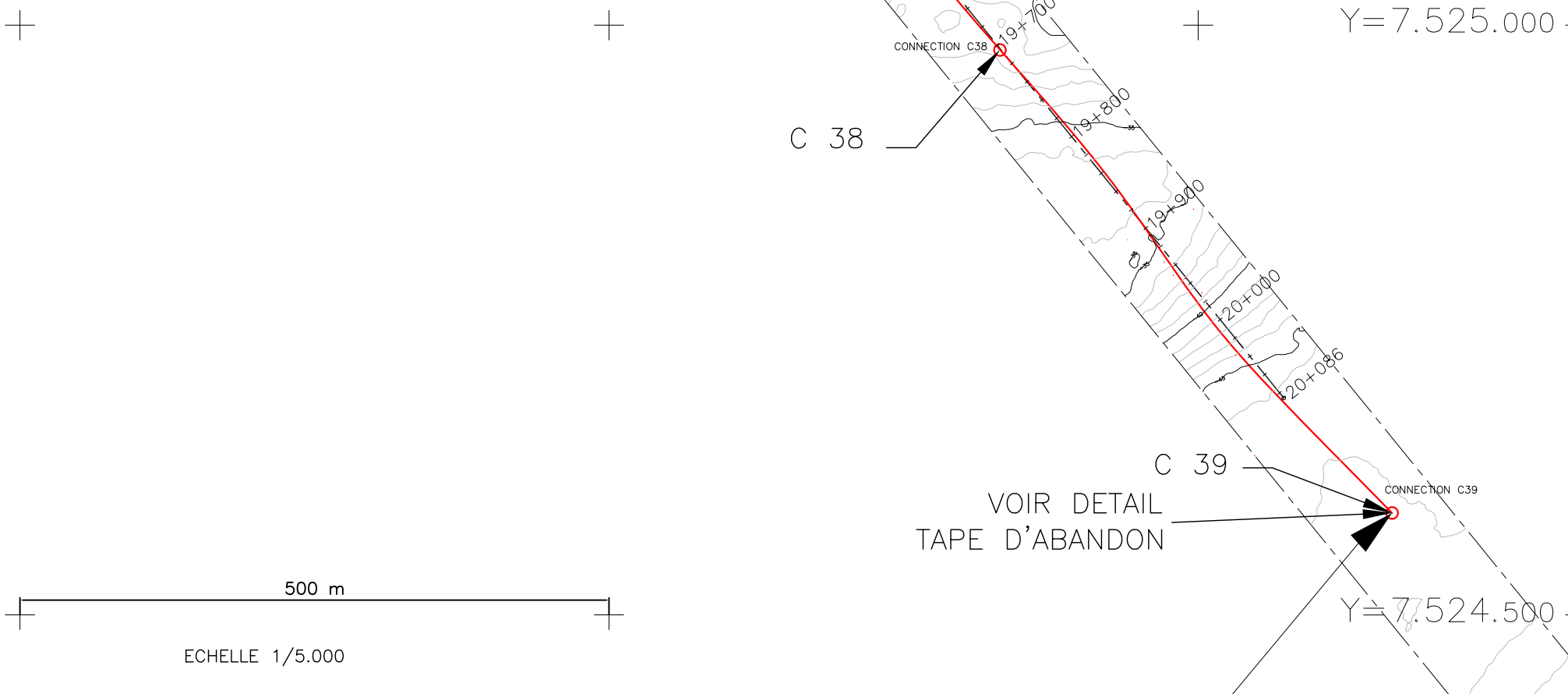
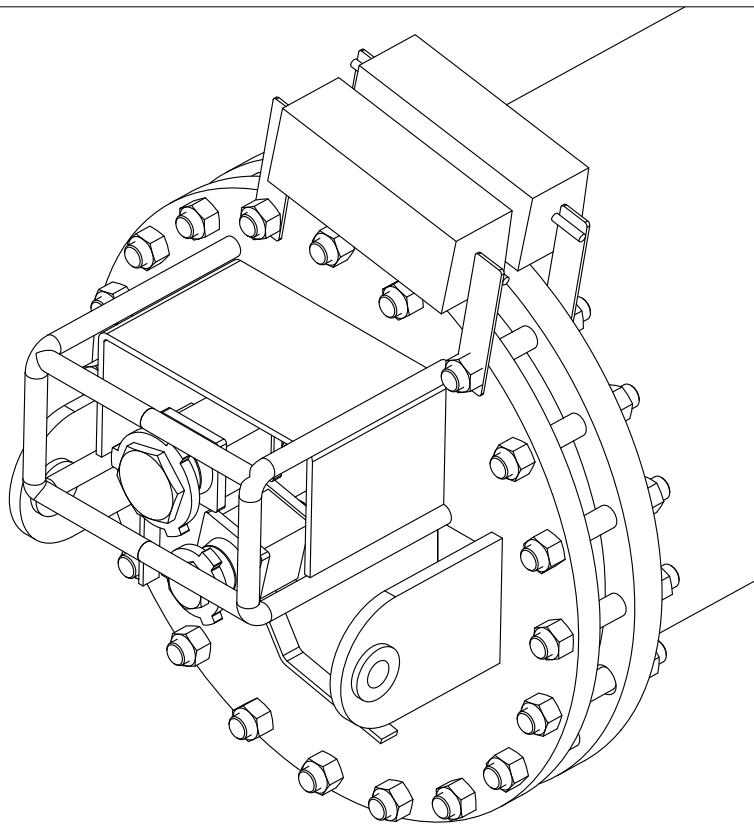
GEOCEAN
Quartier du Brégadan
ZA Technoparc - CS 60001
13711 CASSIS Cedex FRANCE
Tel: +33.4.42.18.02.18
Fax: +33.4.42.18.02.20
E-mail: info@geocean.fr

TITLE				
GORO NICKEL PROJECT MARINE OUTFALL				
DETAILS				
SURVEY FINAL AS-BUILT POSITION				
DRAWN: 12/12/08 BY: D.B VERIFIED : 12/12/08 BY: JT/CP				
SCALE	COMPUTER FILE	DRAWING NUMBER	FOLIO	REV
1/12500	447-DRA-001.DWG	447-DRA-001	A01/6	(A)

A dark, semi-transparent blue overlay covers the entire page. In the background, a group of people are seated around a table in a meeting, looking at documents and a laptop. The text 'ANNEXE 4.3 : Plan du diffuseur' is centered in white, with a horizontal line above it.

ANNEXE 4.3 : Plan du diffuseur

TAPE D'ABANDON VOIR PLAN 447-DRA-632



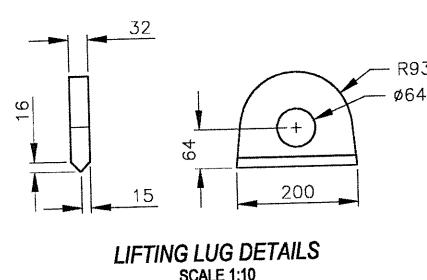
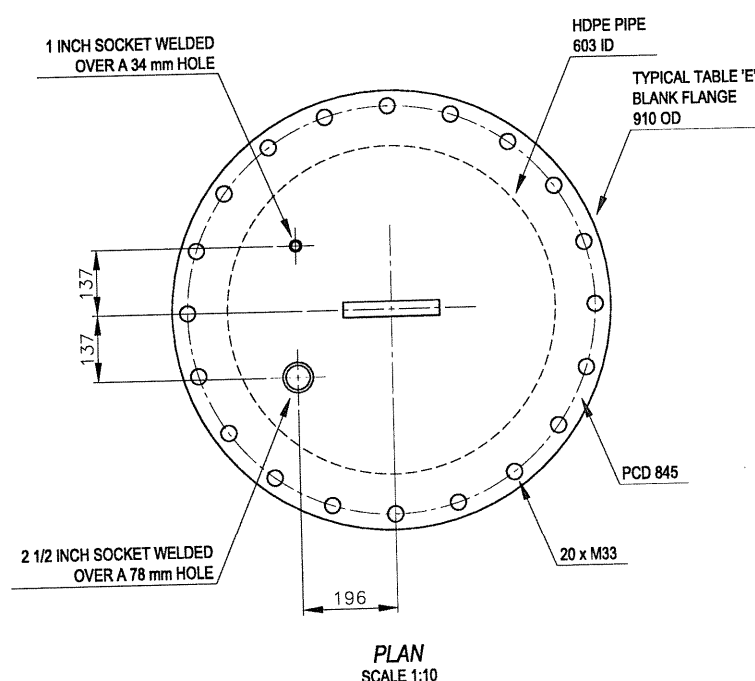
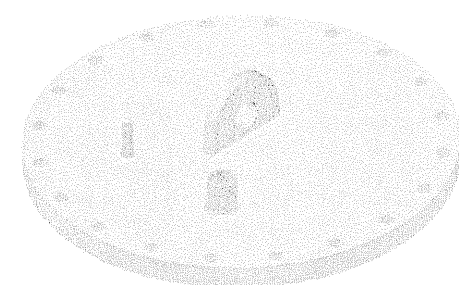
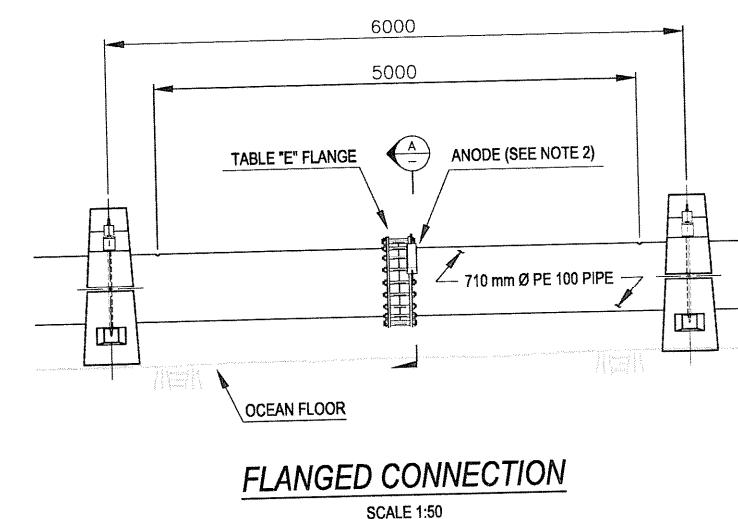
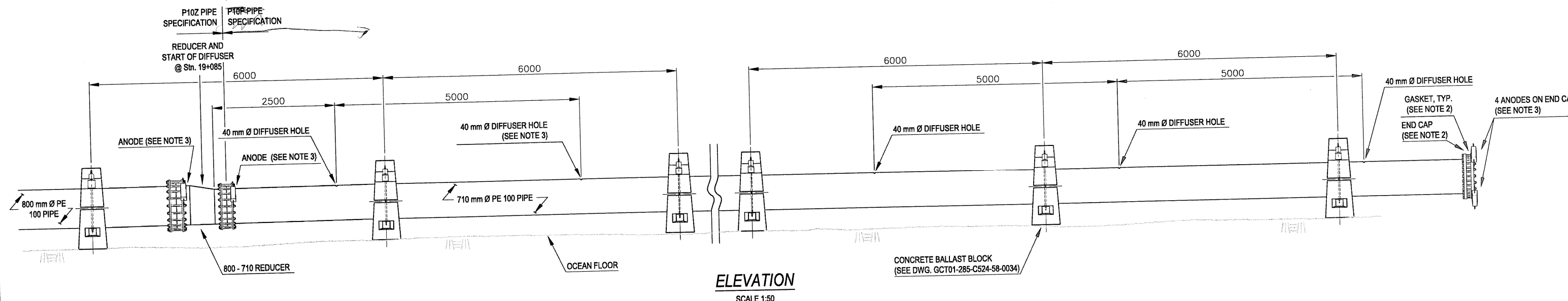
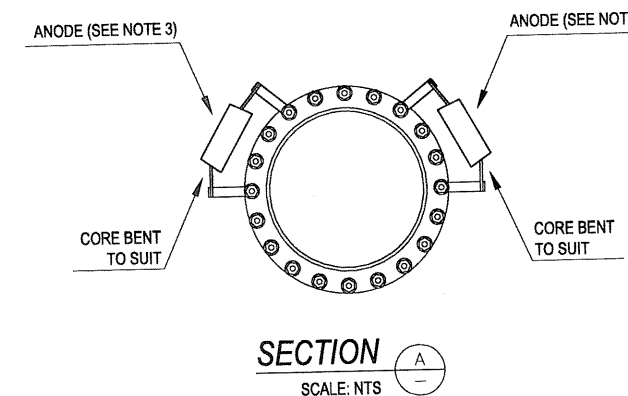
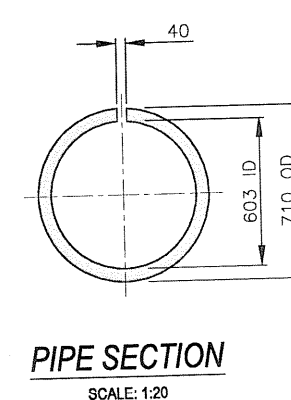
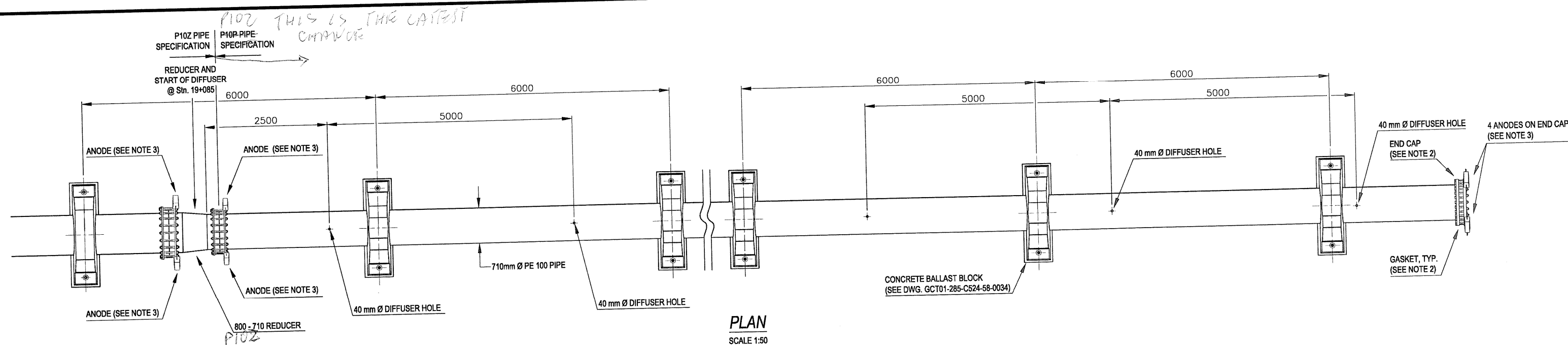
— DIFFUSEUR DN710
- - - TRACE THEORIQUE

A	12/12/08	PLAN AS BUILT		D.B	JT/CP
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK	

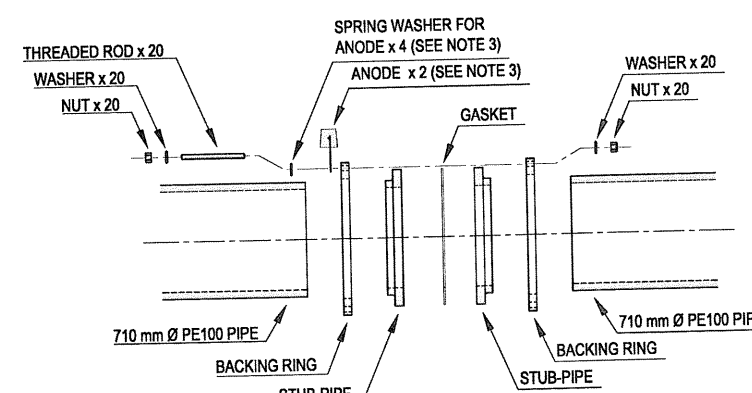
This document is a GEOCEAN property. It is confidential and shall not be used, delivered or duplicated in any case without GEOCEAN authorization.


GEOCEAN
Quartier du Brégadan
ZA Technoparc - CS 60001
13711 CASSIS Cedex FRANCE
Tel: +33.4.42.18.02.18
Fax: +33.4.42.18.02.20
E-mail: info@geoccean.fr

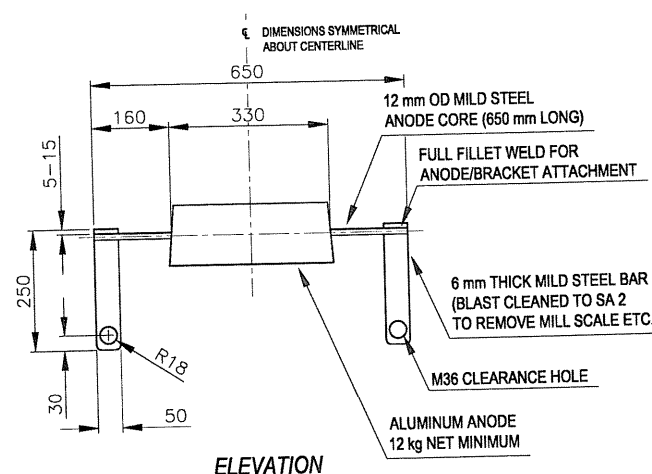
TITLE				GORO NICKEL PROJECT MARINE OUTFALL			
DETAILS				SURVEY FINAL AS-BUILT DIFFUSER SECTION			
DRAWN: 12/12/08 BY: D.B				VERIFIED : 12/12/08 BY: JT/CP			
SCALE	COMPUTER FILE	DRAWING NUMBER		FOLIO	REV		
1/5.000	447-DRA-001.DWG	447-DRA-001		A3/3/6	A		



END CAP / BLIND FLANGE DETAIL
SCALE: AS SHOWN



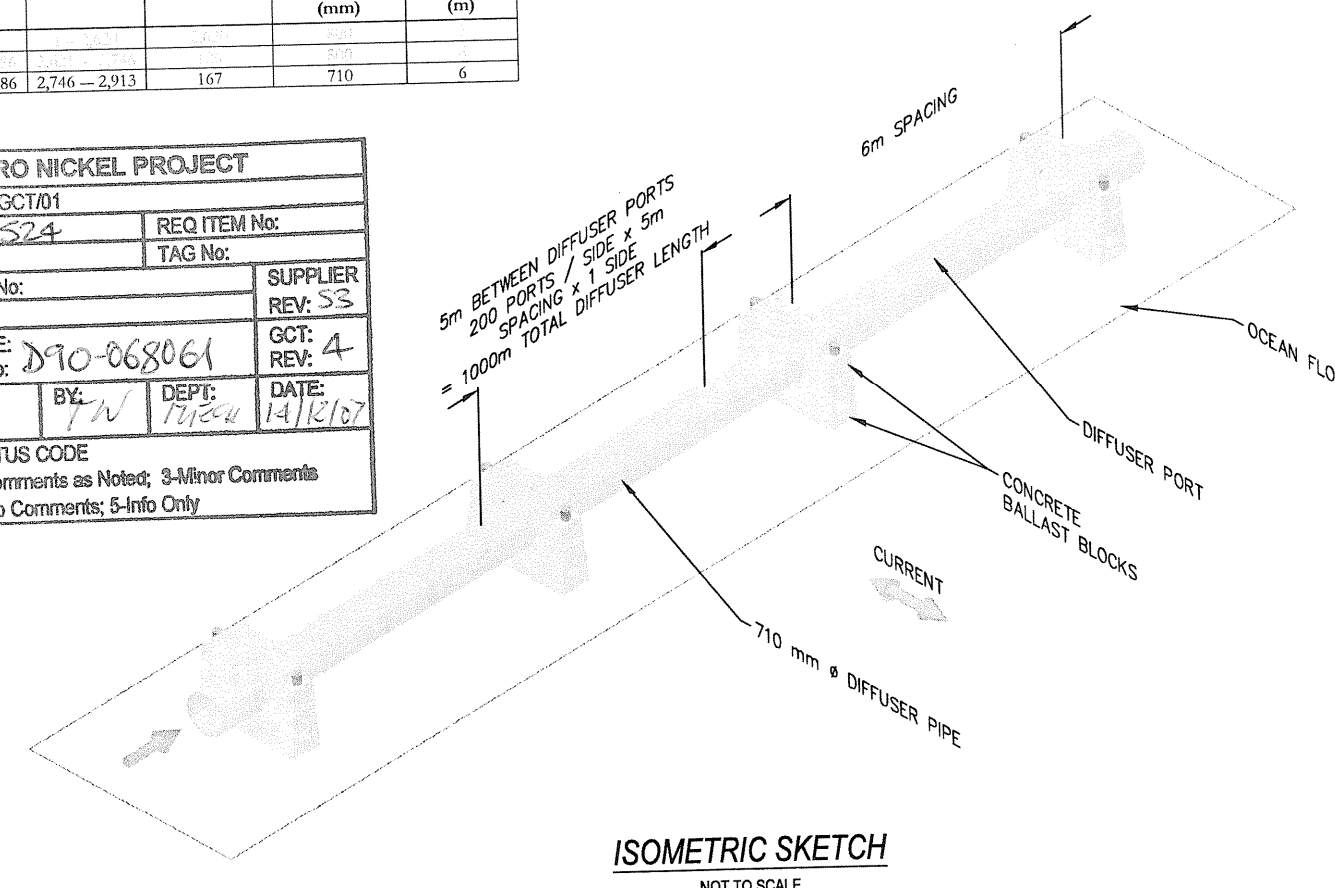
EXPLODED VIEW OF PIPE FLANGE ASSEMBLY
SCALE: NTS



ANODE DETAIL
SCALE 1:10

Ballast Block Spacing				
Distance Along Pipe (m)	Ballast Block Numbering	Total Number of Blocks	Pipe Size (mm)	Ballast Block Spacing (m)
19,086 to 20,086	2,746 - 2,913	167	710	6

GORO NICKEL PROJECT				
CONTRACT No: GCT01				
P.O. No: 10524		REQ ITEM No:		
REQ No:		TAG No:		
SUPPLIER DOC No:			SUPPLIER	
GCT DOC No:			REV: 53	
DOC TYPE CODE: D90-068061			GCT:	
& SEQUENCE No:			REV: 4	
STATUS CODE: 3	BY: T/N	DEPT: M/S	DATE: 14/12/07	
COMMENT STATUS CODE				
1-Rejected; 2-Comments as Noted; 3-Minor Comments				
Acceptable; 4-No Comments; 5-Info Only				



GCT01-285-C524-57-0057	
GCT01-285-C524-54-0036	
GCT01-285-C524-58-0034	
GCT01-285-C524-58-0058	

- Notes / Notes**
- P&ID No. GCT01-285-0820-25-0065
 - GASKET AND END CAP SPECIFICATIONS TO BE PROVIDED BY INSTALLER.
 - ANODE DETAILS TO BE PROVIDED BY CORROSION CONSULTANT, TO PROVIDE 20 YEARS PROTECTION.
 - DIFFUSER HOLES SHOULD BE SHIFTED IF LESS THAN 1000 mm FROM CENTRE OF NEAREST BALLAST BLOCK.

Rev.	Date	Per/By	App.	Description
01	2006-06-30	JAB	JS	ISSUED FOR DISCUSSION
02	2006-11-10	JAB	JS	CHANGED TO SINGLE-SIDE 5m SPACING ON TOP OF PIPE, ADDED NOTES FOR UNDERPAD, GASKET AND BALLAST BLOCK ASSEMBLY.
03	2007-07-31	SM	JS	ADDED REDUCER AND ANODES
S1	2007-09-21	JAB	JS	CHANGED ANODE SPECIFICATION
S2	2007-10-20	JAB	JS	CHANGED REDUCER, ADDED BALLAST BLOCK SPACING TABLE, FLANGE ANODE DETAILS, AND MISC. NOTATION
S3	2007-12-07	JAB	JS	ADDED END CAP ANODES, BLIND FLANGE DETAIL, PIPE SPEC. AREA CHANGE, MISSING REFERENCE DRAWING AND MODIFIED TITLE

Conception / Design	JAS	2006, 06, 23
Vérifié / Checked	BN	
Approuvé / Approved	JAS	
Dessiné / Drawn	JAB	2007, 07, 30

HAY & COMPANY CONSULTANTS	A DIVISION OF EBA Suite 800 - 1066 West Hastings Street Vancouver, B.C. Canada V6E 3X2 E-mail: hayco@hayco.com
Client / Client	INCO AUSTRALIA MANAGEMENT PTY. LTD.
Project / Project	DÉCHARGE MARINE DE GORO GORO MARINE OUTFALL


CONSTRUCTION AREA 63A1
MARINE INSTALLATION:
DIFFUSER DETAILS

Numero De Dessin / Drawing No.
GCT01-285-C524-54-0021

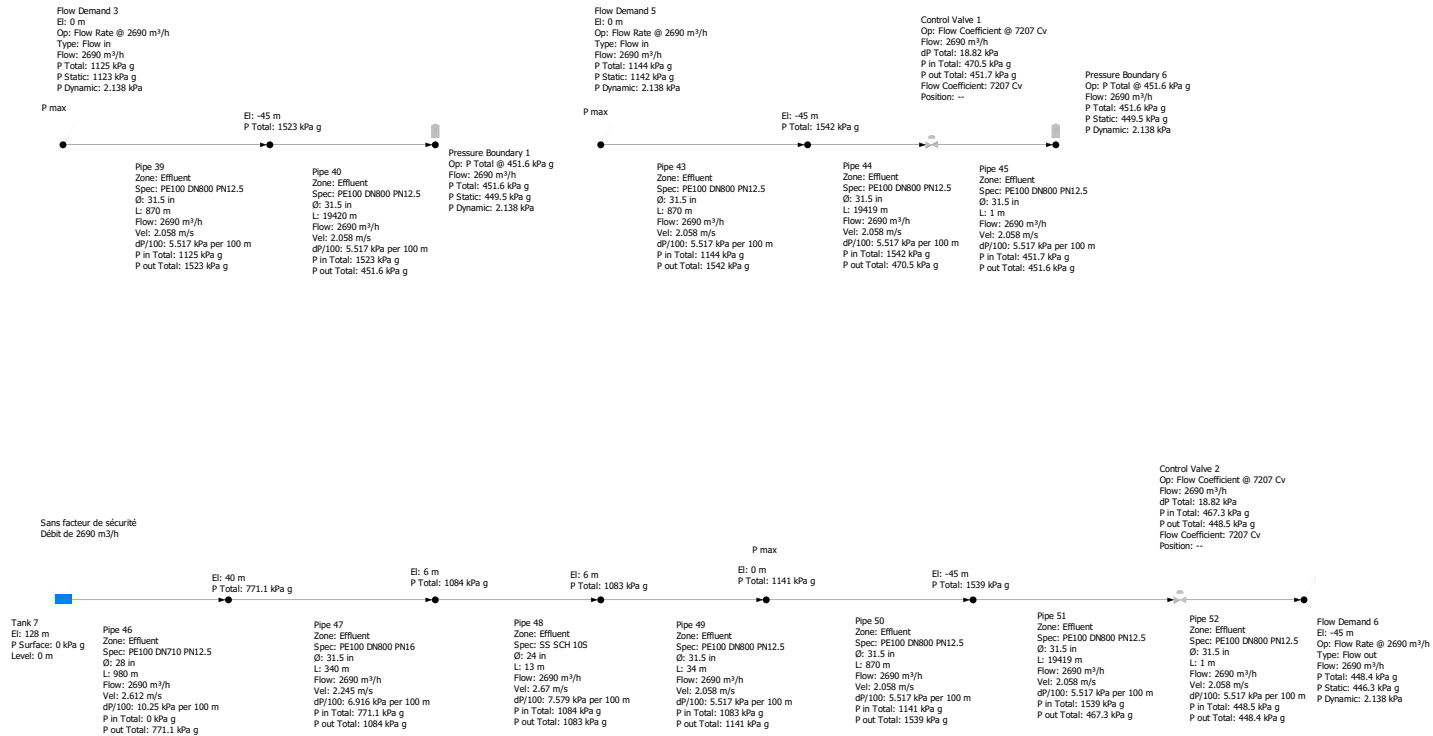
REV
S3

A dark, semi-transparent blue overlay covers the entire page. In the background, a group of people are seated around a table in a meeting room, looking at documents and laptops. The text is overlaid on the left side of the image.

ANNEXE 5.1 : Vérification indépendante de Norda Stelo

	NOTES DE CALCULS		Rev	Date	Préparé par																												
	Client	A2EP	0	19-oct-22	Marianne Guay																												
	Projet	121572.022-007			Vérifié par																												
	No document	NC-P-0001			Jacques Talbot																												
	Vérification du modèle hydraulique				Approuvé par																												
					Jacques Talbot																												
Page : 1 de 1																																	
Objectifs																																	
O1. Valider le modèle hydraulique présenté dans le rapport EXT-285-8230-RP-0010_O1																																	
Méthodologie																																	
M1. Déterminer la pression maximum dans la tuyauterie. M2. Déterminer l'élévation à partir de laquelle la conduite est en charge.																																	
Hypothèses de base																																	
H1. Le débit maximum de rejet vers l'émissaire est de 3050 m3/h (R1). H2. La température maximum des rejets est de 40°C, une température de 30°C est considérée pour les calculs (R1). H3. La masse volumique de l'eau de mer est de 1025 kg/m3 (R1). H4. La masse volumique de l'effluent est de 1010 kg/m3 et la viscosité de 1 cP (R1). H5. La rugosité du HDPE est de 0.39 mm (0.0153 po) (R1). H6. La section en PE100 DN710 PN 12.5 a une longueur de 1310 m (R1). L'élévation à l'entrée de la conduite est de 153 m et de 40 m à la sortie (R1). H7. La section en PE100 DN800 PN 16 a une longueur de 340 m (R1). L'élévation à l'entrée de la conduite est de 40 m et de 6 m à la sortie (R1). H8. La section en Duplex SCH 10S de DN600 a une longueur de 13 m (R1). L'élévation à l'entrée de la conduite est de 6 m et de 6 m à la sortie. (R1). H9. La section en PE100 DN800 PN 12.5 (on-shore) a une longueur de 34 m (R1). L'élévation à l'entrée de la conduite est de 6 m et de 0 m à la sortie (R1). H10. La section en PE100 DN800 PN 12.5 (off-shore) a une longueur de 20290 m (R1). L'élévation à l'entrée de la conduite est de -0.8 m et de -45 m à la sortie (R1). H11. Le diffuseur est constitué de 200 trous de 40 mm sur 1 km à une élévation de 45 m (R1). H12. Un coefficient de décharge de 0.6 est considéré pour valider le débit passant par un orifice.																																	
Références																																	
R1. EXT-285-8230-RP-0010_O1 R2. Simulation Pipe-Flo: 121572.002-007-I-P-PIPEFLO-0001_0 R3. TLV Calculator: Water Flow Rate through an Orifice																																	
Calculs																																	
<div>1. Détermination de la pression exercé par l'eau de mer</div> <table><tr><td>Hauteur de liquide</td><td>45 m</td><td></td></tr><tr><td>Densité</td><td>1.025</td><td>(H3)</td></tr><tr><td>Pression</td><td>65.5</td><td>psig</td></tr><tr><td>Pression</td><td>451.6</td><td>kPag</td></tr></table> <div>2. Détermination de la presion maximum dans la conduite actuelle</div> <p>La pression requise pour contrer les pertes de charge au débit de 2690 m3/h est de 1125 kPag en considérant aucune perte de charge dans le diffuseur (R2).</p> <p>La pression requise pour contrer les pertes de charge au débit de 2690 m3/h est de 1144 kPag en considérant une vanne de CV de 7207 pour représenter le diffuseur (R2).</p> <p>La section de conduite qui est en charge commence à une élévation de 128 m (R2).</p> <div>3. Détermination de la presion maximum dans la conduite en changeant 300 m</div> <p>La pression requise pour contrer les pertes de charge au débit de 2909 m3/h est de 1340 kPag en considérant une vanne de CV de 7207 pour représenter le diffuseur (R2).</p> <div>4. Détermination de la presion maximum dans la conduite en changeant 6500 m</div> <p>La pression requise pour contrer les pertes de charge au débit de 3050 m3/h est de 1319 kPag en considérant une vanne de CV de 7207 pour représenter le diffuseur (R2).</p> <div>5. Validation des débits pour l'ajout de trou dans la conduite pour le premier orifice du cas 1</div> <table><tr><td>Pression dans la conduite au niveau du 1er orifice selon le rapport</td><td>649</td><td>kPag</td><td>(R1)</td></tr><tr><td>Pression de liquide sur la conduite</td><td>451.6</td><td>kPag</td><td></td></tr><tr><td>Diamètre de l'orifice</td><td>42</td><td>mm</td><td>(R1)</td></tr><tr><td>Débit passant par l'orifice</td><td>59.4</td><td>m3/h</td><td>(R3)</td></tr></table> <p>Le débit calculé dans le rapport est plus élevé que 59.4 m3/h.</p>						Hauteur de liquide	45 m		Densité	1.025	(H3)	Pression	65.5	psig	Pression	451.6	kPag	Pression dans la conduite au niveau du 1er orifice selon le rapport	649	kPag	(R1)	Pression de liquide sur la conduite	451.6	kPag		Diamètre de l'orifice	42	mm	(R1)	Débit passant par l'orifice	59.4	m3/h	(R3)
Hauteur de liquide	45 m																																
Densité	1.025	(H3)																															
Pression	65.5	psig																															
Pression	451.6	kPag																															
Pression dans la conduite au niveau du 1er orifice selon le rapport	649	kPag	(R1)																														
Pression de liquide sur la conduite	451.6	kPag																															
Diamètre de l'orifice	42	mm	(R1)																														
Débit passant par l'orifice	59.4	m3/h	(R3)																														
Conclusions																																	
C1. La pression maximum dans la conduite actuelle au débit de 2690 m3/h est de 1144 kPag en considérant une perte de charge dans le diffuseur. Le résultat est similaire à celui du rapport. La conduite devient en charge à partir d'une élévation de 128 m.																																	
C2. La pression maximum dans la conduite actuelle au débit de 2909 m3/h est de 1340 kPag en considérant une perte de charge dans le diffuseur. Le résultat est similaire à celui du rapport.																																	
C3. La pression maximum dans la conduite actuelle au débit de 3050 m3/h est de 1319 kPag en considérant une perte de charge dans le diffuseur. Cette valeur est inférieure à la pression maximum admissible de 1324 kPag.																																	
C4. Les données du modèle hydraulique présentés dans le rapport permettent de déterminer les pressions à différents endroits de la conduite et ont été validés à l'aide d'une simulation Pipe-Flo. La validation de la simulation à l'aide de Pipe-Flo montre que le modèle présenté dans le rapport est adéquat.																																	
C5. Selon les données de la simulation, le débit calculé à travers le premier orifice pour le cas 1 devrait être de 59 m3/h au lieu de 97 m3/h pour un trou de 42 mm.																																	
Suivi																																	

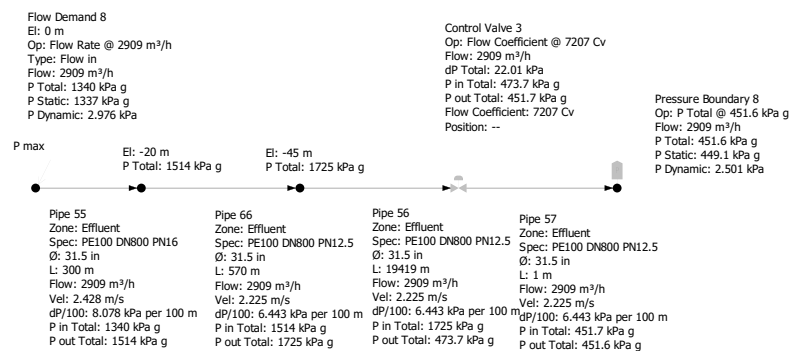
PIPE-FLO®



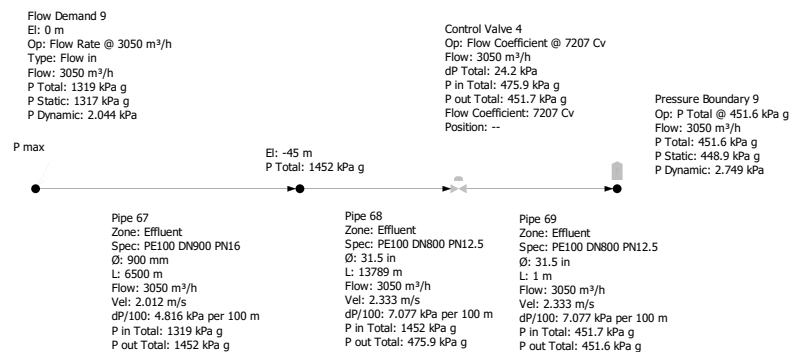
PIPE-FLO Professional		Units			Project Information	
Program Version:	17.6	Area:	ft²	Flow rate:	m³/h	Company:
Calculation Method:	Darcy-Weisbach	Length:	m	Pressure:	kPa	Project:
Maximum Iterations:	1000	Elevation:	m	Power:	hp	Drawn by:
Percent Tolerance:	0.01 %	Diameter:	mm	Temperature:	°F	File Name: 121572.022-007-I-P-PIPEFLO-0001_rev0.pipe
Laminar Cutoff Re:	2100	Velocity:	m/s	Density:	kg/m³	Lineup: <Design Case>
Allowable Deviation:	1 %	Volume:	gal	Viscosity:	cP	Print Date: mardi, octobre 18, 2022 03:16
				Thermal Capacitance:	BTU/lb°F	
				Heat Transfer Rate:	BTU/h	
				Heat Transfer Coefficient:	BTU/h²°F	
				Thermal Insulance:	h²ft²F/BTU	
				Atmospheric Pressure:	101.3 kPa a	

PIPE-FLO®

Modification de 300 m de tuyauterie off-shore



Modification de 6500 m de tuyauterie off-shore



PIPE-FLO Professional	Units				Project Information
Program Version: 17.6	Area: ft²	Flow rate: m³/h	Heat Transfer Rate: BTU/h		Company:
Calculation Method: Darcy-Weisbach	Length: m	Pressure: kPa	Heat Transfer Coefficient: BTU/h²°F		Project:
Maximum Iterations: 1000	Elevation: m	Power: hp	Specific Heat Capacity: BTU/lb°F		Drawn by:
Percent Tolerance: 0.01 %	Diameter: mm	Temperature: °F	Thermal Capacitance: BTU/h°F		File Name: 121572.022-007-I-P-PIPEFLO-0001_rev0.pipe
Laminar Cutoff Re: 2100	Velocity: m/s	Density: kg/m³	Thermal Insulance: h²ft²°F/BTU		Lineup: <Design Case>
Allowable Deviation: 1 %	Volume: gal	Viscosity: cP	Atmospheric Pressure: 101.3 kPa a		Print Date: mercredi, octobre 19, 2022 10:55

Calculator: Water Flow Rate through an Orifice



TLV ToolBox - For iOS and Android

Input Data

Units SI ▼

Primary Pressure

649

kPaG ▼

Secondary Pressure

451.6

kPaG ▼

Diameter of Orifice

42

mm ▼

Discharge Coefficient [?]

0.6

Water Temperature [?]

30

°C ▼

[Hide Advanced Options](#)

Calculate

[Clear](#)

Result

Water Flow Rate

59.3864

m³/h ▼

The logo for A2EP, featuring the letters 'A2EP' in a bold, sans-serif font. The '2' is stylized with a blue outline and a red fill.

A2EP

INDUSTRIES



14 rue Edouard Glasser

Motor Pool - BP 8176

98 808 Nouméa Cedex

Téléphone : +687 27 55 00

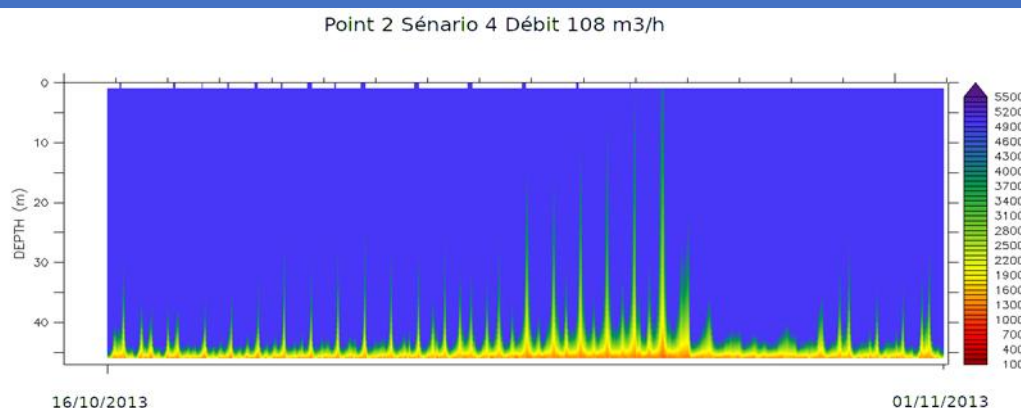
Télécopieur : +687 27 71 33

ANNEXE 3



Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) :

Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel augmenté à 108 m³/h



« Chimie de l'environnement et
Modélisation hydrodynamique »

Rapport Final
30/11/2022

Illustration première page : Profils de dilution temporelle en sortie des trous 2 (1080 m³/h) pour les périodes du 16-31 octobre.

CONTRAT DE CONSULTANCE

Modélisation de la dispersion des effluents dans le
Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous
supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) :

Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel
augmenté à 108 m³/h

Ref AEL/LEA : 620-PR-22-P

Ref Prony-Resources : L53202/0001

Nombre de pages : 51

	Ref AEL	Ref Client	
Identification	620-PR-22-P	L53202-0001	
Titre complet	Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) : Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel augmenté à <u>108 m³/h</u>		
Auteur			
Résumé	<p>La fuite d'effluent constatée au droit du port de commerce de Prony-Resources et les difficultés supplémentaires rencontrées pour l'évacuation des masses d'eau du parc à résidus KO2, ont conduit l'industriel à devoir envisager une stratégie de rejet des effluents traités en augmentant les volumes évacués dans le Canal de la Havannah. Une des solutions consisterait à percer 10 nouveaux trous le long du pipe-line pour rejeter au total 590 m³/h supplémentaires, ce débit ayant ensuite été porté à 1080 m³/h.</p> <p>Une simulation a permis de visualiser le comportement physique des effluents dans le temps et fournir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un suivi temporel des concentrations en facteurs de dilution ; • Une représentation de l'évolution des facteurs de dilution moyens ; • Des calculs de pourcentages d'occurrence par rapport à des limites de dilution fixées. <p>En termes de courantologie, le modèle montre que dans la partie Est du pipe-line, les courants moyens sont constants, d'intensité moyenne (0,25 m/s) et toujours orientés selon un axe SW-NE. A l'Ouest, les courants sont plus variables et forts, occasionnellement orientés au Sud et dirigent potentiellement les effluents vers le large. Concernant la dispersion des effluents sortant des 10 trous, les profils verticaux temporels et les cartes de dilution spatiales ont montré que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • durant la première quinzaine, les panaches sont individualisés, ne se cumulent pas et sont pratiquement confinés dans les eaux profondes (Fernandez, 2022) ; • durant la deuxième quinzaine, sous l'effet combiné du régime d'Alizé et des marées de morte-eau, les panaches se superposent pour n'en former qu'un seul qui peut s'étaler du Cap Ndoua à la Pointe Méhoué ; tant en surface qu'en profondeur, son extension la plus importante est calculée pour les conditions de Morte-Eau. <p>En termes de taux de dilution, les valeurs les plus faibles, donc potentiellement les plus pénalisantes vis-à-vis du milieu marin sont calculées pour les périodes combinant marées de morte-eau et régime d'Alizé, avec des remontées du panache vers la surface. D'une manière globale, les taux de dilution minimums de 1.000 (surconcentration de 1 µg/l dans le milieu) sont respectés dans toute la zone d'étude. Toutefois, à la différence des calculs conduits pour la première quinzaine, pour la deuxième, toute la colonne d'eau peut être concernée, selon les conditions hydro-climatiques et marégraphiques.</p> <p>En conclusion, les débits d'effluent pour chacun des 10 trous additionnels projetés, semblent bien absorbés par les masses d'eau océaniques qui circulent dans le Canal de la Havannah, quelles que soient la force de la marée et la météorologie car seule la couche de fond (k2) est influencée sensiblement par les rejets.</p> <p>Au vu des résultats de simulation, cette configuration, qui combine un débit total de 1080 m³/h avec des conditions hydro-climatiques (Alizés) et marégraphiques (Mortes-eaux) défavorables, permet d'envisager de tester d'autres alternatives, comme l'augmentation du nombre de trous additionnels et/ou de les répartir le long du pipe-line.</p> <p>Toutefois, il faudra prêter une attention particulière aux impacts potentiels au niveau du platier de la Point Méhoué et du Récif Ioro.</p>		
APPROBATION			
FONCTION	NOMS	VISA	DATE
Rédacteur			30/11/2022
Vérificateur 1			
Vérificateur 2			19/12/2022
Approbateur			
EVOLUTION			
VERSION	DESCRIPTION DES MISES A JOUR		DATE
V1.0	Rapport final		19/12/2022
COPIE - DIFFUSION			
NOM	ORGANISME		
	Prony Resources NC		

Ce rapport est cité comme suit : .Fernandez JM, 2022. Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4) : Simulations longue durée (1 mois) à un débit individuel augmenté à 108 m³/h . Contrat AEL/PR-NC 620-PR-22-P / L53202-0001, 51p.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	6
I. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	7
II. METHODOLOGIE	8
A. MODELE MISE EN ŒUVRE : MARS3D	8
B. RAFFINEMENT DU MAILLAGE ET CONDITIONS INITIALES	10
C. EQUATIONS DU MODELE	12
D. VALIDATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE PAR COMPARAISON AUX MESURES	13
E. CONDITIONS INITIALES ET CONDITIONS AUX LIMITES	14
F. DETAILS DE LA MISSION ET PARAMETRAGE	15
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	17
A. RAPPELS DE LA COURANTOLOGIE DE LA ZONE.....	17
B. PROFILS TEMPORELS DE DILUTION	21
C. CARTES D'EVOLUTION TEMPORELLE DES TAUX DE DILUTION	28
D. POURCENTAGES D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION (1.000, 2.000, 5.000 & 10.000)	36
E. COUPES TRANSVERSALES « COTE-LARGE »	43
IV. CONCLUSIONS.....	46
REFERENCES	51

I. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Suite à la rupture du tuyau du 17 septembre, Prony-Resources a demandé une modélisation du comportement du panache issu de la fuite en Baie du Prony.

Cet incident a conduit l'industriel à revoir sa stratégie de rejet des effluents traités, notamment en envisageant d'augmenter les volumes évacués dans le Canal de la Havannah en perçant 10 trous le long du pipe-line pour rejeter 590 m³/h supplémentaires.

Ces résultats de calculs se sont montrés encourageants en termes d'impact sur le milieu marin. **Il a donc été décidé de lancer une nouvelle modélisation en augmentant le débit des 10 trous à un total de 1080 m³/h** pour étudier les conséquences de ce nouveau paramétrage.

Prony Resources souhaite donc avoir un aperçu du comportement du panache à partir du « scénario 4 » et les nouvelles conditions de rejets.

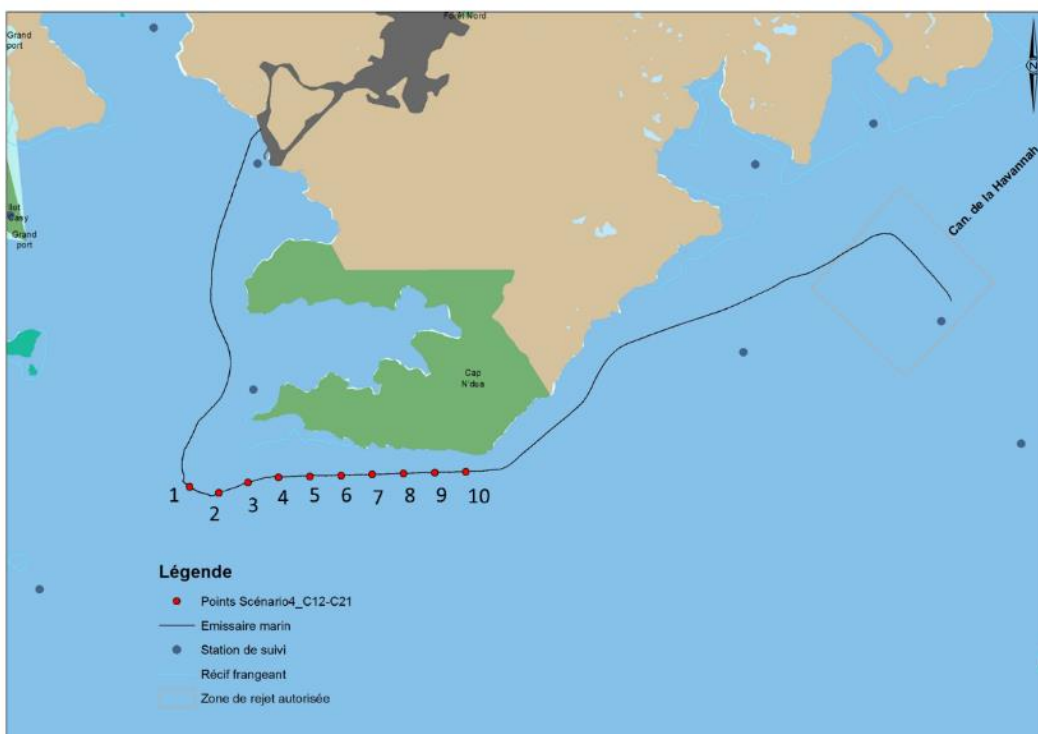


Figure 1 : Carte du tracé du pipe-line et du positionnement des 10 événements supplémentaires simulés (scénario-4) pour l'évacuation des effluents industriels dans le Canal de la Havannah.

II. METHODOLOGIE

A. MODELE MISE EN ŒUVRE : MARS3D

1. Principe de fonctionnement

Le modèle de circulation proposé, MARS-3D (Model for Applications at Regional Scales), est un modèle développé par l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER) depuis presque 30 ans. Sa première version, créée en 1991 (Lazure et Salomon, 1991), a subi de nombreuses modifications et améliorations afin d'optimiser ses performances, notamment en 2008 (Lazure et Dumas, 2008), le code restant en constante évolution.

MARS3D est un modèle côtier en trois dimensions, dédié à la modélisation océanographique des échelles régionales jusqu'aux échelles littorales. Le modèle est composé d'une grille de mailles horizontales carrées (dimensions égales selon x et y ; Figure 2) dont la longueur « a » peut descendre jusqu'à quelques dizaines de mètres, mais dont la hauteur (h) varie suivant l'axe z et peut descendre jusqu'à quelques centimètres.

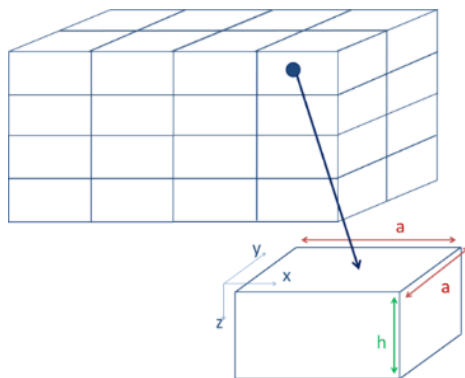


Figure 2 : Représentation schématique d'une grille de modélisation constituée de mailles et détail des dimensions d'une maille de la grille de modélisation

Le code MARS résout en chacune de ces mailles les équations primitives d'un milieu incompressible et hydrostatique, le calcul se faisant de maille en maille pour décrire le mouvement des masses d'eau ; les résultats en une maille sont homogènes sur tout le volume de celle-ci. Ce principe rend ce code de calcul particulièrement puissant et fiable dans le cas d'études courantologiques et de transport de matière dissoute et/ou particulaire sur des distances de plusieurs centaines de mètres ou kilomètres.

2. Limites en champ proche

La seule limite au principe de calcul en « *différences finies* » est la représentation en champ proche d'un terme source (de matière ou d'eau). Le « champ proche », au sens hydrodynamique correspond à un écoulement dominé par la dynamique propre du panache, c'est-à-dire que le comportement du fluide est dicté par la turbulence du jet, les densités de l'effluent et du milieu ambiant (Figure 3). Dans le champ

proche, les vitesses du rejet sont supérieures à celle du fluide ambiant¹ qui est entraîné, créant la turbulence de l'écoulement. En sortie de champ proche, l'effluent est soumis au courant ambiant et devient « passif ».

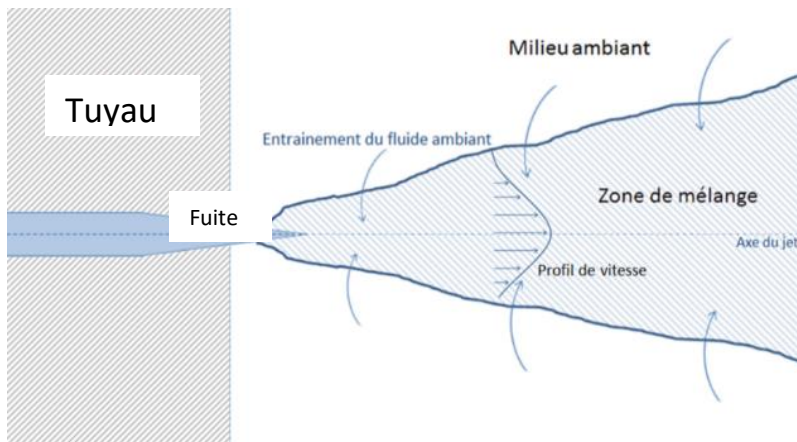


Figure 3 : Représentation schématique du champ proche du rejet et de l'effet de son écoulement sur le fluide ambiant

Dans le cas d'un modèle côtier tel que MARS3D, n'ayant pas vocation à simuler les phénomènes de champ proche, les apports sont modélisés dans le volume total d'une maille, dont les dimensions ne permettent pas de représenter le diamètre du jet, ni son écoulement de « champ proche ». De ce fait, sur l'horizontale, la dilution n'est pas représentée en fonction de la distance au rejet mais est considérée homogène dans la maille, ce qui a pour conséquence un effet de « dilution numérique », moyennant les flux sur le volume de la maille de mélange (Figure 4).

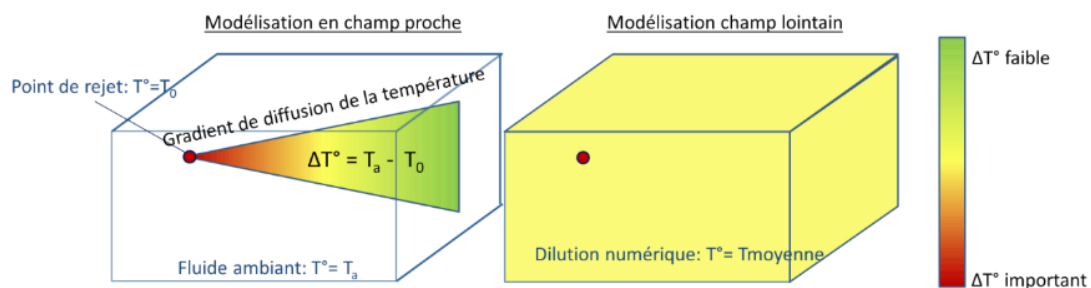


Figure 4 : Représentation schématique de la diffusion de la température dans la maille contenant le rejet d'eau, par exemple, à température T_0 différente de celle du fluide ambiant T_a , dans le cas de modélisations spécifiques au champ proche et aux champs moyen et lointain.

Sur la verticale, la diffusion est affinée par une hauteur réduite des mailles. Cependant, cette approximation en champ proche n'entraîne aucune répercussion sur la simulation du rejet et de son influence en champs moyen et lointain sur le milieu récepteur car le modèle est conservatif en termes de flux. Il n'y a donc aucune perte sur le domaine de modélisation. L'objectif est d'estimer l'impact potentiel du rejet de chacun des 10 orifices sur les écosystèmes marins (faune et flore) localisés à plusieurs centaines de mètres du pipe-line à des profondeurs d'immersion variant de 40 à 50 mètres. Dans ce contexte le modèle MARS3D est parfaitement adapté pour répondre à cette problématique.

¹ Ce « champ proche » peut être étudié avec des logiciels dédiés (type CORMIX ou VISJET) sous réserve d'une schématisation de l'environnement requérant une analyse de l'environnement et des conditions de rejet. Cormix donne les caractéristiques principales de l'écoulement de champ proche, notamment le taux de dilution en fonction de la distance au rejet.

3. Fiabilité du modèle

MARS-3D a été le support de nombreuses études sur le lagon calédonien (Douillet et al., 2001; Ouillon et al., 2004 ; Jouon et al., 2006 ; Ouillon et al., 2010 ; Fuchs et al. 2013 ; Fraysse 2014, Drouzy et al., 2019,) qui ont toutes contribué à son perfectionnement ; spécifiquement dans les lagons sud-ouest et sud de Nouvelle-Calédonie, ce modèle a été implémenté et validé par Douillet et Le Gendre (2008). Ces travaux ont permis de dresser des atlas de courants pour l'ensemble de la côte sud du Territoire.

L'étude du transport des masses d'eau, et plus particulièrement du transport de matières dissoute ou particulaire, nécessite un modèle de circulation des masses d'eau qui soit fiabilisé, c'est-à-dire validé par des campagnes de mesures courantométriques et marégraphiques. Dans cet objectif, depuis son implémentation dans le sud du Territoire (1998), le modèle a fait l'objet de nombreuses campagnes de validation : couplage de simulations en conditions réelles à un réseau de mesures incluant des mesures de courantométrie de type Doppler, mouillage de bouées dérivantes et relargage de traceurs colorés comme la Rhodamine-WT (Douillet et Le Gendre, 2008 ; Fernandez et al, 2009, Drouzy, 2019). Depuis, le modèle a été mis en œuvre à de nombreuses reprises par AEL/LEA lors d'études hydrodynamiques et sédimentaires, sur cette zone potentiellement soumise aux influences minières (Drouzy et Fernandez, 2018). Le modèle dans sa version V11.0 répond pleinement aux impératifs de validation assurant sa fiabilité.

B. RAFFINEMENT DU MAILLAGE ET CONDITIONS INITIALES

Le modèle MARS3D permet, via le système AGRIF (Grid Refinement, Debreu et al., 2008), la gestion d'emboîtements des calculs entre une grille-mère et les grilles-filles, de plus fines résolutions. Cette technique permet d'augmenter le niveau de raffinement des calculs sur une zone souhaitée, sans avoir à imposer celui-ci sur la totalité de l'emprise de la grille de modélisation (gain en temps de calcul et en espace de stockage).

Le raffinement AGRIF opère automatiquement la subdivision de la taille de la grille-mère par un facteur choisi pour construire la grille-fille.

Par défaut, le pas de temps de calcul est également divisé, mais peut éventuellement être conservé identique à celui de la grille-mère. Les calculs effectués en parcourant les mailles de la grille-mère fournissent les conditions limites à la grille-fille, à chaque pas de temps. Les variables calculées par la grille-mère servent de forçages lorsque la grille-fille amorce ses calculs. En retour, certains calculs issus de la grille-fille, peuvent être utilisés pour exercer une rétroaction vers la grille-mère.

Pour obtenir une résolution qui soit la plus fine possible sur la zone du cap N'Doua (secteur nord-ouest du Canal de la Havannah), une première phase de raffinement incluant le Canal de la Havannah a été menée pour imbriquer les mailles du modèle et la bathymétrie.

Ainsi, une première grille-fille dont la résolution est de 180 m, a été extraite de la grille-mère à 540 m (Figure 5). Un second zoom à 60 m a été créé sur le secteur Nord du Canal, zone d'influence directe des rejets par les 10 événements théoriques. La configuration finale du modèle utilisé comporte donc deux grilles-filles de tailles et d'emprises différentes, imbriquées les unes dans les autres et interagissant.

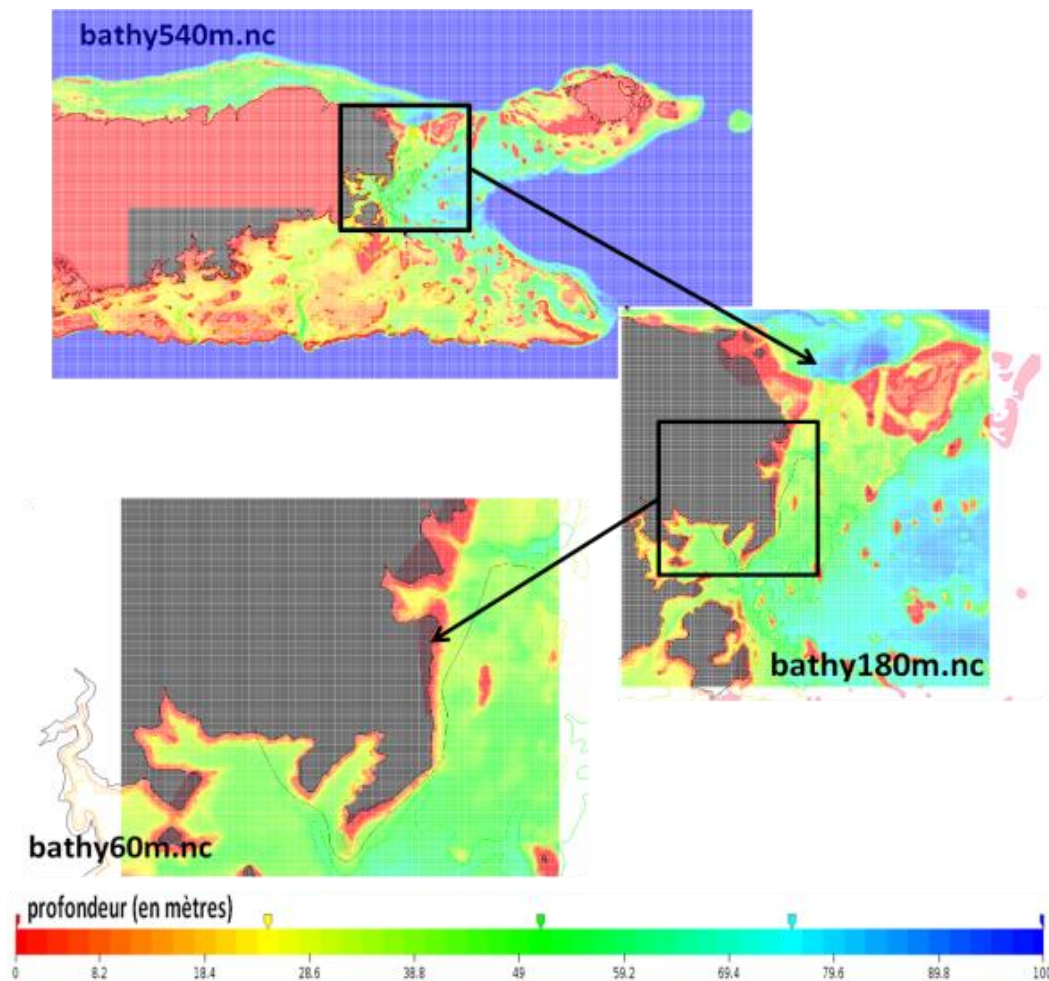


Figure 5 : Emprises et résolutions des différentes grilles imbriquées, profondeur en mètres

Les données de profondeurs proviennent des données de sondages du SHOM.

La résolution verticale du modèle est établie sur 30 niveaux, faisant l'objet d'un autre type de raffinement par le resserrement des couches de calcul en surface et au fond (Figure 6), afin d'affiner les échanges aux interfaces air/eau et eau/sédiment.

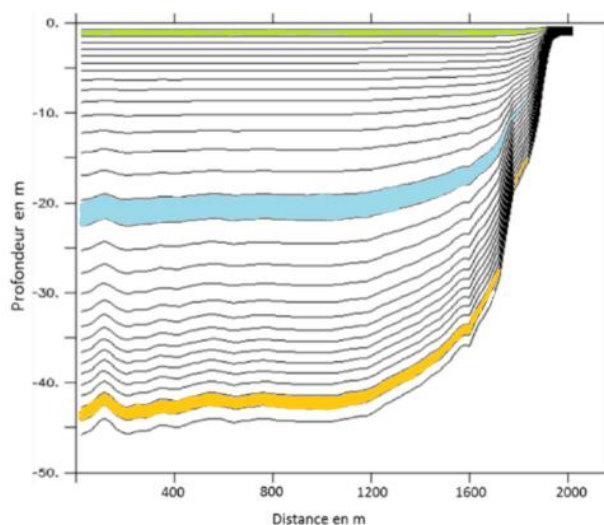


Figure 6 : Représentation du raffinement (resserrement) en surface et au fond des coordonnées sigma dans la zone d'étude ; Position des couches d'intérêt k2 (orange), k15 (bleu) et k30 (verte) d'extraction des données issues de la modélisation hydrodynamique

C. EQUATIONS DU MODELE

Comme de nombreux modèles numériques hydrodynamiques, MARS3D résout, en chacune des mailles des différentes grilles, les équations primitives du mouvement, obtenues à partir des équations de Navier-Stokes (1 et 2), dans un repère Cartésien :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} - fu = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} \right) \quad (2)$$

Avec pour hypothèse celle d'un milieu incompressible (3) et de l'hydrostatique d'après l'approximation de Boussinesq (4), selon lesquelles :

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (3) \quad \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g \quad (4)$$

La résolution de toutes les équations repose sur un schéma en « différences finies » sur une grille Arakawa de type C (verticale et horizontale).

Afin de maintenir un nombre constant de mailles sur la verticale, les équations sont résolues dans le système des « coordonnées sigma généralisées » (Deleersnijder and Beckers 1992), s'adaptant mieux aux variations de la surface libre et à la bathymétrie complexe. Cette formulation confère l'avantage de gérer les forts gradients de bathymétrie car elle construit les niveaux en s'adaptant au relief sous-marin.

Contrairement aux niveaux « sigma classiques », les « sigma généralisées » n'ont pas de rapport constant le long de la verticale. La formule générale est :

$$z = \zeta(1+s) + hcs + (h-hc)C(s), \quad -1 \leq s \leq 0 \quad (5)$$

où « ζ » est l'élévation de surface, « h » est la hauteur d'eau moyenne, « hc » l'épaisseur de la couche de surface et « $C(s)$ » est un ensemble de courbes défini par :

$$C(s) = (1-b) \frac{\sinh(\theta s)}{\sinh \theta} + b \frac{\tanh[\theta(s+0.5)] - \tanh(0.5\theta)}{2 \tanh(0.5\theta)} \quad (6)$$

$0 \leq \theta \leq 20$ et $0 \leq b \leq 1$ sont les paramètres de contrôle de surface et de fond, modulables en fonction des raffinements souhaités en surface et au fond de la colonne d'eau.

La formulation de la fermeture de la turbulence adoptée ici est le modèle « K-epsilon » (Burchard et Petersen, 1999 ; Burchard et Bolding, 2001) dans lequel la viscosité turbulente verticale est exprimée grâce à deux équations, l'une résolvant l'énergie cinétique turbulente et la seconde son taux de dissipation. Cette formulation à deux équations permet de mieux reproduire le mélange dans un écoulement stratifié (Drouzy, 2019).

D. VALIDATION DU MODELE HYDRODYNAMIQUE PAR COMPARAISON AUX MESURES

L'étude du transport des masses d'eau nécessite un modèle de circulation qui soit fiabilisé, c'est-à-dire validé par des campagnes de mesures courantométriques et marégraphiques. Dans cet objectif, depuis son implémentation dans le sud du Territoire (Douillet, 1998), le modèle a fait l'objet de nombreuses campagnes de validation : mesures de courantométrie de type Doppler, mouillage de bouées dérivantes et largage de traceurs colorés comme la Rhodamine-WT (Douillet et Le Gendre, 2008 ; Fernandez et al, 2009, Drouzy, 2019). Depuis, le modèle a été mis en œuvre à de nombreuses reprises par AEL/LEA lors d'études hydrodynamiques et sédimentaires, sur cette zone potentiellement soumise aux influences minières (Drouzy et Fernandez, 2015 ; 2016 ; 2018). Le modèle dans sa version V11.0 répond pleinement aux impératifs de validation assurant sa fiabilité.

Le Tableau 1 résume les résultats d'une des dernières campagnes de mesure. Le signal des courantomètres a été comparé aux résultats des simulations du modèle, à l'emplacement même des instruments. La corrélation entre les résultats de calculs et les mesures, par grandeur et par couche de profondeur, est très satisfaisante et significative et valide de fait la capacité du modèle à reproduire les courants de marée.

Tableau 1 : Récapitulatif des coefficients de corrélation entre mesures et résultats du modèle, pour différentes périodes d'acquisition, profondeurs et composantes de courants.

Période d'acquisition	Grandeur	Profondeur	Coefficient de corrélation (r)
Avril-Mai 2016	Composante Est-Ouest	Surface	0,9375***
Avril-Mai 2016	Composante Nord-Sud	Surface	0,8729***
Avril-Mai 2016	Vitesse	Surface	0,9162***
Avril-Mai 2016	Composante Est-Ouest	Fond	0,9381***
Avril-Mai 2016	Composante Nord-Sud	Fond	0,8718***
Avril-Mai 2016	Vitesse	Fond	0,9110***
Aout-Novembre 2016	Composante Est-Ouest	Mi-profondeur	0,9388***
Aout- Novembre 2016	Composante Nord-Sud	Mi-profondeur	0,9695***
Aout- Novembre 2016	Vitesse	Mi-profondeur	0,9165***

La Figure 7 illustre la comparaison entre mesures et résultats du modèle, en termes d'intensité de courant, pour la période d'acquisition d'août à novembre 2016 de l'ADCP. L'alternance des marées de vives et de mortes eaux est clairement visible sur les variations cycliques d'intensité des deux signaux.

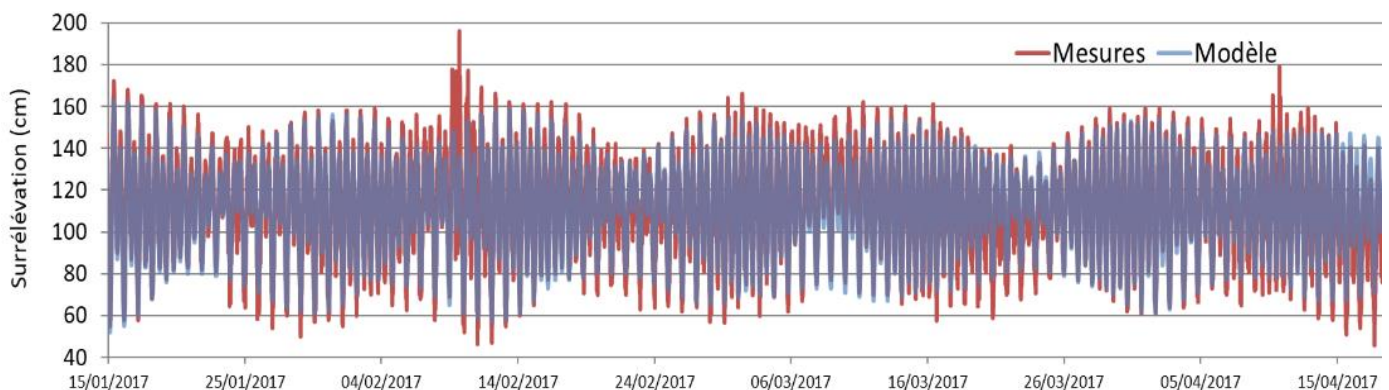


Figure 7 : Comparaison des signaux de courants de marée issus des mesures et du modèle en cm/s

E. CONDITIONS INITIALES ET CONDITIONS AUX LIMITES

Le paramétrage et lancement des simulations en conditions de forçage ont été réalisés pour répondre spécifiquement à la problématique évoquée plus haut.

Le modèle peut inclure un certain nombre de variables telles que la marée, les flux de chaleur à l'interface eau/atmosphère, les cumuls de précipitations, les débits d'eau douce des rivières sur la zone d'emprise, la direction et la force du vent, etc. Les valeurs de ces paramètres peuvent provenir de données réelles enregistrées ou encore être imposées par l'utilisateur.

Dans cette étude, les conditions initiales et aux frontières des grilles de modélisation sont les suivantes :

- Les conditions initiales de salinité, hauteur d'eau et vitesse des courants sont extraites du modèle global HYCOM (Consortium for Data Assimilative Ocean Modeling) ;
- La température initiale de l'eau du Canal de la Havannah sera imposée, homogène sur toute la colonne d'eau et égale à 21,0°C.
- La dispersion du panache d'effluents industriels retraités a été modélisée sur la base du « **mois météorologique modèle d'octobre 2013** » qui sert de référence pour les calculs phénoménologiques dans le lagon sud de la Nouvelle Calédonie (Figure 8).

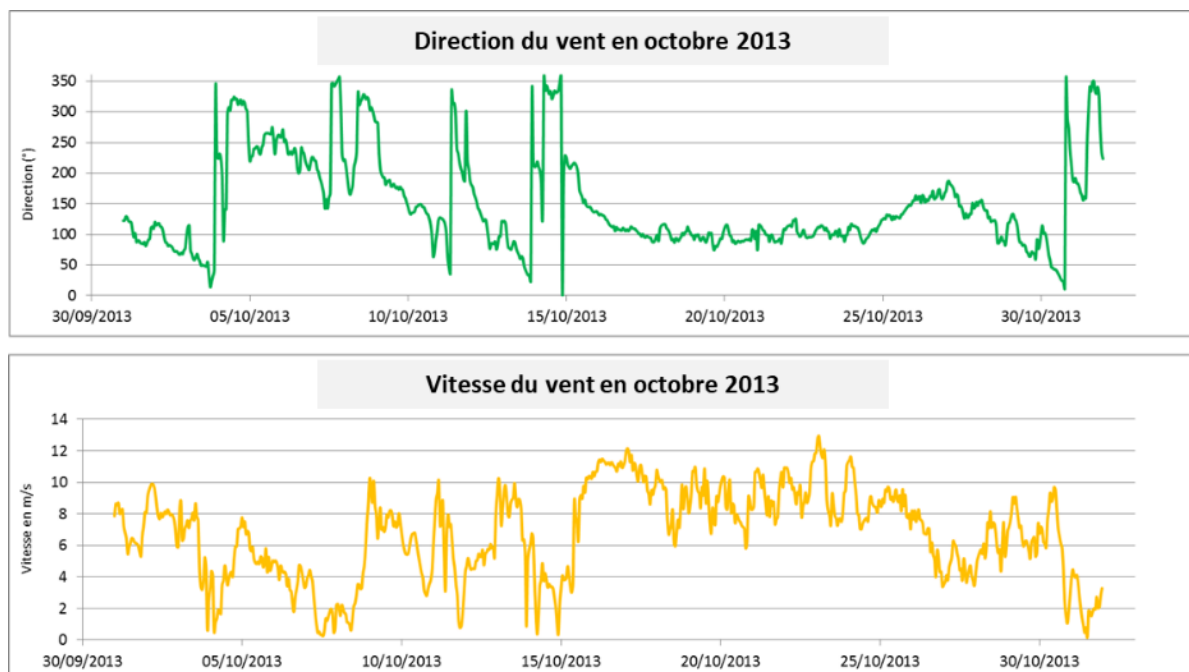


Figure 8 : Enregistrements des vitesse (FF) et direction (DD) du vent à la station de Ioro en octobre 2013.

En bref, ces données montrent que le mois d'Octobre 2013 est typique des conditions pour la saison avec l'installation progressive des Alizés continus. En effet en début de mois, les vents enregistrés à la station météorologique AEL (balise Ioro) présentent d'importantes variations de vitesses et de directions. Ainsi, les alizés, entre 2 et 8 m/s de début de mois, tournent au Nord puis au Nord-Ouest. L'intensité oscille fortement ensuite de manière journalière et montre des pics jusqu'à 10 m/s. Pendant la deuxième quinzaine, le régime dominant s'oriente vers un Alizé constant pouvant être soutenu de 8 à 13 m/ et précède un courant de Sud moins rapide (4 à 8 m/s) en fin de mois ;

- Les conditions de marée (14 ondes : M2, S2, K1, K2, O1, P1, Q1, M4, MS4, MN4, MF, MM, MSF, N2). Ces données proviennent du modèle global de marée TPX07 (Figure 9) et soulignent l'alternance de deux cycles de marées de vive-eau et de morte-eau ;

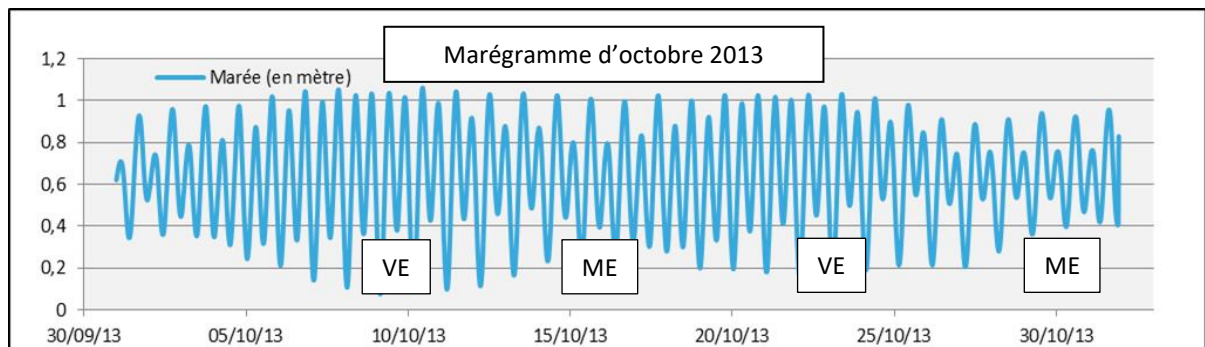


Figure 9 : Elévation relative de la surface de l'eau due à la marée lors de la période de simulation d'octobre 2013 (mètres). Alternance de deux cycles astronomiques successifs de Vives-Eaux (VE) et de Mortes-Eaux (ME).

F. DETAILS DE LA MISSION ET PARAMETRAGE

Répondre à la problématique des impacts potentiels le long de la côte bordant le Cap N'Doua, implique de considérer les apports supplémentaires dans le Canal de la Havannah via 10 nouveaux trous de 28 mm de diamètre percés le long du pipe-line tous les 500 mètres (points de jonction C12 et C21).

Ainsi, aux 126 m³/h sortant par les 16 événements existants, ces 10 nouveaux trous viendraient ajouter un débit de 1080 m³/h, soit 108 m³/h. Dans ces conditions, au niveau du diffuseur, le débit sortant par les 57 orifices encore fonctionnels, serait alors d'environ 1.970 m³/h.

Note : Hormis le débit cumulé pour les 16 événements, la perte de charge linéaire n'est pas prise en compte pour les deux autres termes sources que sont les 10 trous et les 57 orifices du diffuseur.

Durant la période de calculs, la concentration moyenne de manganèse a été maintenue constante à 1,0 mg/L (Tableau 2).

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des simulations et conditions de forçage envisagées.

	Conditions générales			Rejets effluent					Traceur dissous
	Vent (vitesse et direction)	Conditions de marée	Température eau de mer (°C)	ΔT°C rejets effluent	Densité effluent	Débit 16 événements (m ³ /h)	Débit 10 nouveaux trous (m ³ /h)	Débit 57 orifices diffuseur (m ³ /h)	Concentration initiale conservative
RUN du SCENARIO-4bis	Conditions réelles octobre 2013	Conditions réelles octobre 2022	21,0 (saison fraîche)	+6°C / mer	1,006	120	1080	1970	1 mg/L

Ces trois termes sources déversent leurs apports dans le Canal de la Havannah en différents secteurs dont le détail des positions géographiques est connu ou estimé (cas des futurs trous).

Dans le cadre de ce deuxième « run », il a été procédé à :

- L'utilisation d'une bathymétrie avec 3 niveaux d'imbrication de mailles, la plus fine étant de 60 mètres (une résolution supérieure nécessiterait de réaliser un levé bathymétrique spécifique plus précis dans tout ce secteur du Canal) ;
- L'utilisation de la version du modèle adapté aux conditions définies dans l'introduction ;
- Un test de stabilité des grilles de calcul dans ce nouveau modèle ;
- La création des états initiaux ;
- Deux simulations successives du devenir des rejets, dans les conditions de forçage du « mois météorologique modèle d'octobre 2013 » : la première intègre les 15 premiers jours caractérisés par des régimes de vents relativement variables et la deuxième prend en compte les 15 derniers jours où l'on assiste à la mise en place d'un régime stable d'Alizés, conditions représentatives de la climatologie en Nouvelle-Calédonie ;
- L'extraction et la qualification des résultats ;
- La mise en forme des données et leur exploitation sur le logiciel QGIS.

Ces deux simulations ont permis de visualiser le comportement physique dans le temps (dilution et déplacement) et fournir pour les couches de fond (k2), mi-profondeur (k15) le cas échéant, et de surface (k30) :

- Un suivi temporel des concentrations en facteurs de dilution ;
- Une représentation de l'évolution des facteurs de dilution moyens ;
- Des calculs de pourcentages d'occurrence par rapport à des limites de dilution fixées.

Des coupes verticales de concentration orientées « côte-large », ont également été réalisées pour compléter les informations et améliorer les interprétations.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Note : Dans ce rapport, les cartes fournies sont extraites d'un ensemble plus vaste de calculs et représentent l'information pertinente aux interprétations phénoménologiques. La totalité des cartes peut être remise sur simple demande à AEL/LEA.

A. RAPPELS DE LA COURANTOLOGIE DE LA ZONE

La courantologie du Canal de la Havannah est complexe, comme cela a été démontré dès 2008 à la suite du « Programme prédictif » confié à l'IRD par Goro-Nickel (Derex et Douillet, 2008) ; cette complexité s'exprimant notamment par des mouvements de masses d'eaux déphasés qui traduisent l'inertie du système au vu des volumes importants impliqués dans les transferts.

Les Figure 10 et Figure 11 fournissent les vecteurs pour des courants moyens des couches de fond (k2), respectivement, de marées montante (flot) et descendante (jusant) d'intensités moyennes.

1. Marée montante (Figure 10)

A marée basse (BM) astronomique, les courants sont encore dirigés vers la Passe de la Havannah et demeurent donc sortants durant plus d'une heure approximativement. Leur intensité, faible à l'Ouest du Canal, augmente à mesure que l'on se dirige vers l'océan ; ils dépassent encore les 0,5 m/s au niveau de la Passe de la Havannah alors qu'à l'intérieur du Canal, les courants sont deux fois plus faibles. Le long du pipe-line, des courants de 0,25 m/s sont calculés, exception faite de la Pointe Méhoué où ils atteignent et dépassent les 0,5 m/s.

A BM+1h, les courants commencent à diminuer rapidement sur l'ensemble de la zone et à BM+2h, la renverse est enfin observable. Les vitesses augmentent drastiquement à BM+3h, notamment au SW de la Passe où l'on calcule des vitesses de plus de 1 m/s quasiment jusqu'au niveau du diffuseur. Le long du pipe-line entre le diffuseur et le Cap N'Doua, les courants demeurent d'intensité moyenne (0,25 m/s) et de directions relativement constantes.

Toutefois, si les vecteurs ne montrent pas de signes de brassages des eaux le long du pipe-line, au niveau de la Pointe Méhoué une cellule anticyclonique de plusieurs kilomètres prend naissance ; cette structure hydrodynamique localisée à la sortie de la Baie de Prony, repousse les eaux vers le large.

Durant les deux heures suivantes, les phénomènes s'intensifient et les structures demeurent quasi-identiques, excepté au niveau de la Pointe Méhoué où un ralentissement des vitesses s'opère.

2. Marée descendante (Figure 11)

A marée haute (HM) astronomique, comme pour les phénomènes décrits pour la marée basse astronomique, les courants sont encore significatifs, notamment au niveau de la Passe de la Havannah. En effet, les veines d'eau entrantes proviennent toujours de la Passe de la Havannah avec des vitesses conséquentes de plus 1 m/s et concernent un vaste espace compris entre la passe et, à minima, le Récif

loro. Plus à l'Ouest le long du pipe-line, les courants sont constants en direction avec une intensité moyenne (0,25 m/s).

A HM+1h, alors que l'intensité des courants entrants semble faiblir, un puissant tourbillon cyclonique de plusieurs kilomètres de diamètre se met en place au niveau du diffuseur à la faveur du mouvement des masses d'eaux sortantes de début de jusant. Le long du pipe-line, les vitesses ralentissent très fortement et à la Pointe Méhoué, les courants deviennent quasiment nuls.

A HM+2h, la renverse s'est franchement opérée, les courants du jusant alimentent le puissant tourbillon qui s'installe durablement au-dessus du diffuseur pendant les deux heures suivantes. Les courants se dirigent alors vers la Pointe Puka séparant les baies de Port Boisé et la Kwé, puis longent la côte en direction de la Passe de la Havannah.

Au-dessus du pipe-line, les courants demeurent réguliers et de vitesse moyenne (0,25 m/s), sauf à la hauteur de la Pointe Méhoué où ils sont de directions plus variables mais globalement dirigés vers le large.

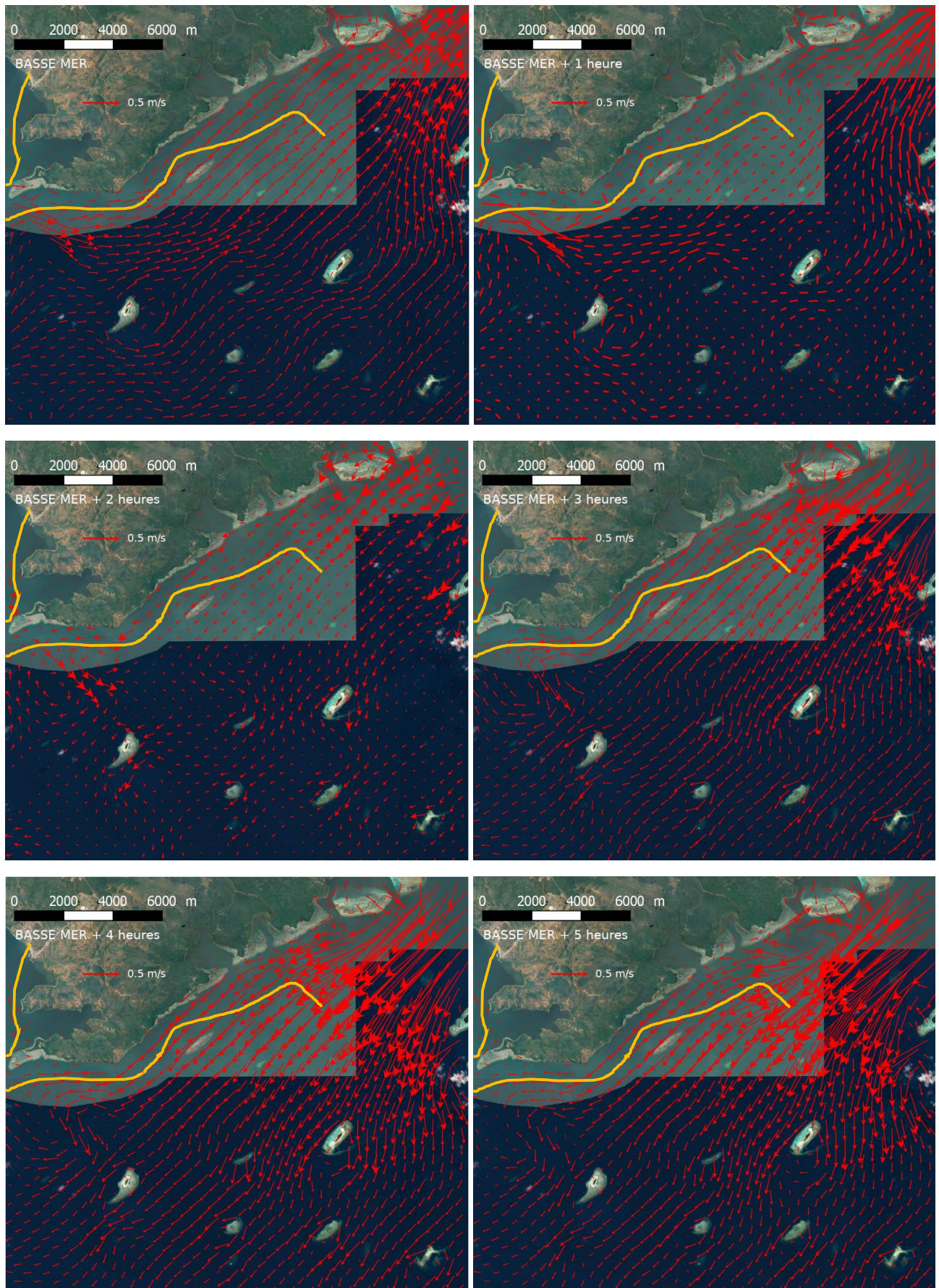


Figure 10 : Cartes des courants moyens de flot dans la couche de fond (k2) du Canal de la Havannah. Tracé du pipeline schématisé par la ligne jaune.

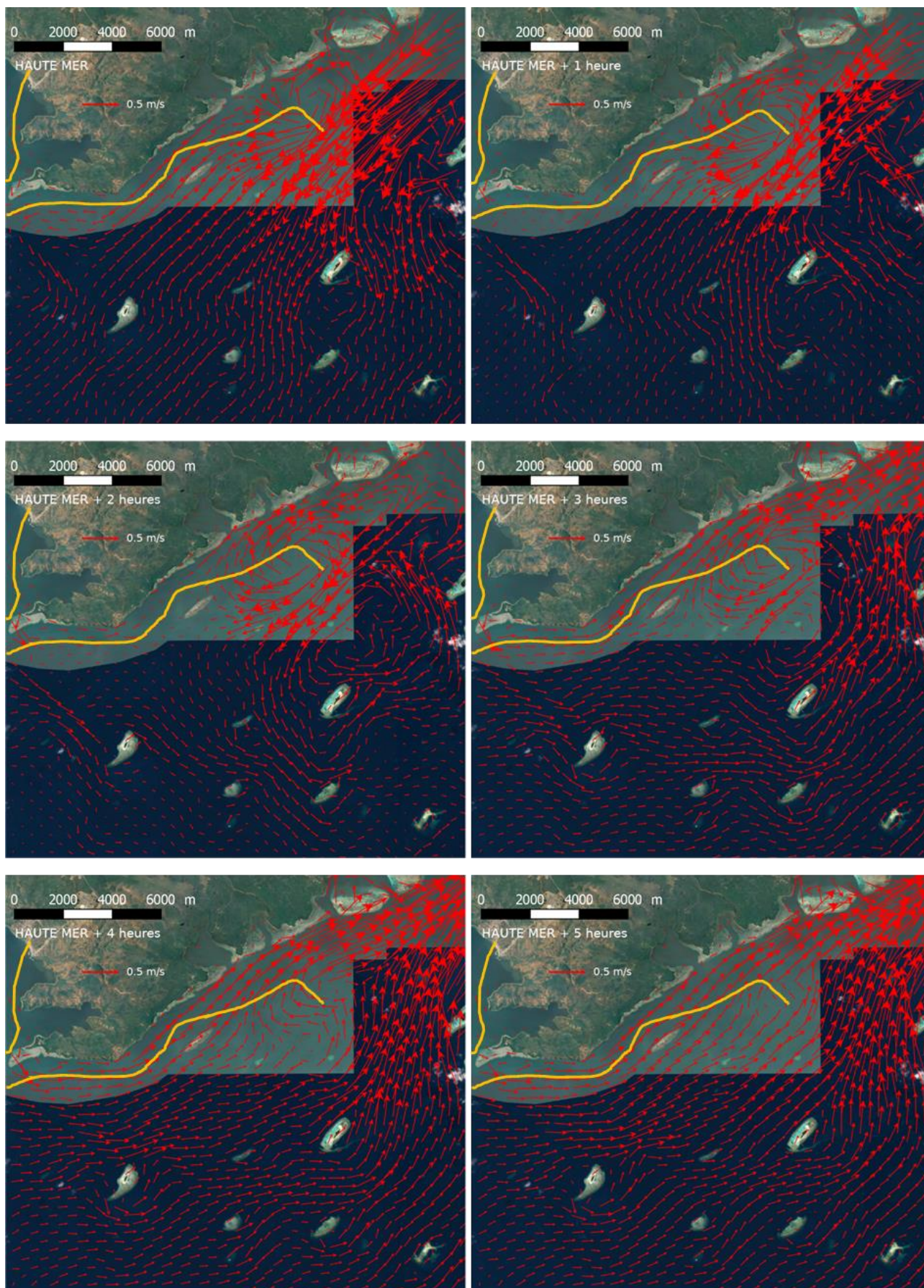


Figure 11 : Cartes des courants moyens de jusant dans la couche de fond (k2) du Canal de la Havannah. Tracé du pipe-line schématisé par la ligne jaune.

B. PROFILS TEMPORELS DE DILUTION

Note : Les calculs fournissent des valeurs de surconcentration attribuées à l'effluent par rapport aux concentrations moyennes réelles dans le milieu. Par ailleurs, les calculs sont conduits avec les hypothèses suivantes : le traceur est introduit dans le milieu uniquement sous une forme dissoute et il peut être considéré comme conservatif, c'est-à-dire que la quantité totale demeure constante dans le système. Dans la réalité, pour le Mn ce n'est pas le cas. Toutefois, les deux hypothèses de travail qui peuvent être considérées comme majorantes en termes de calculs de concentrations dans la colonne d'eau, sont adoptées.

Les simulations de dilution des panaches ont été calculées pour tout le « mois météorologique modèle d'octobre 2013 ». Toutefois, compte tenu de la différence des régimes météorologiques entre les deux quinzaines, les résultats distinguent les calculs réalisés durant :

- la première quinzaine où les vents sont très variables en direction et vitesses;
- la deuxième quinzaine, pendant laquelle un régime stable d'Alizés s'installe progressivement.

Dans la précédente étude de faisabilité (Fernandez, Octobre 2022), les résultats de calculs ont été représentés pour 5 trous (2, 4, 6, 8 et 10) sur les 10 envisagés dans le pipe-line, en accord avec le « Scénario-4 ». Dans le cadre de la présente étude, seuls les résultats des trous 2 et 8 sont discutés en raison de leurs comportements remarquables.

Pour le diffuseur, les résultats concernent les mêmes 11 orifices, compris entre les numéros 25 à 35 sur les 57 premiers demeurant encore opérationnels au moment de cette deuxième étude (Figure 12 et Figure 13). Pour une meilleure distinction des prédictions d'impact dans les conditions forçantes des modélisations demandées, les profils des quinzaines 1 et 2 du « mois météorologique modèle d'octobre » sont comparés entre-elles

1. Comparaison des profils temporels de dilution moyens des trous 2, 8 et diffuseur

Globalement, durant la première quinzaine du mois d'octobre (Figure 12), seuls les deux premiers mètres de la couche d'eau au-contact du pipe-line sont impactés par des effluents dilués à un taux minimal de 1.000. Au-dessus et jusqu'à 10 mètres de hauteur, les taux augmentent rapidement et dépassent 2.500, selon le trou considéré.

Pour les trous 2 et 8, ce schéma de distribution des taux se retrouve. Toutefois, pour le trou 8 la couche d'eau impactée est moindre (2 ou 3 mètres maximum en début de quinzaine) par rapport au trou 2 (plus de 5 mètres, régulièrement).

Durant la deuxième quinzaine, l'ensemble des conditions hydro-climatiques et marégraphiques conjointes génèrent des réponses différentes en termes de dispersion des effluents. En effet, du 16 au 24 octobre environ, les hauteurs d'eau concernées par les effluents dilués équivalent à celles calculées pour toute la première quinzaine. Au-delà de cette date, la tranche d'eau avec de faibles taux de dilutions (1.000) s'épaissit et des volutes d'effluent dilué à 2.500 ou 3.000 peuvent remonter dans la colonne d'eau, voire arriver en surface sporadiquement. Ainsi, pour le trou 2, entre le 23 et le 26 octobre, bien que dilué à plus de 2.000, les effluents peuvent impacter la colonne d'eau sur plus de 30 mètres de hauteur. Pour le trou 8, la colonne est également impactée, cette fois-ci sur l'intégralité de la hauteur,

mais seulement pour la durée d'un cycle de marée complet, entre le 26 et le 27 octobre. Après cette date, les remontées d'effluent cessent quasiment pendant 48 heures, puis la tranche d'eau affectée concerne à nouveau une dizaine de mètres de hauteur.

A titre de comparaison au niveau du diffuseur, durant la première quinzaine, la tranche d'eau des 5 à 10 premiers mètres au-dessus des orifices est impactée par des effluents dilués moins de 1.000 fois. Par ailleurs, des volutes d'effluents dilués remontent régulièrement jusqu'en surface au moment des étales de basse ou de haute mer ; une augmentation du nombre de ces phénomènes est calculée entre le 10 et 15 octobre. Pour la deuxième quinzaine, une très forte intensification des remontées d'effluents faiblement dilués est calculée à partir du 24 octobre et leur fréquence s'amplifie du 26 au 30 octobre. Dans ce même de temps, l'épaisseur de la tranche d'eau constamment diluée à moins de 1.000 gagne en ampleur jusqu'à 15 mètres au-dessus du diffuseur.

Tant au niveau du pipe-line que du diffuseur, la remontée d'effluents faiblement dilués est favorisée par le faible hydrodynamisme induit par les marées de morte-eau et en particulier, entre les phases de flot et/ou de jusant (Drouzy et al, 2008).

2. Evolution des taux de dilution pour les couches k2, k15 et k30 des trous 2 et 8

Les résultats de calculs effectués pour les trous 2, 8 et le diffuseur au niveau des couches de fond (k2), intermédiaire (k15) et de surface (k30) sont illustrés par les Figure 13, Figure 14 et Figure 15.

- **Trou numéro 2** (Figure 13)
 - Couche de fond (k2) : les taux de dilution montrent une relative variabilité liée aux phénomènes de marée, mais ils sont tous compris entre 1.200 et ponctuellement 2.000. Cette fourchette est calculée pour la première, comme pour la deuxième quinzaine d'octobre, bien que pour cette dernière la variabilité diminue remarquablement surtout entre le 24 et le 27 octobre ;
 - Couche intermédiaire (k15) : Peu de changement concerne la première quinzaine et le début de la deuxième ; les taux minimums sont compris en majorité entre 5.000 et 10.000. A l'inverse, ils descendent sous des valeurs bien inférieures à 5.000 entre le 24 et le 27 octobre. Durant cette période, ils n'atteignent pas au maximum 15.000 alors que les maximas dépassent d'ordinaire les 50.000. Au-delà du 27 octobre, ils remontent drastiquement ;
 - Couche de surface (k30) : la distribution des valeurs est identique à celle obtenue pour la couche intermédiaire, la différence réside uniquement dans les niveaux d'intensités plus élevés de la dilution.
- **Trous numéro 8** (Figure 14)
 - Couche de fond (k2) : les taux de dilution sont remarquablement constants et de grandeurs identiques pendant la première quinzaine et la deuxième. En effet, ils se maintiennent autour de 1.200 à 1.800, quel que soit le moment ou la force de la marée ;
 - Couche intermédiaire (k15) : Pendant la première quinzaine, les taux de dilution ont oscillé entre des valeurs minimales de 10.000 et des maximales inférieures à 50.000, ces dernières correspondant aux moments des étales de marées. Durant la deuxième quinzaine, exception faite des 3 premiers jours, les taux sont descendus à des valeurs

comprises entre 4.000 et 20.000 environ, les valeurs les plus basses correspondant à la période du 24 au 27 octobre ;

- Couche de surface (k30) : Comme pour le trou 2, en surface la distribution des taux de dilution montre similarité avec la couche d'eaux intermédiaires, les valeurs étant logiquement un peu plus élevées.
- **Diffuseur** (Figure 15)
 - Couche de fond (k2) : Les taux de dilution calculés pour les deux quinzaines sont identiques et se situent à 500 environ. Aucune variation remarquable n'est mise en évidence ni en termes de valeurs, ni d'évolution temporelle ;
 - Couche intermédiaire (k15) : les taux de dilution montrent de grandes amplitudes et diffèrent entre les deux quinzaines. En effet, pendant la première, les valeurs minimales sont de l'ordre de 10.000, contrastant ainsi avec celles de la deuxième qui sont proches de 1.000, particulièrement entre le 27 et le 30 octobre ; pour les deux quinzaines, les maximales sont supérieures à 100.000 ;
 - Couche de surface (k30) : Une nouvelle fois, les distributions pour les eaux de surface sont similaires à celles des eaux intermédiaires, exception faite de la faible augmentation des valeurs de dilution.

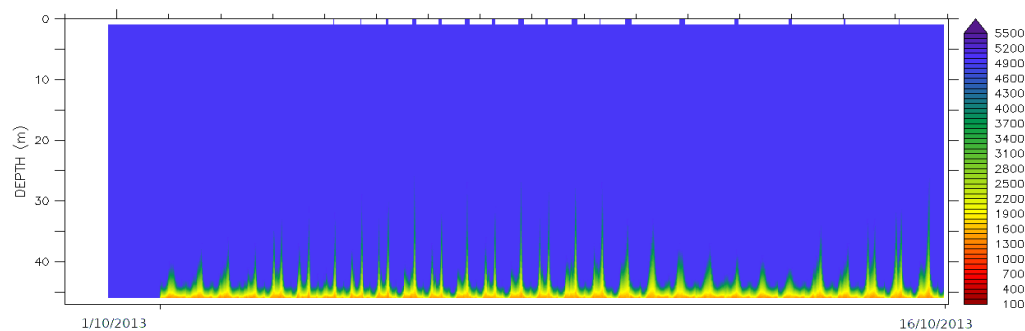
Note : *Au niveau des 10 trous envisagés, les taux de dilution calculés sont tous supérieurs à 2.000 (couche de fond k2 au contact direct avec l'effluent). Ce constat amène à considérer que la surconcentration ajoutée dans l'eau de mer à ce niveau de profondeur, serait au maximum de 0,5 µg/L, pour un terme source fixé de 1 mg/L. A titre de comparaison, la concentration naturelle en Mn dans le Canal de la Havannah est d'environ $0,08 \pm 0,03$ µg/L ; en sortie de la Baie du Prony (St19) on enregistre des maximas ponctuels compris entre 0,16 et 0,24 µg/L en fonction de la saison ; une dilution 100.000 correspondrait à une surconcentration égale à 0,01 µg/L.*

Note : *Les calculs réalisés au niveau du diffuseur intègrent, par maille de calcul de 60 mètres, 11 orifices séparés de 5 mètres.*

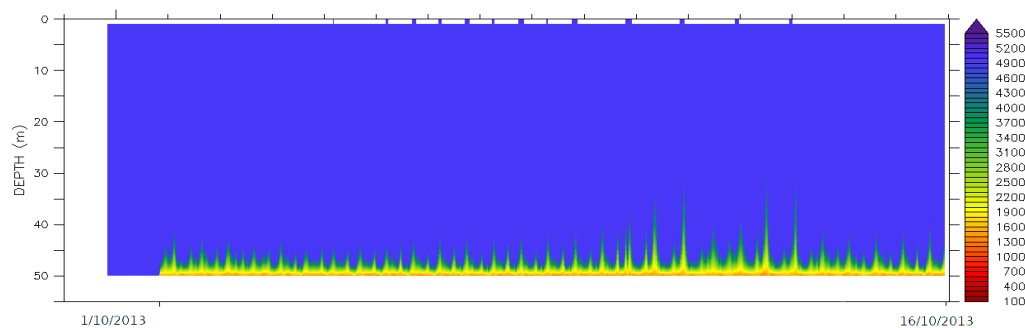
Comparaison des profils de dilution par trou

1080 m³/h (01-16 oct 2013)

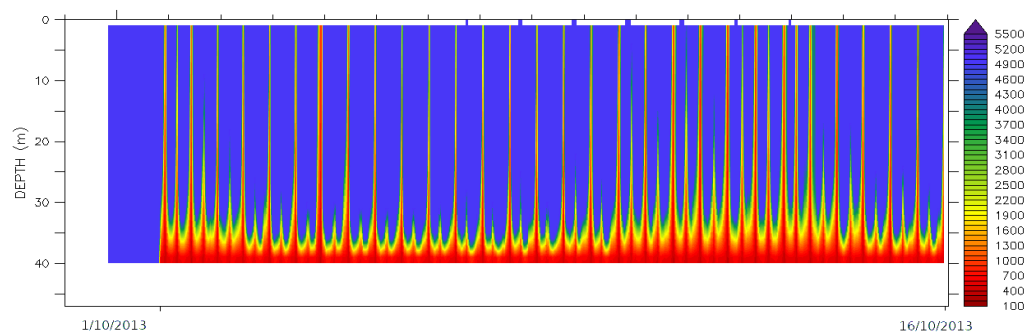
Point 2 S nario 4 Débit 108 m³/h



Point 8 S nario 4 Débit 108 m³/h

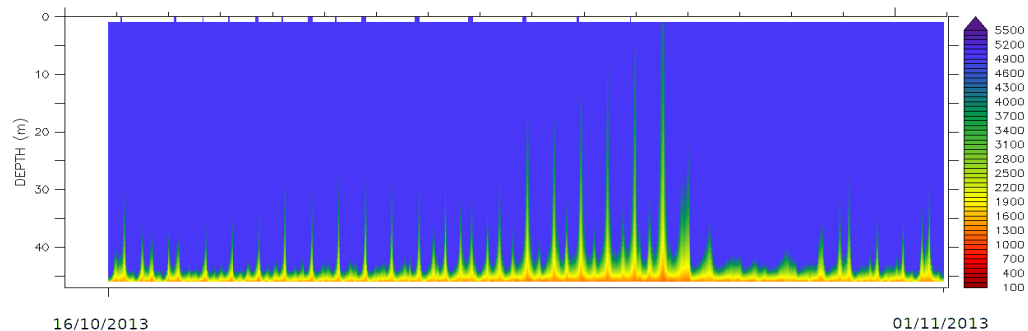


Milieu diffuseur Débit 1970 m³/h

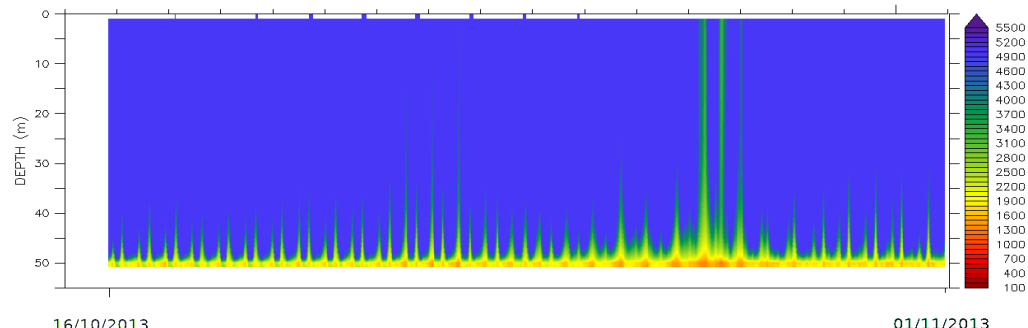


1080 m³/h (16—31 oct 2013)

Point 2 S nario 4 Débit 108 m³/h



Point 8 S nario 4 Débit 108 m³/h



Milieu diffuseur S nario 4 Débit

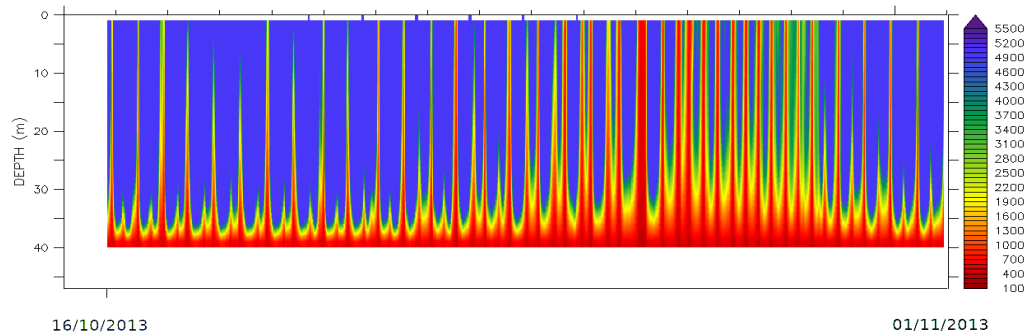


Figure 12 : Profils de dilution temporelle en sortie des trous 2, 8 (1080 m³/h) et les orifices 25 à 35 sur les 57 encore opérationnels du diffuseur (1970 m³/h) pour les périodes du 01-16 octobre (gauche) et du 16-31 octobre (droite).

Comparaison des profils de dilution par couche pour les trous 2, 8 et diffuseur

1080 m³/h (01-16 octobre)

1080 m³/h (16—31 octobre)

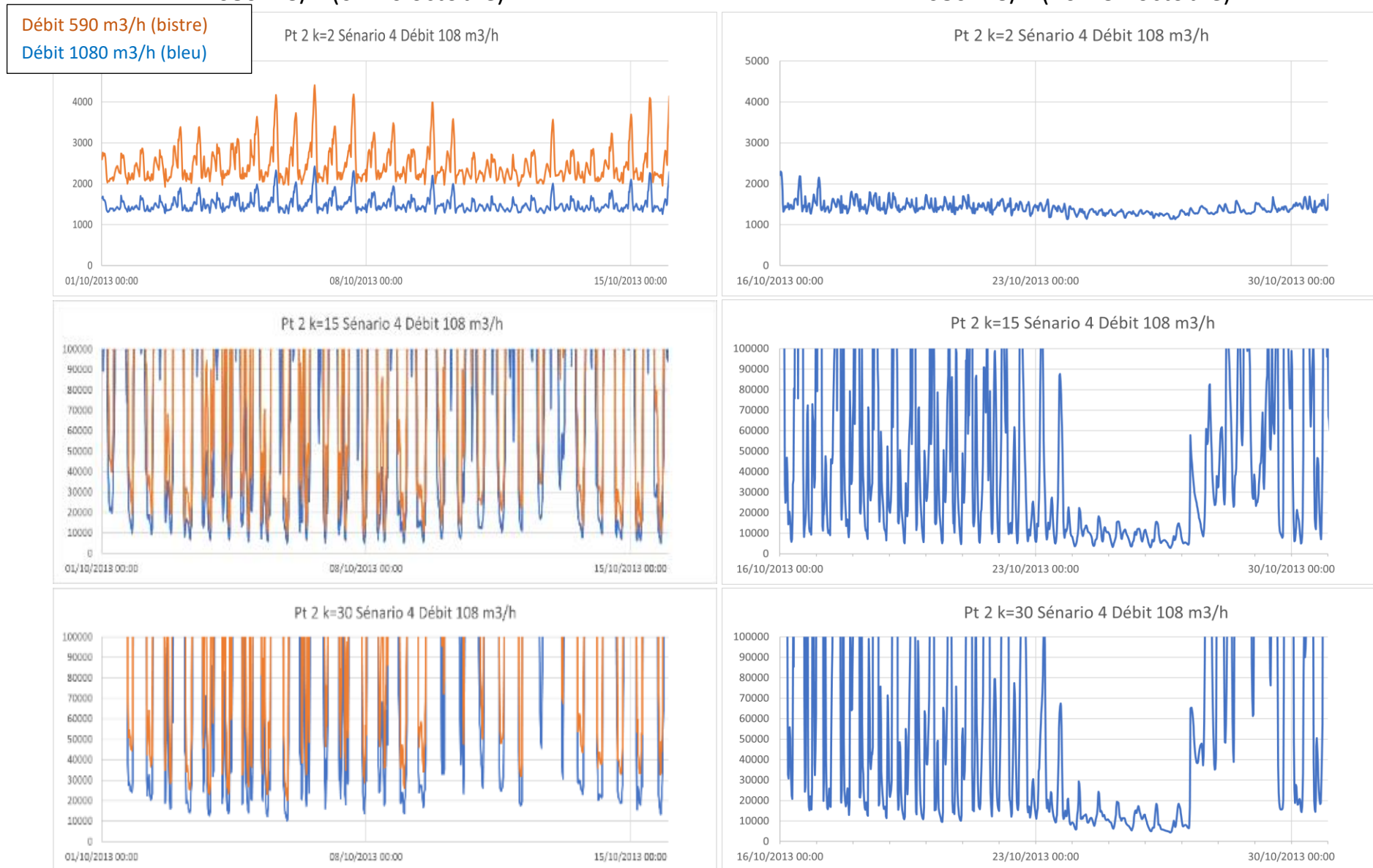


Figure 13 : Profils de dilution en sortie du trou numéro 2 pour la première quinzaine (gauche) et la deuxième quinzaine (droite) du mois d'octobre. Calculs effectués pour couches de fond (k2), intermédiaire (k15) et de surface (k30) pour un débit de 1080 m³/h.

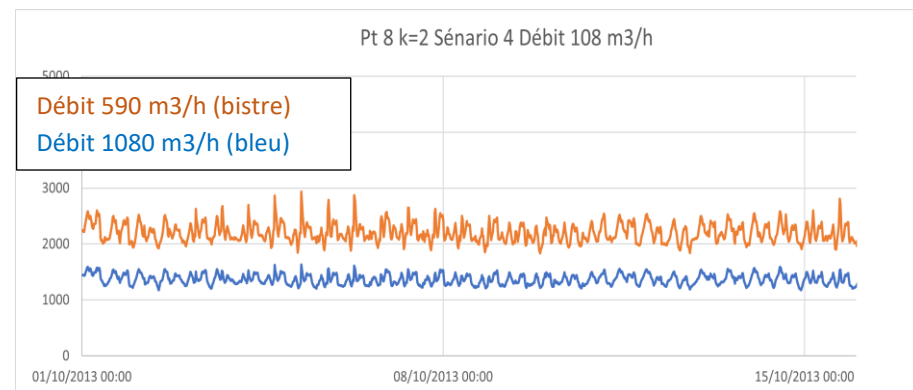
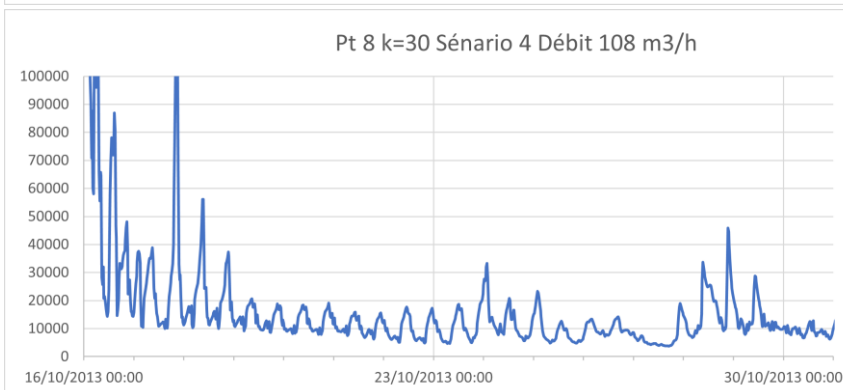
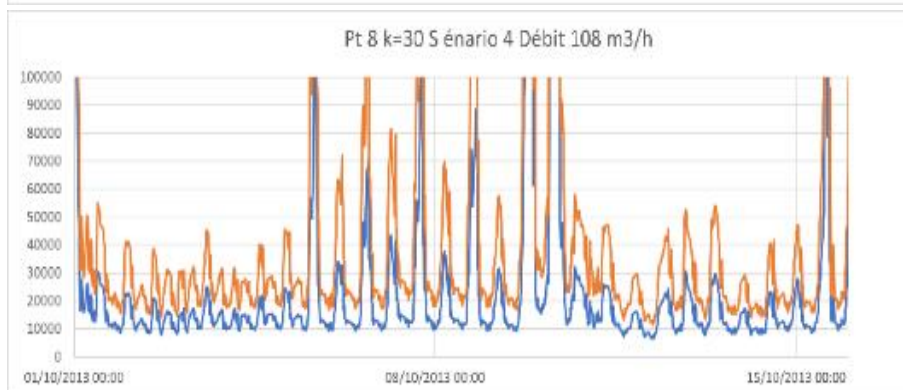
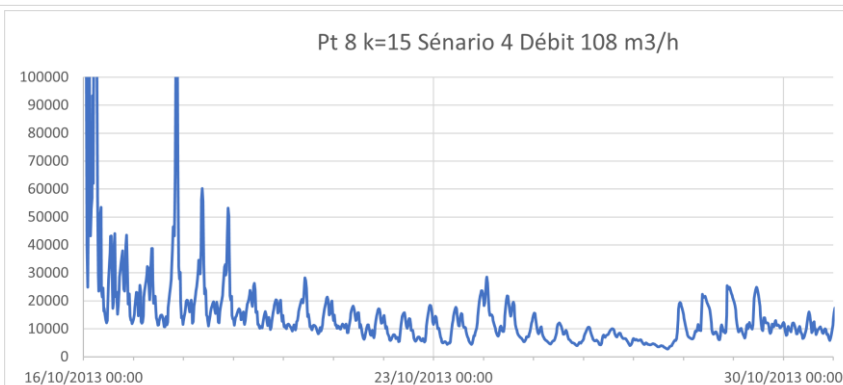
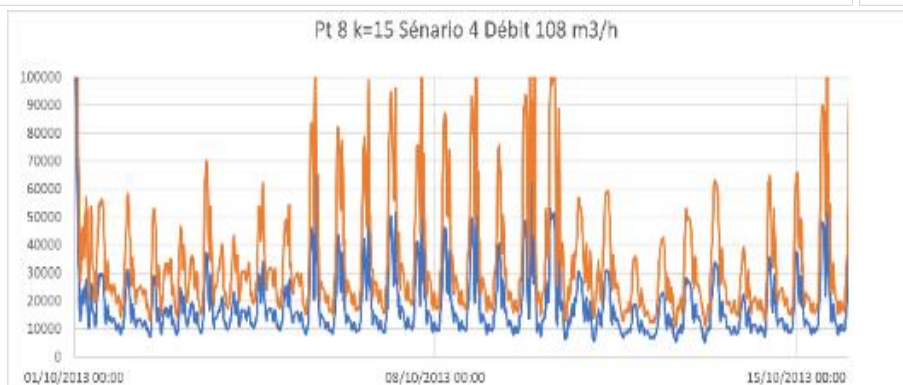
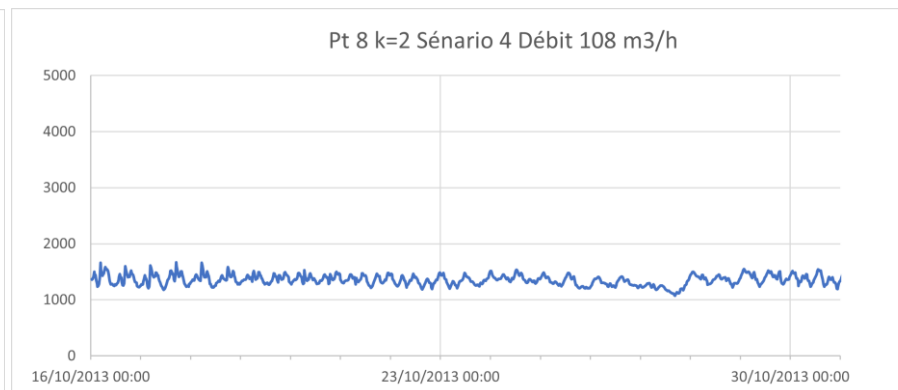
1080 m³/h (01-16 octobre)1080 m³/h (16—31 octobre)

Figure 14 : Profils de dilution en sortie du trou numéro 8 pour la première quinzaine (gauche) et la deuxième quinzaine (droite) du mois d'octobre. Calculs effectués pour couches de fond (k2), intermédiaire (k15) et de surface (k30) pour un débit de 1080 m³/h

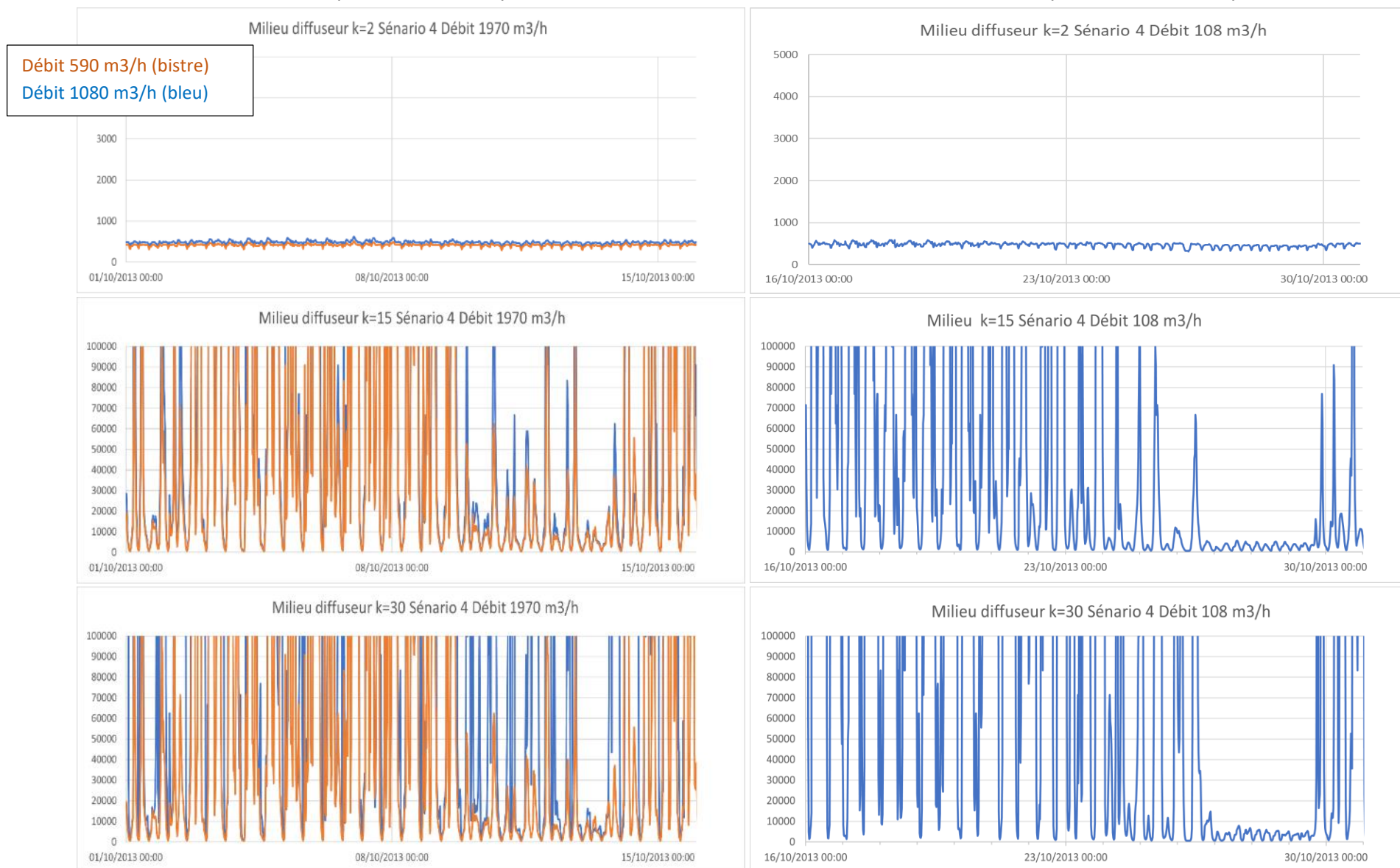
1080 m³/h (01-16 octobre)1080 m³/h (16—31 octobre)

Figure 15 : Profils de dilution en sortie de l'orifice 30 du diffuseur (des 57  p rationnels au moment de l'étude) pour la première quinzaine (gauche) et la deuxième quinzaine (droite) du mois d'octobre. Calculs effectués pour couches de fond (k2), intermédiaire (k15) et de surface (k30) pour un débit de 1970 m³/h.

C. CARTES D'ÉVOLUTION TEMPORELLE DES TAUX DE DILUTION

Le long du pipe-line, quel que soit le trou, les taux de dilutions calculés au niveau de la couche de fond (k2) sont toujours inférieurs à 2.000. Cependant, ce taux est calculé pour un volume d'eau toujours limité à des spots d'aire restreinte centrés sur l'exhaure. Au-delà, l'effluent se disperse dans les 3 dimensions au cours de son transport et le taux de dilution augmente à plus de 5.000. En effet, comme reporté dans l'étude précédente (Fernandez, 2022), dans les deux couches de mi-profondeur (k15) et de surface (k30), les taux de dilution sont systématiquement supérieurs à 10.000 et souvent à 30.000. Toutefois, ces valeurs sont fonction des paramètres marégraphiques.

1. Résultats de simulation pour les 10 trous du pipe-line

a) Evolution spatio-temporelle du taux de dilution dans la couche de fond (k2)

Les taux de dilution ont été calculés pour l'ensemble du secteur concerné par le rejet des effluents au travers des 10 trous du pipe-line. Les résultats sont illustrés par les cartes de dilutions temporelles pour les conditions de marée morte-eau (Figure 16) et de vive-eau (Figure 17).

Marées de Morte-Eau

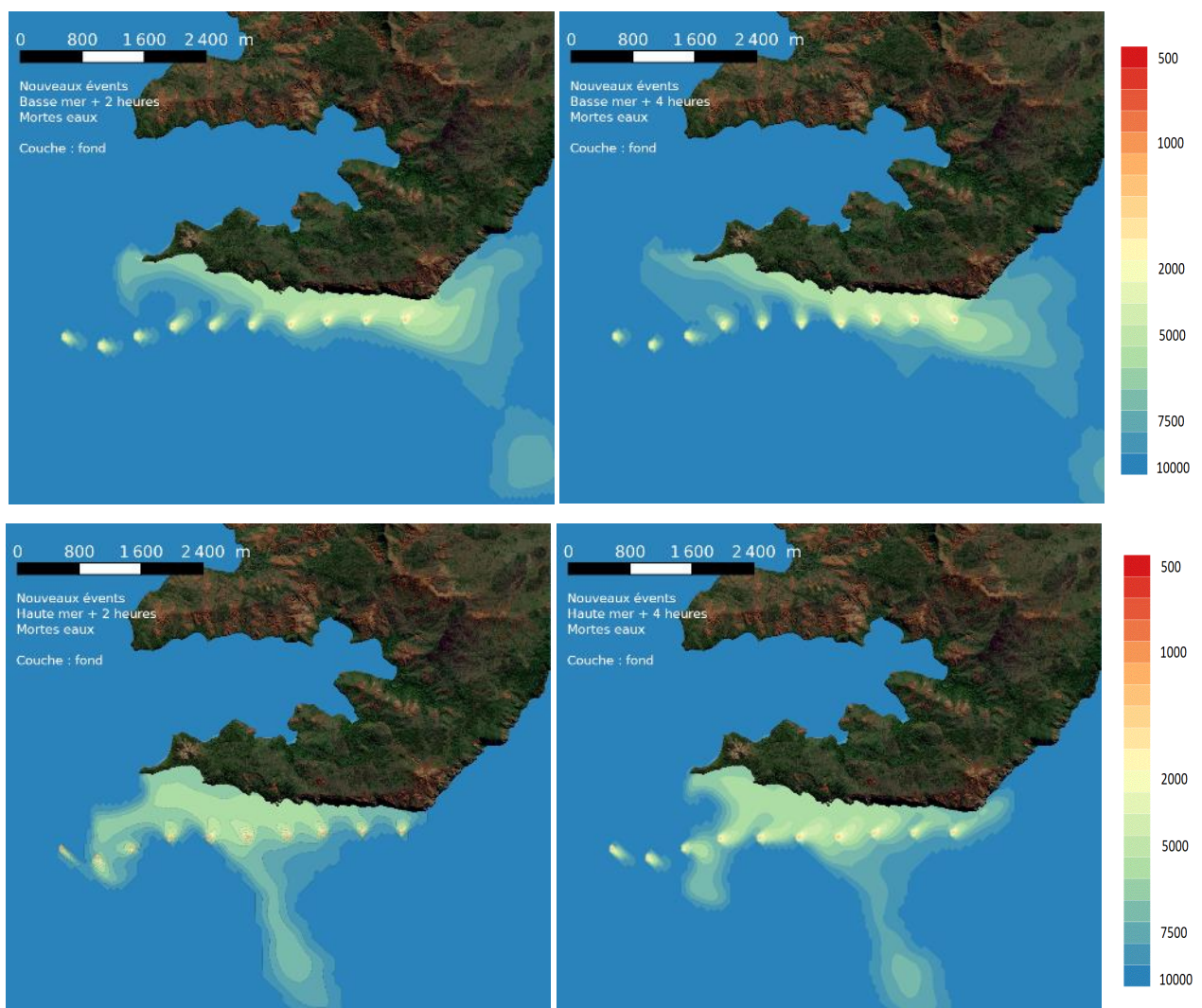


Figure 16 : Pipe-line - Taux de dilution moyen dans la couche de fond (k2) à marée montante et descendante de morte-eau.

Par marée de morte-eau de la deuxième quinzaine d'octobre, l'expansion du panache d'effluents se distingue par :

- des aires d'impact d'effluents peu dilués (<2.000), strictement limitées à l'exhaure de chaque trous ;
- des taux de dilution augmentant de 2.000 à 4.000, entre la pointe Méhoué et le Cap N'Doua, à marée descendante et inversement à marée montante ;
- l'apparition de panaches issus des rejets par les trous du secteur Est du pipe-line (7, 8, 9 et 10) qui débordent au-delà du Cap N'Doua, dès la mise en place des courants de marée descendante (BM+2) ;
- la formation rapide, à marée montante, d'un panache d'effluent dilué issu des trous du secteur central du pipe-line (4, 5, 6 et 7), rejoint par les contributions des trous 8, 9 et 10. Un seul panache apparait et se déplace alors vers la pointe Méhoué ;
- une lentille d'effluent très fortement dilué (>7.000) est calculée en direction du SO du secteur et semble se déplacer avec la marée montante.

Marées de vive-eau

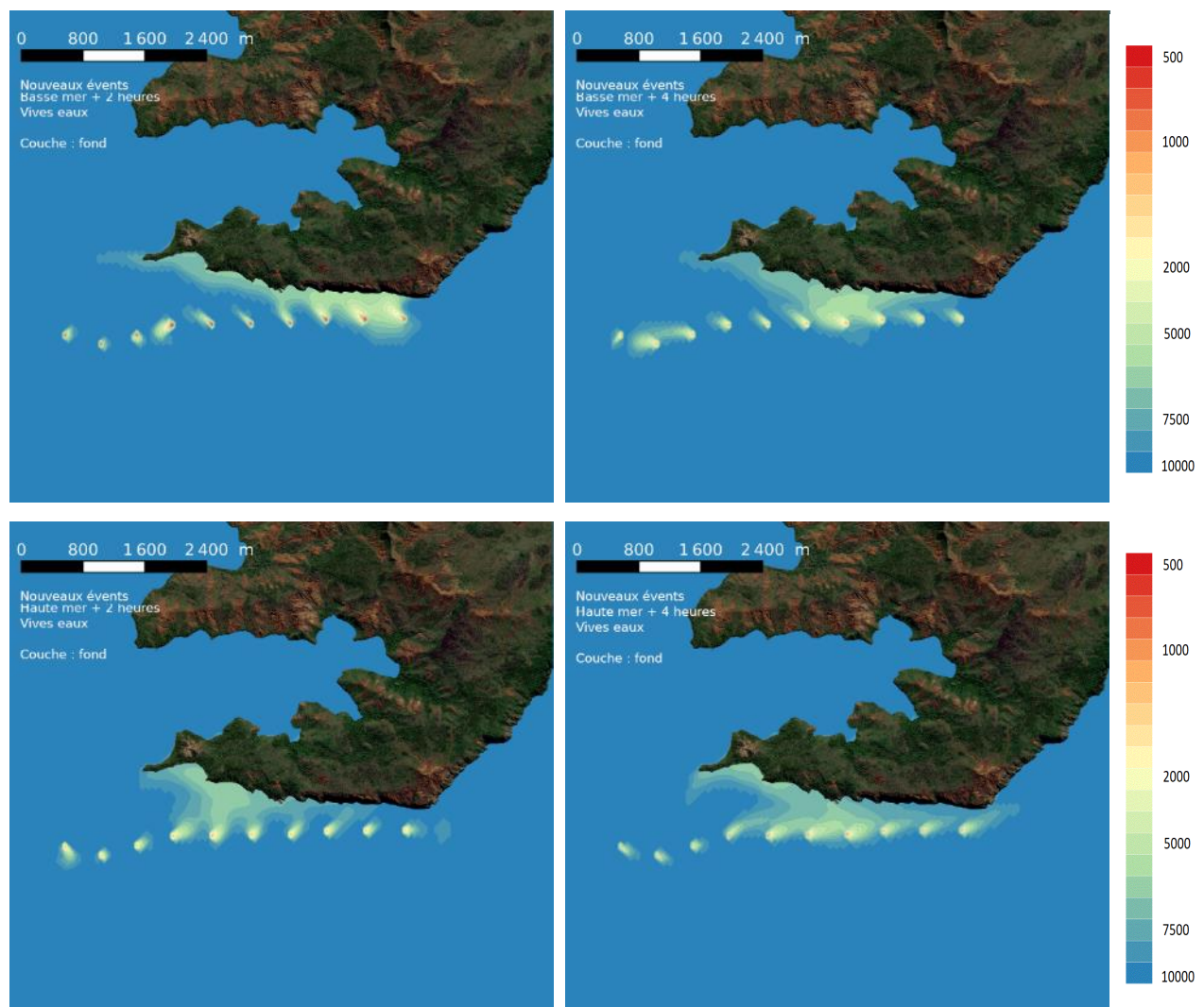


Figure 17 : Pipe-line - Taux de dilution moyen dans la couche de fond (k2) à marée montante et descendante de vive-eau.

Par marée de vive-eau, si le panache est globalement visible sur un secteur à priori similaire à celui du cas précédent des mortes-eaux, il est beaucoup moins étendu, plus morcelé et de dilution plus importante. En effet, sa distribution géographique se distingue par :

- des panaches individuels dilués à moins de 2.000, strictement centrés sur la verticale des exhaures à marée descendante ou montante de morte-eau ;
- des taux de dilution de 3.000 à 7.000, qui sont calculés le long de la ligne de côte entre le Cap N'Doua et la Pointe Méhoué, tant par marée montante que descendante ;
- des panaches peu étendus formés par les rejets de 2 ou 3 trous, à marée montante et descendante. Les taux de dilution sont environ 2 fois plus élevés que par marée de morte-eau ;
- la diminution relative des aires impactées par les effluents dilués comparativement aux conditions de marées de morte-eau. Ce constat suggère que le panache est transporté latéralement dans les couches de fond pour y être dilué. Au contraire, il monte dans la colonne en raison des faibles courants que génèrent les marées de morte-eau.

b) Evolution spatio-temporelle du taux de dilution dans la couche de surface (k30)

Les taux de dilution ont été calculés pour l'ensemble du secteur concerné par le rejet des effluents émis par les 10 trous du pipe-line. Les résultats sont illustrés par les cartes de dilutions temporelles pour les conditions de marée morte-eau (Figure 18) et de vive-eau (Figure 19).

Marées de Morte-Eau

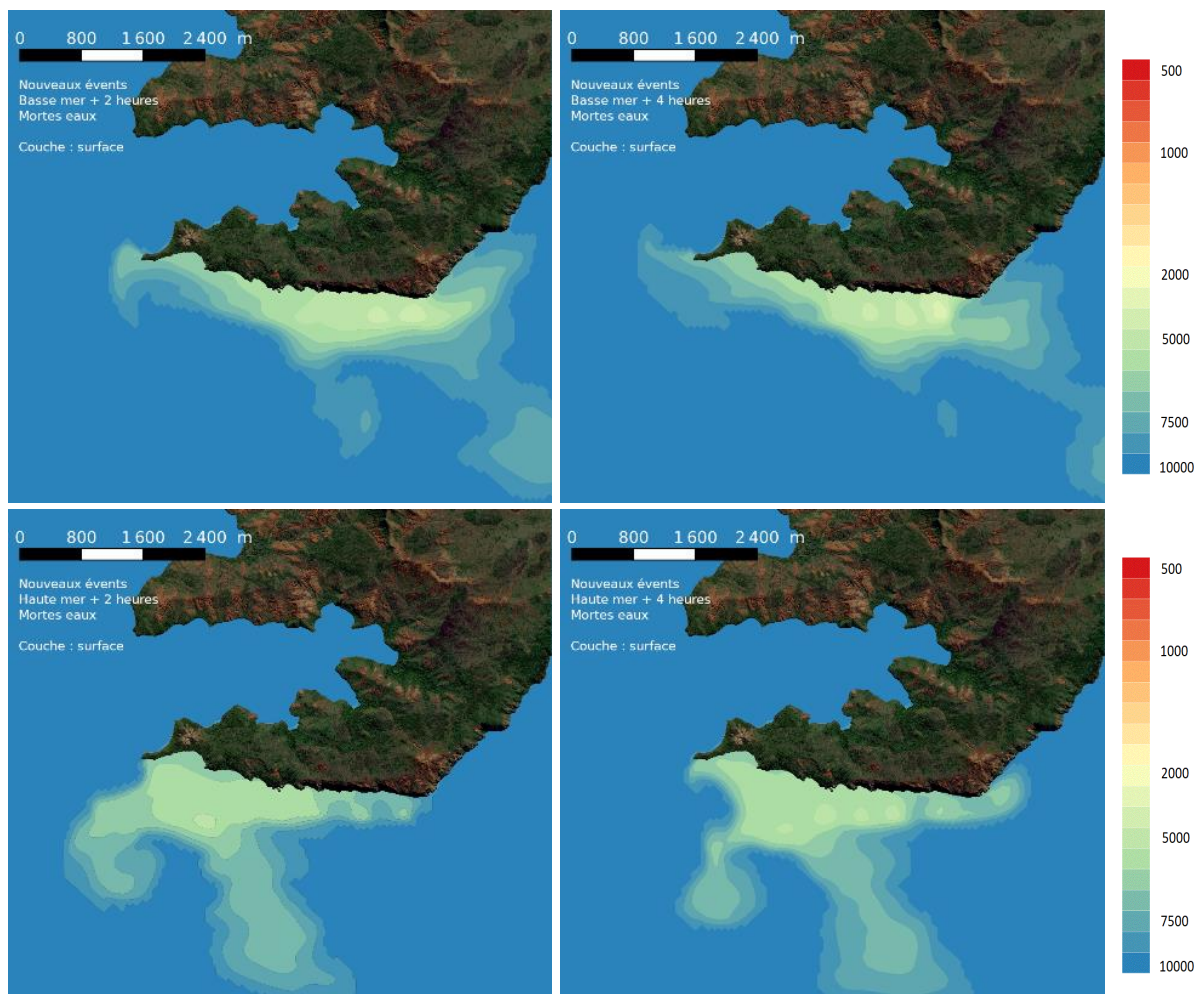


Figure 18 : Pipe-line - Taux de dilution moyen dans la couche de surface (k30) à marée montante et descendante de morte-eau.

Par marée de morte-eau, la couche de surface (k30) impactée se distingue par :

- un espace d'occupation notable qui couvre et déborde de l'aire délimitée par le pipe-line et la ligne de côte compris entre le Cap N'Doua et la pointe Méhoué ;
- les taux de dilution inférieurs à 3.000 qui sont globalement calculés à l'Ouest du Cap N'Doua, notamment à marée montante, probablement en raison du confinement de poches résiduelles d'effluent ; à marée descendante l'effluent est mieux dispersé en direction du large. De part et d'autre, les taux de dilution augmentent à environ 5.000, les aires de moindre dilution sont toujours calculées à la verticale des trous 6, 7, 8, 9 (2.000-3.000), quelle que soit la marée ;
- les panaches issus des trous 3, 4 et 5 remontent en surface à marée descendante, bien que très dilués (>5.000). En direction du SO, une lentille de concentration d'effluent dilué à plus de 6.000 est calculée, elle montre que l'ensemble de la colonne d'eau est concernée par le panache lorsque les coefficients de marée sont faibles.

Marées de vive-eau

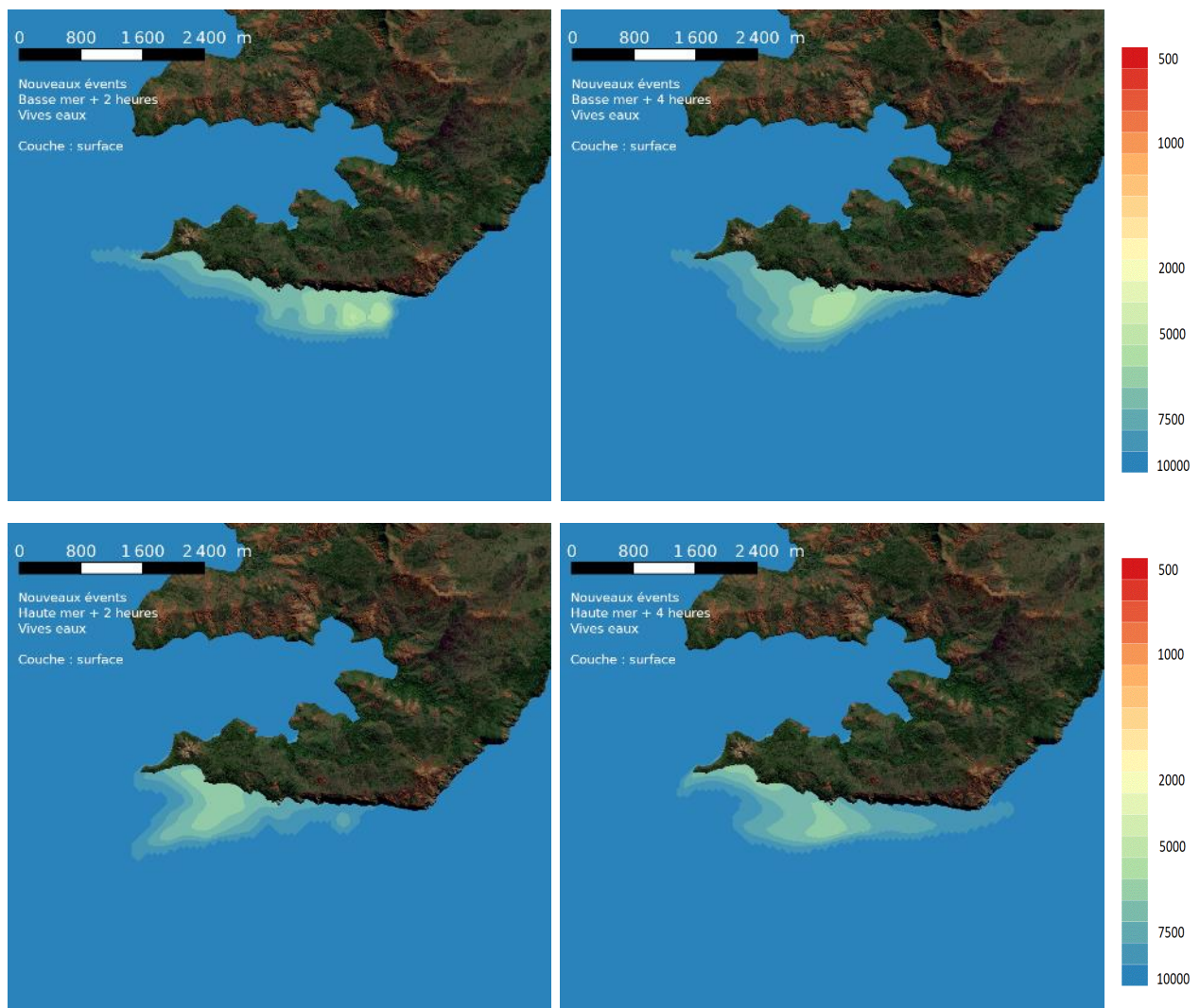


Figure 19 : Pipe-line - Taux de dilution moyen dans la couche de surface (k30) à marée montante et descendante de vive-eau.

Par marée de vive-eau, le comportement des rejets au niveau de la couche de surface (k30) montre de grandes différences avec les conditions des Mortes-Eaux. En effet, la distribution se distingue par :

- les taux de dilution supérieurs à 5.000 calculés pour l'ensemble de la zone, exception faite de

deux spots au large de la côte (trous 8 et 9), à marée montante, où le taux serait de 3.000 à 4.000 ;

- L'augmentation relative des taux de dilution et la diminution drastique de l'importance des aires concernées, par rapport aux marées de morte-eau. Cette divergence suggère que le panache est transporté latéralement dès son niveau d'exhaure, situation inverse calculée par faible courant de marée de morte-eau, puisqu'il peut monter dans la colonne d'eau;
- Les aires de cette couche de surface impactée par les effluents sont en nette régression par rapport aux conditions hydrodynamiques de Morte-Eaux.

2. Résultats de simulation pour les 57 orifices du diffuseur

a) Evolution spatio-temporelle du taux de dilution dans la couche de fond (k2)

Les taux de dilution dans la couche de fond (k2) ont été calculés pour l'ensemble du secteur concerné par le rejet des effluents émis par les 57 orifices encore fonctionnels sur les 200 existants. Les résultats sont illustrés par les cartes de dilutions temporelles pour les conditions de marée morte-eau (Figure 20) et de vive-eau (Figure 21).

Marées de Morte-Eau

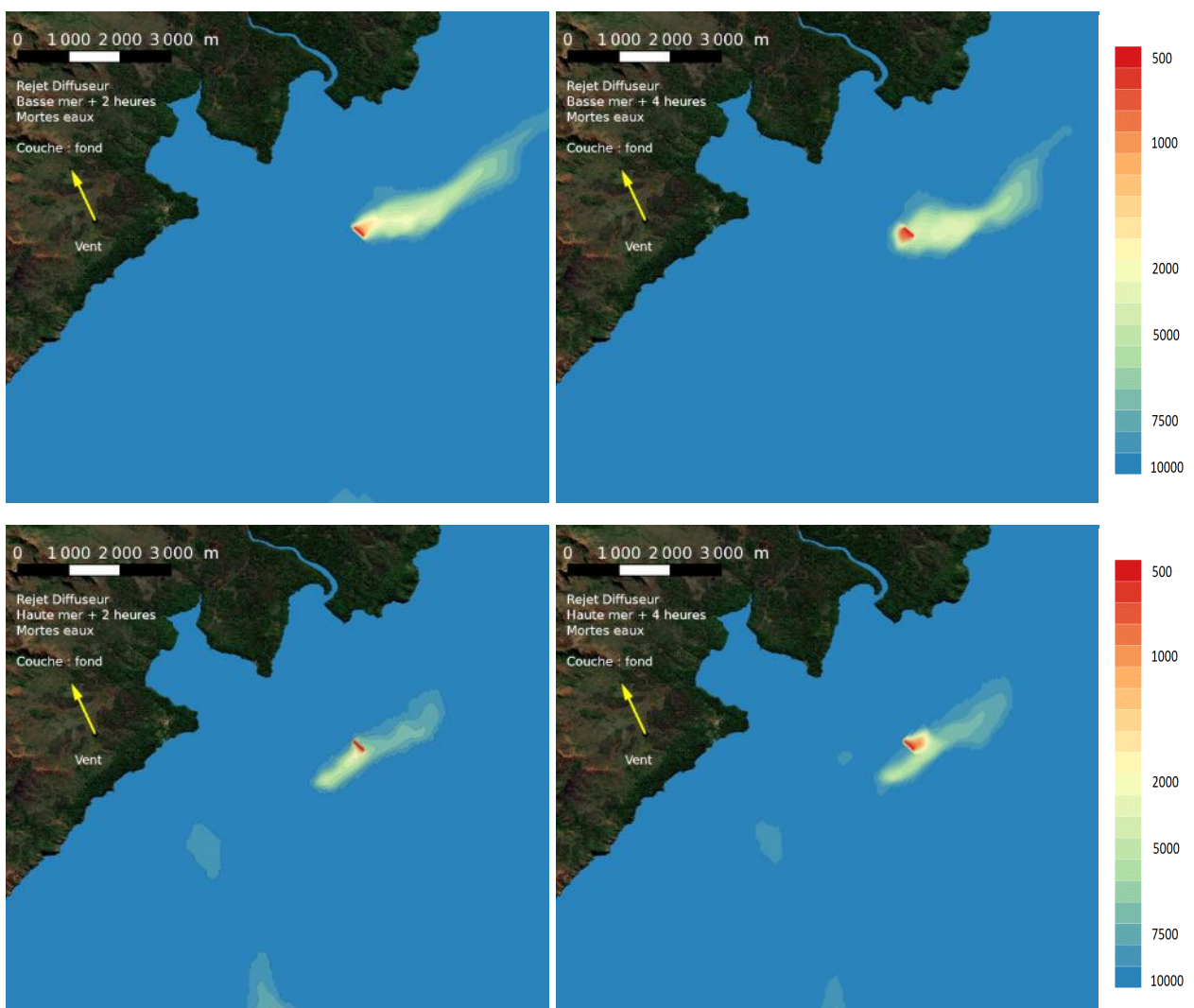


Figure 20 : Diffuseur - Taux de dilution moyen dans la couche de fond (k2) à marée montante et descendante de morte-eau

Dans le Canal de la Hannah, les marées de faible hydrodynamisme (Mortes-Eaux) montrent que :

- deux heures après la basse mer astronomique (BM), les courants sont encore sortants, c'est-à-dire orientés vers la passe de la Havannah entraînant sur plusieurs kilomètres vers le NE un panache diffus dilué à des taux compris entre 2.000 et environ 5.000. Quatre heures après la BM, les courants entrants se sont enfin installés et le panache d'effluent toujours désorganisé repart alors vers le SO, mais les taux de dilution sont relativement inchangés et demeurent autour de 3.000 à 5.000 ;
- au début de la marée descendant (HM+2), le panache très dilué est présent de part et d'autre du diffuseur, le long d'un couloir relativement délimité. A HM+4, les courants sortants vers la passe de la Havannah transportent alors le panache dilué à minima 6.000 fois ;
- tant à marée montante que descendante, une poche qui s'étire tout le long du diffuseur et sur une distance de 200 mètres au maximum, montre que l'effluent est en permanence dilué moins de 1.000 fois.

Marées de Vive-Eau

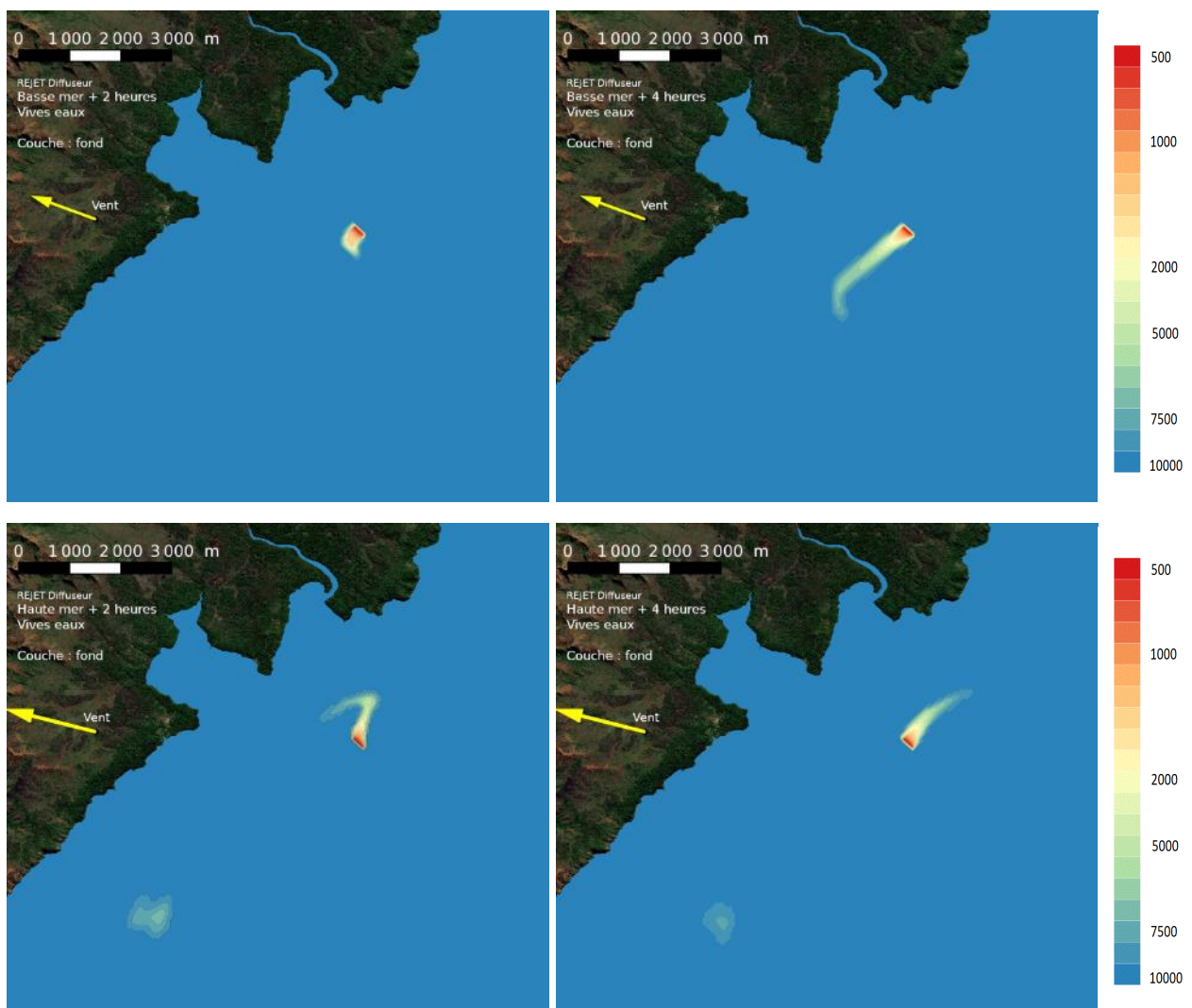


Figure 21 : Diffuseur - Taux de dilution moyen dans la couche de fond (k2) à marée montante et descendante de vive-eau.

En ce qui concerne les marées de vive-eau générant des courants forts, la distribution des panaches change assez radicalement par rapport aux conditions de Mortes-Eaux, en effet :

- à marée montante (BM+2), le courant est déjà entrant (direction SO) et à BM+4 le panache est

totalelement contenu dans une veine d'eau qui entre dans le lagon, contrairement aux conditions des mortes-eaux ;

- de la même manière, à marée descendante, les courants sont déjà installés deux heures après la basse mer astronomique et le panache est contenu dans une veine d'eau bien délimitée qui le transporte latéralement le long du Canal ;
- tant à marée montante que descendante, une poche qui s'étire tout le long du diffuseur et sur une distance de 200 mètres au maximum, montre que l'effluent est en permanence dilué moins de 1.000 fois.

b) Evolution spatio-temporelle du taux de dilution dans la couche de surface (k30)

Les taux de dilution dans la couche de surface (k30) ont été calculés pour l'ensemble du secteur concerné par le rejet des effluents émis par les 57 orifices encore fonctionnels sur les 200 existants. Les résultats sont illustrés par les cartes de dilutions temporelles pour les conditions de marée morte-eau (Figure 22) et de vive-eau (Figure 23).

Marées de Morte-Eau

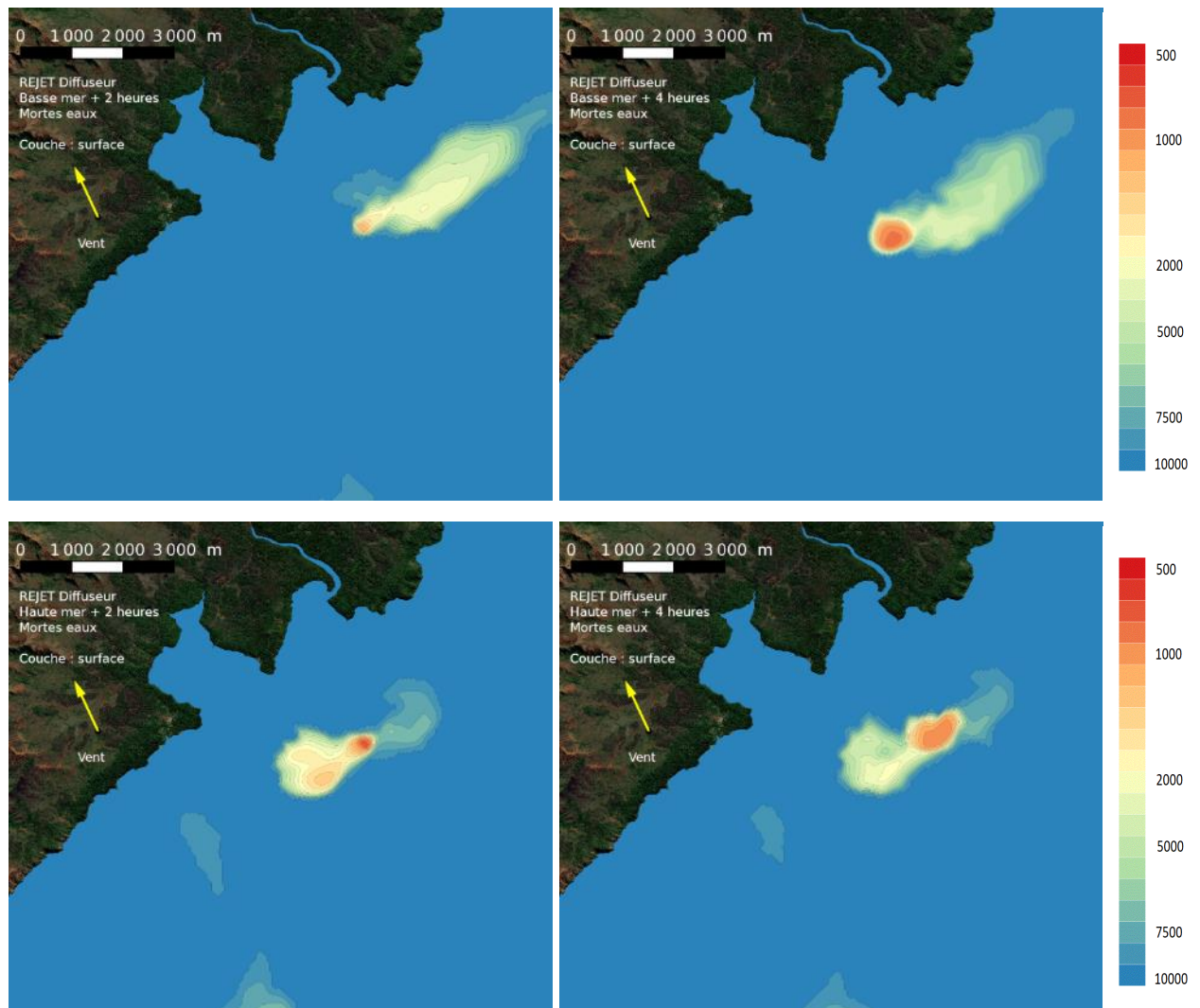


Figure 22 : Diffuseur - Taux de dilution moyen dans la couche de surface (k30) à marée montante et descendante de morte-eau.

Pour la couche de surface (k30), les conditions hydrodynamiques générées par les marées de morte-eau permettent de :

- faire remonter le panache tout le long de la colonne d'eau, tant à marée montante que descendante ;
- laisser se développer, deux heures après la basse mer astronomique (BM+2), un panache très dilué (>5.000) étiré et diffus sur plusieurs kilomètres vers le NE, en raison des courants résiduels encore sortants ;
- faire apparaître, deux heures plus tard, une lentille de surconcentration quasiment 1 kilomètre de diamètre, dont le taux de dilution est <1.000 en son centre, sous l'effet de la renverse de courant qui permet le cumul des panaches. Cette structure semble perdurer durant tout le cycle de Morte-Eaux ;
- mettre en place des mécanismes semblables pour la phase de marée descendante où les lentilles de surconcentration atteignent un rayon de plusieurs centaines de mètres également.

Marées de Vive-Eau

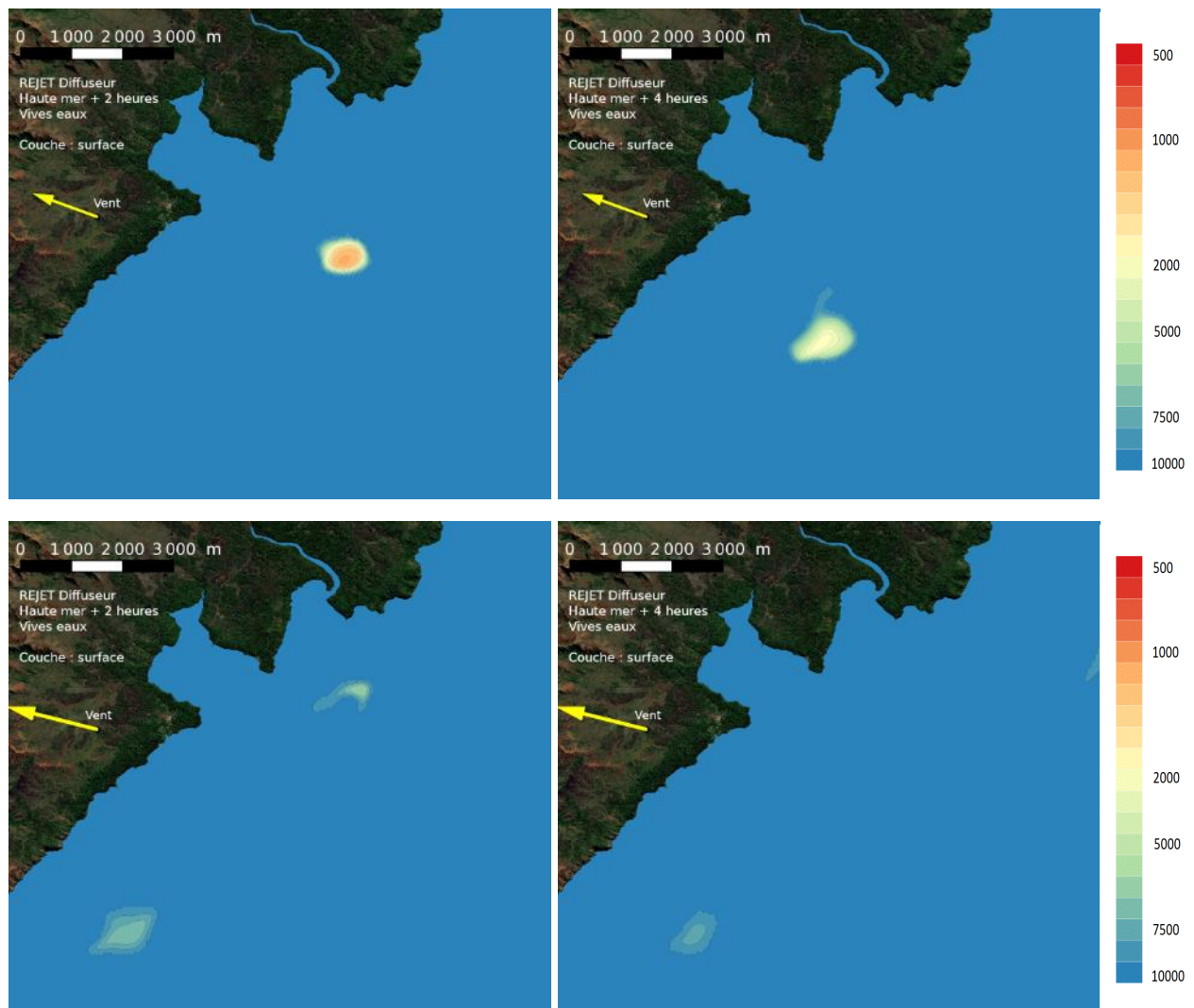


Figure 23 : Diffuseur - Taux de dilution moyen dans la couche de surface (k30) à marée montante et descendante de vive-eau.

Pour les conditions de Vives-Eaux, le contraste de comportement du panache diverge drastiquement comparativement à la situation précédente.

En effet, le panache remonte en surface et peut alors former une large lentille de surconcentration de plusieurs centaines de mètres de diamètre, à la verticale du diffuseur avec un taux de dilution d'environ 1.500 en son centre. Cependant, ce phénomène se produit uniquement dans les moments de moindre énergie hydrodynamique que sont les renverses de courant de jusant.

D. POURCENTAGES D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION (1.000, 2.000, 5.000 & 10.000)

Le calcul des pourcentages d'occurrence pour des taux de dilution déterminés d'un effluent permet de rendre compte du niveau d'exposition du milieu à des concentrations dont la valeur dans le temps et l'espace peut varier de manière très significative. En effet, le milieu n'est pas en permanence soumis à des effluents dont le degré de dilution est constant, principalement en raison des mécanismes de dispersion mis en place par la marée et la météorologie du moment ; ces deux phénomènes montrant, par nature, une assez importante variabilité.

En résumé, avec un débit de 1080 m³/h, l'occurrence moyenne des taux de dilution 1.000, 2.000, 5.000 et 10.000 a été calculée pour chacune des deux quinzaines du mois d'octobre 2013 à des fins de comparaisons. Ces résultats ont été spatialisés et sont représentés dans les Figure 24, Figure 25, Figure 26 et Figure 27. Ainsi, les principales conclusions pour les 4 taux de dilution sont les suivantes :

- **taux de dilution moyens >1.000** (Figure 24) : leur occurrence est proche de 100%, ils sont donc quasiment toujours observés, quelle que soit la couche modélisée et la quinzaine du mois d'octobre, comme le montre les profils de dilution étudiés. Ainsi, ce constat traduit que la colonne d'eau n'est jamais (ou prou) impactée par des effluents dont le taux de dilution est inférieur à 1.000, c'est à dire exposés à une surconcentration supérieure à 1 µg/L (terme source de 1 mg/L) ;
- **taux de dilution moyens >2.000** (Figure 25) : ils sont quasiment toujours observés (occurrence ≈ 100%) dans les couches de surface (k30) et intermédiaire (k15). A l'inverse, dans les eaux de fond (k2) et pour les deux quinzaines du mois d'octobre simulées, l'occurrence semble comprise autour de 10%, a maxima, c'est-à-dire une surconcentration maximale de 0,5 µg/L pendant 90% du temps. Ce pourcentage n'est toutefois calculé qu'à la verticale de chacun des 10 trous et pour une aire très réduite de quelques mètres autour de l'exhaure ;
- **taux de dilution moyens >5.000** (Figure 26) : à quelques exceptions près de la deuxième quinzaine d'octobre, ils sont quasiment toujours observés (occurrence ≈ 100%) dans les couches de surface (k30) et intermédiaire (k15), comme pour le taux de dilution de >2.000. De manière identique aussi, dans les eaux de fond (k2) et pour les deux quinzaines simulées, l'occurrence semble comprise autour de 10%, à maxima. Ce pourcentage n'est aussi toutefois calculé qu'à la verticale de chacun des 10 trous et pour une aire très réduite de quelques mètres de diamètre. Toutefois, l'occurrence augmente jusqu'à 75% dans un rayon de 200 mètres environ autour du point d'exhaure ;
- **taux de dilution moyens >10.000** (Figure 27) : une occurrence de 50% est toujours observable quelle que soit la quinzaine et la couche d'eau simulée. Ce résultats traduit que les surconcentrations dans les masses d'eau de la zone d'études seront, à maxima, égales à 0,01 µg/L durant 50% du temps. Toutefois, lors de la deuxième quinzaine, l'extension des aires concernées par les effluents ainsi dilués est en très nette progression entre le Cap N'Doua et la Pointe Méhoué. A la verticale des trous et sur une zone de quelques centaines de mètres, les taux restent logiquement toujours bien inférieurs à 10.000, comme démontré précédemment.

De ce fait, les niveaux de surconcentration amenés par les effluents sont, au plus, de 1 µg/L dans la couche de fond métrique (k2) mais au contact immédiat du rejet ; ils sont compris entre 0,1 µg/L et 0,01 µg/L pour le reste de la colonne d'eau. Ces surconcentrations maximales seront d'autant plus fréquemment atteintes que la dynamique du système est faible, c'est-à-dire, particulièrement pendant les étales de marées basses et hautes de Mortes-Eaux.

A titre de comparaison, au niveau du diffuseur, dans la couche de fond (k2), le taux de dilution n'est que de 400, ce qui induit une surconcentration théorique de 2,5 µg/L en permanence ; au moment des renverses de courants, notamment de Mortes-Eaux, le panache remonte en surface et le taux de dilution demeure faible puisqu'il n'est alors que d'environ 1.000.

En ce qui concerne les pourcentages d'occurrence, les Figure 28 et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** illustrent la distribution des valeurs moyennes calculées pour des taux de dilution >1.000, >2.000, >5.000 et >10.000 pour la couche de fond (k2).

Ainsi, pour les deux premiers taux, il ressort des calculs que, hormis le secteur du diffuseur lui-même où les taux de dilution ne sont jamais supérieurs à 1.000, la valeur de la surconcentration dans les eaux du Canal de la Havannah dans sa totalité ne dépasse pas 1 µg/L (terme source = 1 mg/L), quelles que soient les conditions hydro-climatiques et marégraphiques. Comme attendu, les panaches de dilution s'organisent longitudinalement le long du Canal de la Havannah en zones concentriques de part et d'autre du diffuseur. Ainsi, elles montrent que les taux de dilution >5.000 (surconcentration maximale de 0,2 µg/L) est limitée à une lentille d'environ 200*2000 mètres. Cette structure augmente en taille pour les taux de dilution >10.000 (surconcentration = 0,1 µg/L). A ce niveau de dilution, les conditions hydro-climatiques et marégraphiques semblent avoir une influence puisque les aires d'impact sont plus importantes pendant la deuxième quinzaine d'octobre que durant la première.

Tx >1.000 : Pourcentage d'occurrence

Couche k30

Couche k15

Couche k2



01-16 Octobre 2013

16-31 Octobre 2013

Figure 24 : Pourcentage d'occurrence du taux de dilution >1.000 des effluents pour un débit total de 1080 m³/h. Valeurs moyennes pour les deux quinzaines d'octobre 2013 calculées individuellement. pour chacune des 3 couches k2, k15 et k30.

Tx >2.000 : Pourcentage d'occurrence

Couche k30

Couche k15

Couche k2



01-16 Octobre 2013

16-31 Octobre 2013

Figure 25 : Pourcentage d'occurrence du taux de dilution >2.000 des effluents pour un débit total de 1080 m³/h. Valeurs moyennes pour les deux quinzaines d'octobre 2013 calculées individuellement pour chacune des 3 couches k2, k15 et k30.

Tx >5.000 : Pourcentage d'occurrence

Couche k30

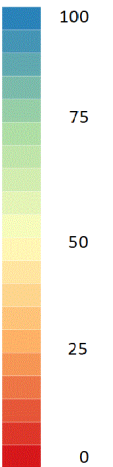


01-16 Octobre 2013

Couche k15



Couche k2



16-31 Octobre 2013

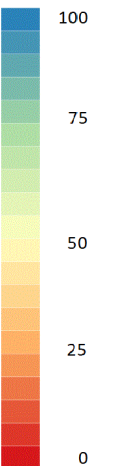


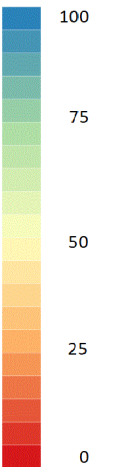
Figure 26 : Pourcentage d'occurrence du taux de dilution >5.000 des effluents pour un débit total de 1080 m³/h. Valeurs moyennes pour les deux quinzaines d'octobre 2013 calculées individuellement pour chacune des 3 couches k2, k15 et k30.

Tx >10.000 : Pourcentage d'occurrence

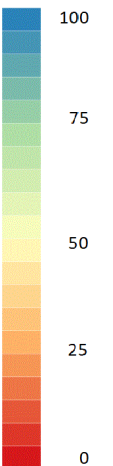
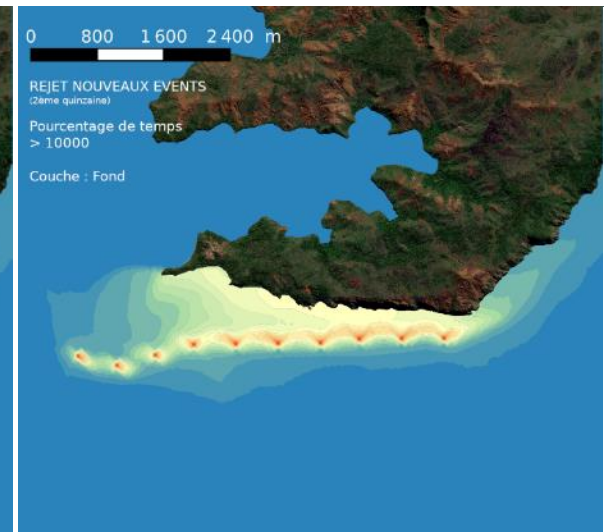
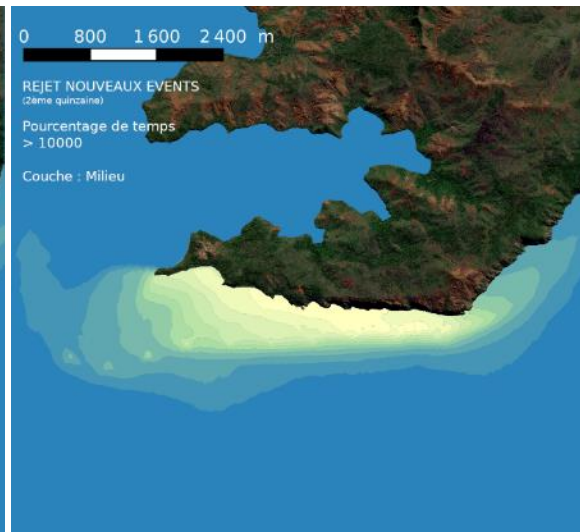
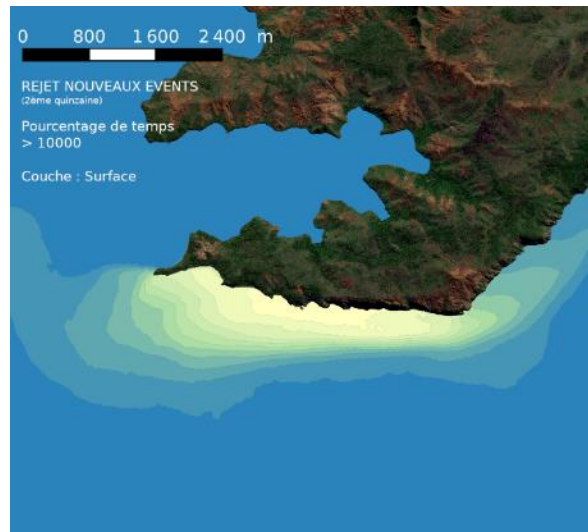
Couche k30

Couche k15

Couche k2



01-16 Octobre 2013



16-31 Octobre 2013

Figure 27 : Pourcentage d'occurrence du taux de dilution >10.000 des effluents pour un débit total de 1080 m³/h. Valeurs moyennes pour les deux quinzaines d'octobre 2013 calculées individuellement pour chacune des 3 couches k2, k15 et k30.

01-16 oct 2013

16-31 oct 2013

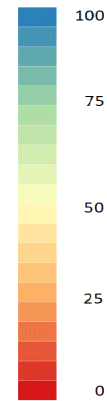
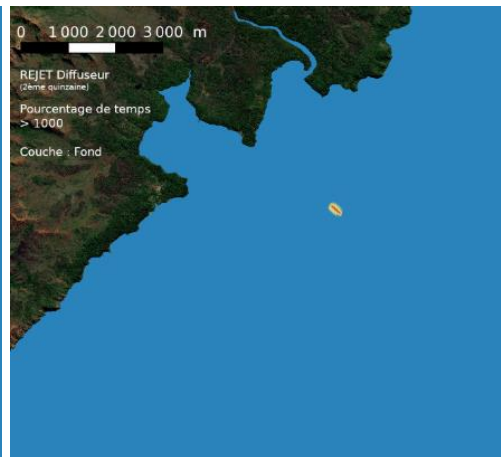
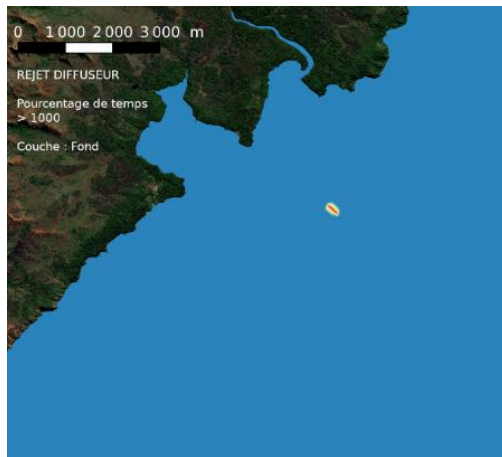


Figure 28 : Pourcentage d'occurrence des taux de dilution >1.000 et >2.000 des effluents pour un débit de 1970 m³/h. Valeurs moyennes pour la première quinzaine (gauche) et deuxième quinzaine (droite) du mois d'octobre 2013 calculées individuellement pour la couche de fond (k2).

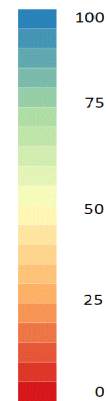
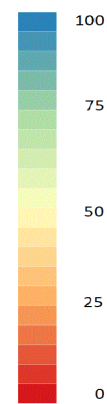
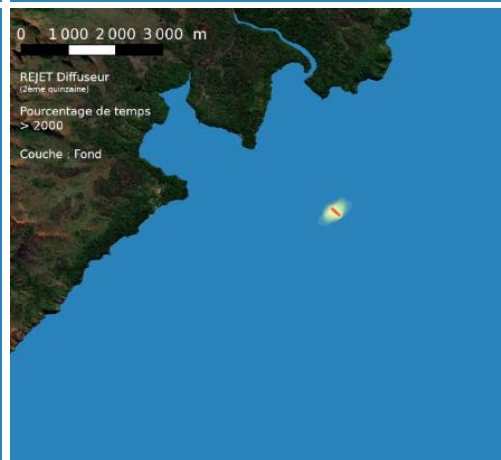
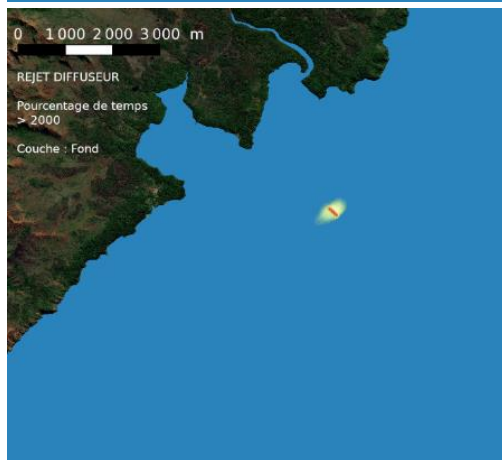
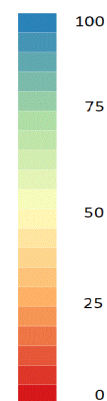
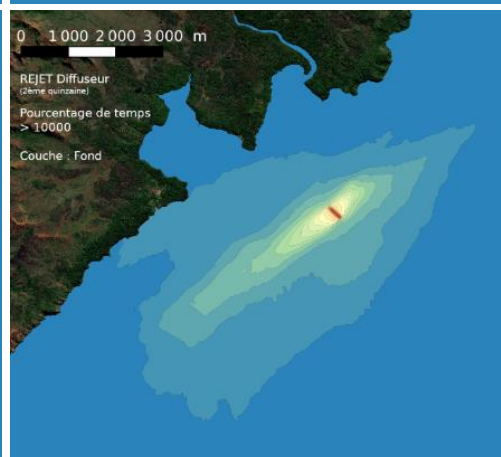
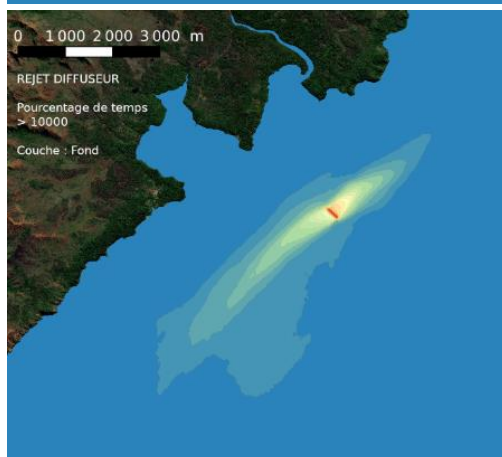


Figure 29 : Pourcentage d'occurrence des taux de dilution >5.000 et >10.000 des effluents pour un débit de 1970 m³/h. Valeurs moyennes pour la première quinzaine (gauche) et deuxième quinzaine (droite) du mois d'octobre 2013 calculées individuellement pour la couche de fond (k2).



E. COUPES TRANSVERSALES « CÔTE-LARGE »

Les coupes transversales « côte-large » ont été réalisées pour illustrer les pourcentages d'occurrence des taux de dilution >2.000 , >5.000 et >10.000 dans la colonne d'eau ; calculs menés pour les deux quinzaines du mois d'octobre 2013 au niveau des trous 2 et 8 du pipe-line (Figure 30 et Figure 31). Les conclusions sont les suivantes :

- **Trou numéro 2** : Les coupes respectives relatives aux deux quinzaines du mois d'octobre montrent que des effluents dilués à moins de 2.000, c'est-à-dire introduisant une surconcentration supérieure à $0,5 \mu\text{g/L}$ ne sont pas calculés entre le pipe-line et la ligne de côte. Pour les taux de dilution >5.000 , la différence entre les deux quinzaines est à peine perceptible, seul l'environnement immédiat du trou numéro 2 est concerné par des niveaux de surconcentrations maximums de $0,2 \mu\text{g/L}$. A l'inverse, pour les taux >10.000 , leur occurrence est notablement plus faible durant la deuxième quinzaine entre le pipe-line et la ligne de côte ; celle-ci diminuant à mesure que l'on s'en rapproche. En d'autres termes, les surconcentrations maximales de $0,1 \mu\text{g/L}$ seront plus fréquentes le long de la côte et paradoxalement dans les couches de surface.
- **Trou numéro 8** : Comme pour le trou numéro 2, les coupes respectives relatives aux deux quinzaines du mois d'octobre montrent que des effluents dilués à un taux >2.000 , c'est-à-dire introduisant une surconcentration supérieure à $0,5 \mu\text{g/L}$ ne sont pas calculés pour l'ensemble du milieu marin. Il en est de même pour les taux de dilution >5.000 , la différence entre les deux quinzaines est à peine perceptible, seul l'environnement immédiat du trou numéro 8 est concerné par des niveaux de surconcentrations maximums de $0,2 \mu\text{g/L}$, bien que des traces du panache soit décelé au pied de la pente terrestre. Encore de manière assez semblable que précédemment, pour les taux >10.000 l'occurrence est notablement plus faible durant la deuxième quinzaine dans la zone comprise entre le pipe-line et la ligne de côte ; celle-ci diminuant à moins de 40% du temps le long de la partie profonde adossée à la pente terrestre. Proche de la surface, l'occurrence augmente à environ 50% où les surconcentrations maximales de $0,1 \mu\text{g/L}$ sont calculées 1 jour sur 2 pour la deuxième quinzaine seulement.

Ces profils montrent le lien évident qu'il existe entre le développement des panaches d'effluent et le degré d'intensité hydrodynamique combiné aux conditions hydro-climatiques. En effet, durant la deuxième quinzaine, les courants faibles (Mortes-eaux) sont perturbés par les reliefs sous-marins de cette côte, combinés à un régime météorologique de SE (type Alizés), diminuant ainsi le transport latéral au profit de la diffusion verticale. A l'inverse, les forts courants, transportent latéralement les panaches qui se diluent avec la distance parcourue dans la veine d'eau.

Coupes transversales « côte-large »

01-16 oct 2013

16—31 oct 2013

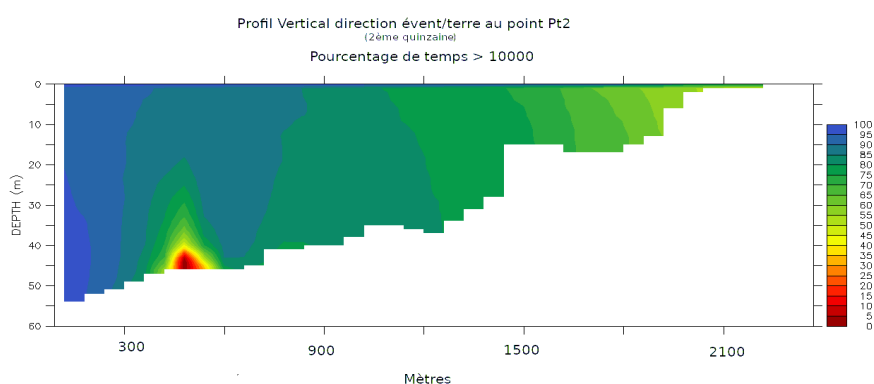
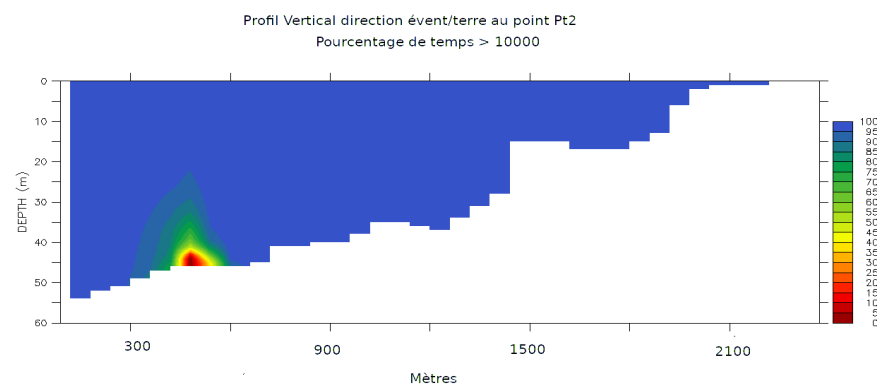
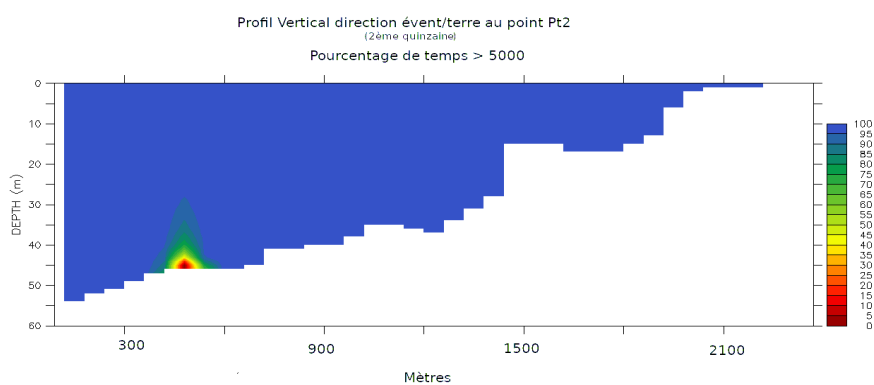
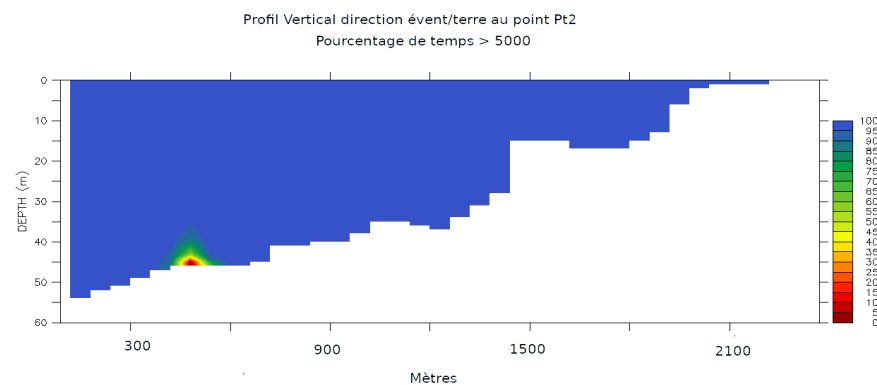
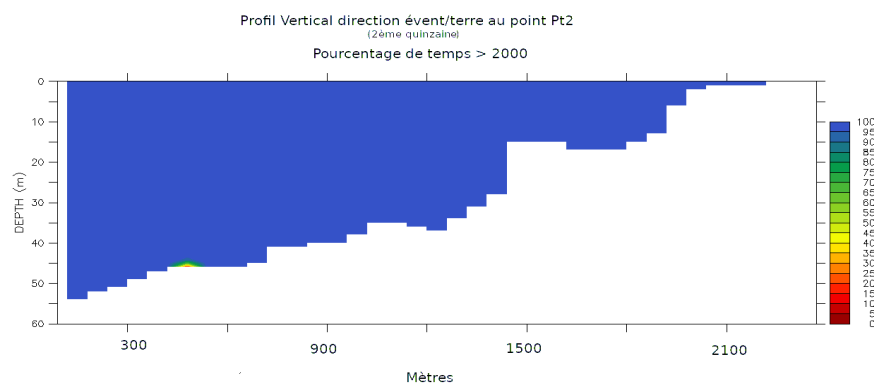
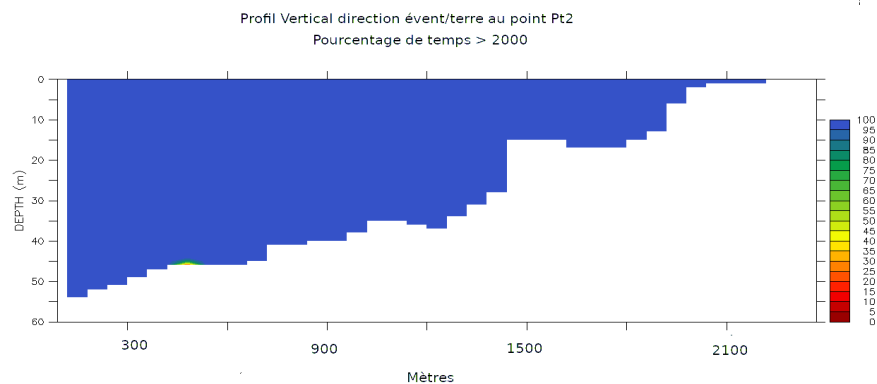


Figure 30 : Coupes transversales entre le pipe-line et la ligne de côte. Comparaison des pourcentages d'occurrence des taux de dilution >2.000, >5.000 et >10.000 pour un débit de 108 m³/h et par trou. Calculs menés au niveau des trous 2 et 8 pour les deux quinzaines du mois d'octobre.

Coupes transversales « côte-large »

01-16 oct 2013

16—31 oct 2013

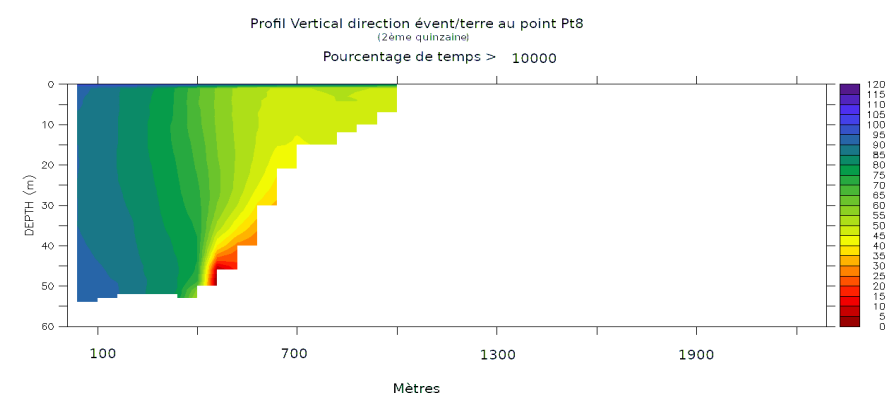
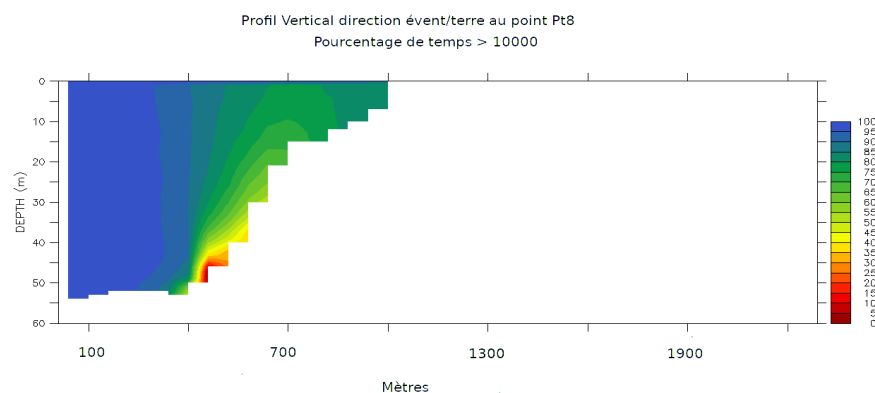
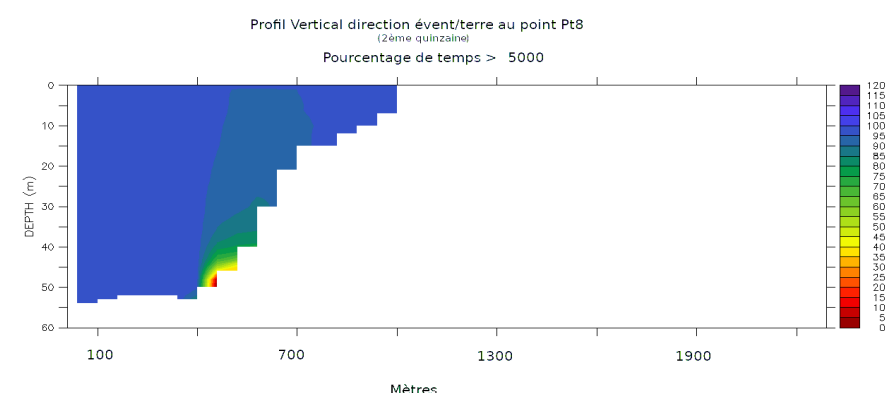
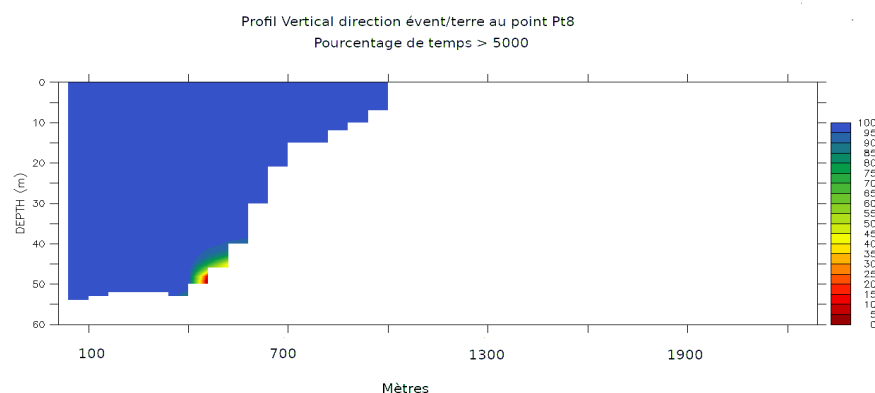
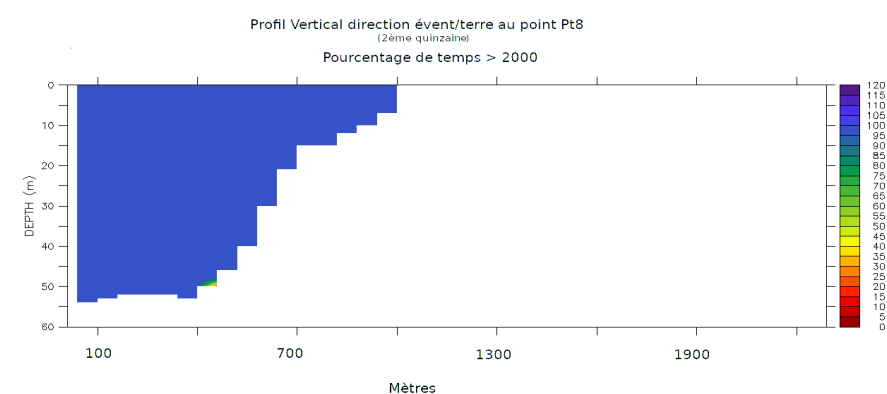
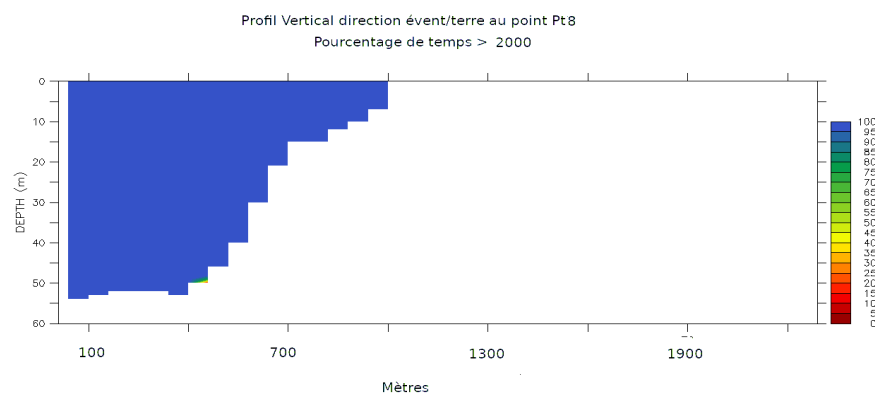


Figure 31 : Coupes transversales entre le pipe-line et la ligne de côte. Comparaison des pourcentages d'occurrence des taux de dilution >2.000, >5.000 et >10.000 pour un débit de 108 m³/h et par trou. Calculs menés au niveau des trous 2 et 8 pour les deux quinzaines du mois d'octobre.

IV. CONCLUSIONS

Le 17 septembre, une fuite d'effluent industriel a été constatée au droit du port de commerce de Prony-Ressources. Cet incident survient en parallèle de difficultés supplémentaires rencontrées pour l'évacuation des masses d'eau considérables stockées dans le parc à résidus KO2.

Ces incidents ont conduit l'industriel à devoir revoir sa stratégie de rejet des effluents traités, notamment en envisageant d'augmenter les volumes évacués dans le Canal de la Havannah. Une des solutions consisterait à percer 10 nouveaux trous le long du pipe-line. Dans un premier temps le débit total envisagé a été de 590 m³/h, puis de 1080 m³/h, portant ainsi le volume global déversé dans le Canal de la Havannah à dépasser les 3.000 m³/h. Des simulations pour les deux débits ont été réalisées pour visualiser le comportement du panache de dilution des effluents sous l'influence de facteurs hydro-climatiques et marégraphiques.

Cette étude comporte un complément d'information qui a été demandé afin de préciser l'influence des paramètres hydro-climatiques et marégraphiques conjoints. Elle avait donc pour objectif d'acquérir de l'information sur l'évolution spatio-temporelle des taux de dilution des effluents, principalement dans les couches de fond (k2) et de surface (k30) pour des forçages différents.

Pour parvenir à ces résultats, la modélisation a été conduite en conditions réelles de marées (marégramme d'octobre 2013) et de météorologie (mois modèle d'octobre 2013) ; ce mois modèle offrant la particularité d'être composé de deux quinzaines bien distinctes offrant des régimes météorologiques caractéristiques de la Nouvelle-Calédonie (Figure 32). En effet, la première quinzaine a été soumise à des vents variables faibles à moyens et des régimes instables tourbillonnants, la deuxième quinzaine a vu s'installer progressivement un régime habituel d'Alizé de SE. Pour ces deux jeux de conditions, il a donc été réalisé :

- Un suivi temporel des concentrations en facteurs de dilution ;
- Une représentation de l'évolution des facteurs de dilution moyens ;
- Des calculs de pourcentages d'occurrence par rapport à des limites de dilution fixées.

En termes de courantologie, le modèle a montré que dans la partie Est du pipe-line, les courants moyens, tant à marée montante que descendante, sont constants, d'intensité moyenne (0,25 m/s) et toujours orientés selon un axe SW-NE. Dans l'extrémité Ouest du pipe-line, les courants sont plus variables et forts ; dans leur ensemble, ils prennent une direction Sud pouvant potentiellement éloigner les effluents sortant par les trous du pipe-line en direction du large. En termes de marées, il faut retenir qu'une phase de marée de morte-eau particulièrement accentuée se met en place au cours de la dernière semaine du mois d'octobre 2013.

Concernant la dispersion des effluents sortant des 10 trous, les profils verticaux temporels et les cartes de dilution spatiales ont montré que :

- durant la première quinzaine, les panaches sont individualisés, ne se cumulent pas et sont pratiquement confinés dans les eaux profondes (Fernandez, 2022) ;
- durant la deuxième quinzaine, sous l'effet combiné du régime d'Alizé et des marées de morte-eau, les panaches se superposent pour souvent n'en former qu'un seul qui peut s'étaler du Cap

N'Doua à la Pointe Méhoué ; tant en surface qu'en profondeur, son extension la plus importante est calculée pour les conditions de Mortes-Eaux.

En termes de taux de dilution, les valeurs les plus faibles, donc potentiellement les plus pénalisantes vis-à-vis du milieu marin sont calculées pour les périodes combinant les marées de morte-eau et le régime d'Alizé. En effet, ces conditions réduisent la dispersion et les taux de dilution diminuent fortement dans toute la colonne d'eau, laissant ainsi remonter des effluents dont le niveau de surconcentration est alors de 0,2 µg/L. Toutefois, ces remontées ne se produisent qu'épisodiquement et ne coïncident qu'avec les renverses de courant des étales de marées basses et hautes (Figure 32).

D'une manière globale, les taux de dilution minimums de 1.000 (surconcentration de 1 µg/l dans le milieu) sont respectés dans toute la zone d'étude ; cette limite de dilution a pour objectif de préserver au mieux l'environnement marin des impacts industriels selon l'Arrêté ICPE-2008. Toutefois, à la différence des calculs conduits pour la première quinzaine qui n'ont permis d'observer ce taux de dilution que dans la couche de fond (k2) et uniquement à la verticale de chacun des 10 trous, pour la deuxième quinzaine, toute la colonne d'eau peut être concernée (Figure 32). Les mécanismes mis en cause étant fonction des conditions hydro-climatiques et marégraphiques de la fin du mois d'octobre. A l'inverse, les courants de Vives-Eaux, assurent le transport latéralement, limitant ainsi la remontée du panache.

D'un point de vue quantitatif, ces taux de dilution amènent à considérer que la surconcentration ajoutée dans l'eau de mer serait au maximum de 0,5 µg/L, pour un terme source fixé de 1 mg/L et dans la couche de fond (k2) uniquement. A titre de comparaison, la concentration naturelle en Mn dans le Canal de la Havannah est d'environ $0,08 \pm 0,03$ µg/L avec des maxima ponctuels à la station St19 (Bonne Anse) entre 0,16 et 0,24 µg/L en fonction de la saison ; une dilution 100.000 signifiant une surconcentration égale à seulement 0,01 µg/L. Cette quantité correspond à la limite de quantification (LQ) des techniques d'analyse actuelles les plus performantes.

En conclusion, les débits d'effluent pour chacun des 10 trous additionnels projetés, semblent bien absorbés par les masses d'eau océaniques qui circulent dans le Canal de la Havannah, quelles que soient la force de la marée et la météorologie car seule la couche de fond (k2) est influencée sensiblement par les rejets ; les seuls spots dans la couche d'eau de fond (k2) possédant des taux de dilution inférieurs à 1.000 (surconcentration supérieure à 1µg/L) sont circonscrits à l'environnement immédiat de chacun des 10 trous.

Le long de la ligne de côte, l'impact est calculable seulement lors de conjonctions des phénomènes de marées de morte-eau et des régimes d'Alizés.

Au vu des résultats de simulation, cette configuration, qui combine un débit total de 1080 m3/h avec des conditions hydro-climatiques (Alizés) et marégraphiques (Mortes-eaux) défavorables, permet d'envisager une optimisation en testant d'autres alternatives, comme l'augmentation du nombre de trous additionnels et/ou de les répartir le long du pipe-line.

Toutefois, il faudra prêter une attention particulière aux impacts potentiels au niveau du platier de la Point Méhoué et du Récif loro.

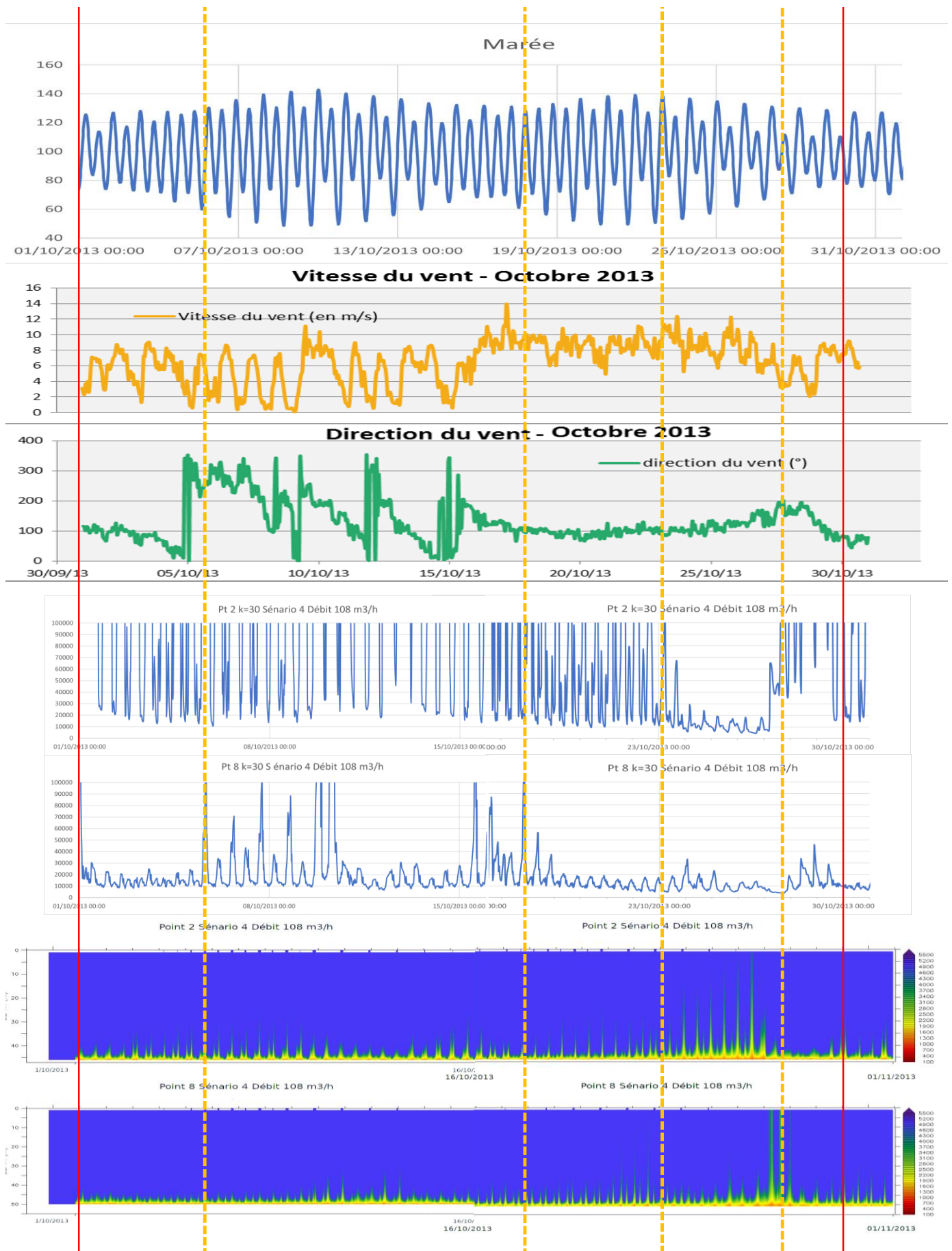


Figure 32 : Compilation des principaux résultats de simulation et juxtaposition des caractéristiques hydro-climatiques du « mois météorologique modèle » d'octobre 2013.

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DU TRACE DU PIPE-LINE ET DU POSITIONNEMENT DES 10 EVENTS SUPPLEMENTAIRES SIMULES (SCENARIO-4) POUR L'EVACUATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS DANS LE CANAL DE LA HAVANNAH.	7
FIGURE 2 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE GRILLE DE MODELISATION CONSTITUEE DE MAILLES ET DETAIL DES DIMENSIONS D'UNE MAILLE DE LA GRILLE DE MODELISATION.....	8
FIGURE 3 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU CHAMP PROCHE DU REJET ET DE L'EFFET DE SON ECOULEMENT SUR LE FLUIDE AMBIANT.....	9
FIGURE 4 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA DIFFUSION DE LA TEMPERATURE DANS LA MAILLE CONTENANT LE REJET D'EAU, PAR EXEMPLE, A TEMPERATURE T_0 DIFFERENTE DE CELLE DU FLUIDE AMBIANT T_a , DANS LE CAS DE MODELISATIONS SPECIFIQUES AU CHAMP PROCHE ET AUX CHAMPS MOYEN ET LOINTAIN.....	9
FIGURE 5 : EMPRISES ET RESOLUTIONS DES DIFFERENTES GRILLES IMBRIQUEES, PROFONDEUR EN METRES.....	11
FIGURE 6 : REPRESENTATION DU RAFFINEMENT (RESSERREMENT) EN SURFACE ET AU FOND DES COORDONNEES SIGMA DANS LA ZONE D'ETUDE ; POSITION DES COUCHES D'INTERET K2 (ORANGE), K15 (BLEU) ET K30 (VERTE) D'EXTRACTION DES DONNEES ISSUES DE LA MODELISATION HYDRODYNAMIQUE.....	11
FIGURE 7 : COMPARAISON DES SIGNAUX DE COURANTS DE MAREE ISSUS DES MESURES ET DU MODELE EN CM/S.....	13
FIGURE 8 : ENREGISTREMENTS DES VITESSE (FF) ET DIRECTION (DD) DU VENT A LA STATION DE IORO EN OCTOBRE 2013.	14
FIGURE 9 : ELEVATION RELATIVE DE LA SURFACE DE L'EAU DUE A LA MAREE LORS DE LA PERIODE DE SIMULATION D'OCTOBRE 2013 (METRES). ALTERNANCE DE DEUX CYCLES ASTRONOMIQUES SUCCESSIFS DE VIVES-EAUX (VE) ET DE MORTES-EAUX (ME).	15
FIGURE 10 : CARTES DES COURANTS MOYENS DE FLOT DANS LA COUCHE DE FOND (K2) DU CANAL DE LA HAVANNAH. TRACE DU PIPE-LINE SCHEMATISE PAR LA LIGNE JAUNE.	19
FIGURE 11 : CARTES DES COURANTS MOYENS DE JUSANT DANS LA COUCHE DE FOND (K2) DU CANAL DE LA HAVANNAH. TRACE DU PIPE-LINE SCHEMATISE PAR LA LIGNE JAUNE.	20
FIGURE 12 : PROFILS DE DILUTION TEMPORELLE EN SORTIE DES TROUS 2, 8 (1080 M ³ /H) ET LES ORIFICES 25 A 35 SUR LES 57 ENCORE OPERATIONNELS DU DIFFUSEUR (1970 M ³ /H) POUR LES PERIODES DU 01-16 OCTOBRE (GAUCHE) ET DU 16-31 OCTOBRE (DROITE).	24
FIGURE 13 : PROFILS DE DILUTION EN SORTIE DU TROU NUMERO 2 POUR LA PREMIERE QUINZAINE (GAUCHE) ET LA DEUXIEME QUINZAINE (DROITE) DU MOIS D'OCTOBRE. CALCULS EFFECTUES POUR COUCHES DE FOND (K2), INTERMEDIAIRE (K15) ET DE SURFACE (K30) POUR UN DEBIT DE 1080 M ³ /H.	25
FIGURE 14 : PROFILS DE DILUTION EN SORTIE DU TROU NUMERO 8 POUR LA PREMIERE QUINZAINE (GAUCHE) ET LA DEUXIEME QUINZAINE (DROITE) DU MOIS D'OCTOBRE. CALCULS EFFECTUES POUR COUCHES DE FOND (K2), INTERMEDIAIRE (K15) ET DE SURFACE (K30) POUR UN DEBIT DE 1080 M ³ /H.....	26
FIGURE 15 : PROFILS DE DILUTION EN SORTIE DE L'ORIFICE 30 DU DIFFUSEUR (DES 57 OPERATIONNELS AU MOMENT DE L'ETUDE) POUR LA PREMIERE QUINZAINE (GAUCHE) ET LA DEUXIEME QUINZAINE (DROITE) DU MOIS D'OCTOBRE. CALCULS EFFECTUES POUR COUCHES DE FOND (K2), INTERMEDIAIRE (K15) ET DE SURFACE (K30) POUR UN DEBIT DE 1970 M ³ /H.	27
FIGURE 16 : PIPE-LINE - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE FOND (K2) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE MORTE-EAU.....	28
FIGURE 17 : PIPE-LINE - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE FOND (K2) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE VIVE-EAU.	29
FIGURE 18 : PIPE-LINE - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE SURFACE (K30) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE MORTE-EAU.	30
FIGURE 19 : PIPE-LINE - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE SURFACE (K30) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE VIVE-EAU.	31
FIGURE 20 : DIFFUSEUR - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE FOND (K2) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE MORTE-EAU.....	32
FIGURE 21 : DIFFUSEUR - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE FOND (K2) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE VIVE-EAU.....	33
FIGURE 22 : DIFFUSEUR - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE SURFACE (K30) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE MORTE-EAU.....	34
FIGURE 23 : DIFFUSEUR - TAUX DE DILUTION MOYEN DANS LA COUCHE DE SURFACE (K30) A MAREE MONTANTE ET DESCENDANTE DE VIVE-EAU.	35
FIGURE 24 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DU TAUX DE DILUTION >1.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT TOTAL DE 1080 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LES DEUX QUINZAINES D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT. POUR CHACUNE DES 3 COUCHES K2, K15 ET K30.	38
FIGURE 25 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DU TAUX DE DILUTION >2.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT TOTAL DE 1080 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LES DEUX QUINZAINES D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT POUR CHACUNE DES 3 COUCHES K2, K15 ET K30.	39
FIGURE 26 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DU TAUX DE DILUTION >5.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT TOTAL DE 1080 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LES DEUX QUINZAINES D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT POUR CHACUNE DES 3 COUCHES K2, K15 ET K30.	40
FIGURE 27 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DU TAUX DE DILUTION >10.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT TOTAL DE 1080 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LES DEUX QUINZAINES D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT POUR CHACUNE DES 3 COUCHES K2, K15 ET K30.	41
FIGURE 28 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION >1.000 ET >2.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT DE 1970 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LA PREMIERE QUINZAINE (GAUCHE) ET DEUXIEME QUINZAINE (DROITE) DU MOIS D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT POUR LA COUCHE DE FOND (K2)..	42
FIGURE 29 : POURCENTAGE D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION >5.000 ET >10.000 DES EFFLUENTS POUR UN DEBIT DE 1970 M ³ /H. VALEURS MOYENNES POUR LA PREMIERE QUINZAINE (GAUCHE) ET DEUXIEME QUINZAINE (DROITE) DU MOIS D'OCTOBRE 2013 CALCULEES INDIVIDUELLEMENT POUR LA COUCHE DE FOND (K2)..	42
FIGURE 30 : COUPES TRANSVERSALES ENTRE LE PIPE-LINE ET LA LIGNE DE COTE. COMPARAISON DES POURCENTAGES D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION >2.000, >5.000 ET >10.000 POUR UN DEBIT DE 108 M ³ /H ET PAR TROU. CALCULS MENES AU NIVEAU DES TROUS 2 ET 8 POUR LES DEUX QUINZAINES DU MOIS D'OCTOBRE.	44
FIGURE 31 : COUPES TRANSVERSALES ENTRE LE PIPE-LINE ET LA LIGNE DE COTE. COMPARAISON DES POURCENTAGES D'OCCURRENCE DES TAUX DE DILUTION >2.000, >5.000 ET >10.000 POUR UN DEBIT DE 108 M ³ /H ET PAR TROU. CALCULS MENES AU NIVEAU DES TROUS 2 ET 8 POUR LES DEUX QUINZAINES DU MOIS D'OCTOBRE.	45
FIGURE 32 : COMPIATION DES PRINCIPAUX RESULTATS DE SIMULATION ET JUXTAPOSITION DES CARACTERISTIQUES HYDRO-CLIMATIQUES DU « MOIS METEOROLOGIQUE MODELE » D'OCTOBRE 2013.	48

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : RECAPITULATIF DES COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE MESURES ET RESULTATS DU MODELE, POUR DIFFERENTES PERIODES D'ACQUISITION, PROFONDEURS ET COMPOSANTES DE COURANTS.	13
TABEAU 2 : TABLEAU RECAPITULATIF DES SIMULATIONS ET CONDITIONS DE FORCAGE ENVISAGEES.	15

REFERENCES

- Bodeï S, Jullien M, Libert M, Piau E, Pointeau I et Raynal J, 2008. Projet GoroNickel : bilan des actions du CEA-Cadarache. Août 2008, 99p.
- Bodeï S et Pointeau I, 2009. Projet GoroNickel : Note de synthèse sur l'évolution géochimique du milieu marin dans le champ proche du diffuseur de l'effluent, 36p.
- Burchard H et Petersen O, 1999. Models of turbulence in the marine environment—A comparative study of two-equation turbulence models. *Journal of Marine Systems*, vol. 21, no 1-4, p. 29-53
- Burchard, H. and Bolding, K. (2001) Comparative analysis of four second-moment turbulence closure models for the oceanic mixed layer. *Journal of Physical Oceanography*, 31, 1943-1968. doi:10.1175/1520-0485(2001)031<1943:CAOFSM>2.0.CO;2
- Deleersnijde E, Beckers JM, 1992. On the Use of the Sigma-coordinate System in Regions of Large Bathymetric Variations. In: *Journal of Marine Systems*, Vol. 3, no. 4-5, p. 381-390. doi:10.1016/0924-7963(92)90011-V.
- Dere P et Douillet P, 2008. Etude sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon sud de la Nouvelle-Calédonie. Modélisation et simulation du transport des formes dissoutes et particulières : Atlas des courants. Convention de Recherches IRD/Goro-Ni, Convention n° 1124, 83p.
- Douillet P, Le Gendre R, 2008. Etude sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon sud de la Nouvelle-Calédonie. Modélisation et simulation du transport des formes dissoutes et particulières : Modèle hydrodynamique (Notice technique – Validation). Convention IRD/Goro-Ni n°1124, 54 p.
- Douillet P, 2001. Atlas hydrodynamique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Programme d'Evaluation des ressources Marines de la Zone Economique de Nouvelle Calédonie, Rapport IRD/ZoNéCo, 48p.
- Drouzy M, Douillet P, Fernandez JM, Pinazo C, 2019. Hydrodynamic time parameters response to meteorological and physical forcings: toward a stagnation risk assessment device in coastal areas. *Ocean Dynamics*, Springer Verlag, 69, pp.967-987.
- Drouzy M, 2019. Etude de l'impact terrigène naturel et anthropique sur un système lagunaire tropical grâce à une approche de Modélisation 3D hydro-sédimentaire liée à un réseau de mesures, Thèse de doctorat. Aix-Marseille.
- Fernandez JM, 2022. Modélisation de la dispersion des effluents dans le Canal de la Havannah ; perçage de 10 trous supplémentaires entre C12 et C21 (scénario-4). Contrat AEL/PR-NC 605-PR-22-P / L51933-0001, 32p.
- Fernandez JM, Douillet, P, Moreton M et al., 2009. Validation du modèle de transport en phase dissoute par traçage à la rhodamine-WT. Contrat de consultance IRD/Goro-Ni, Convention n°2131, 59p.
- Fernandez JM, Douillet P, Moreton B et Danès C, 2012. Modélisation hydrodynamique raffinée de la Baie du Prony : maille à 60 m. Rapport AEL, Contrat E29926 / 0001, 202p.
- Fernandez JM et Drouzy M, 2018. Modélisation hydrodynamique de l'Anse Vata : Simulations de la dispersion d'effluents dissous issus d'un émissaire marin pour deux conditions de forçage météorologique. Contrat AEL/DETVEA 0117DETVEA11361, 65p.
- Frayssé M, 2014. Rôle du forçage physique sur l'écosystème à l'est du Golfe du Lion: modulation de l'impact des apports anthropiques en sels nutritifs et matière organique étudiée par modélisation 3D couplée physique et biogéochimique. 2014. Thèse de doctorat. Aix-Marseille.
- Fuchs R, Pinazo C, Douillet P et al., 2013. Modelling ocean-lagoon interaction during upwelling processes in the South West of New Caledonia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 135, p. 5-17.
- Jouon A, Douillet P, Ouillon S, et al., 2006. Calculations of hydrodynamic time parameters in a semi-opened coastal zone using a 3D hydrodynamic model. *Continental Shelf Research*, vol. 26, no 12-13, p. 1395-1415.
- Lazure, P. and F. Dumas (2008): An external-internal mode coupling for a 3D hydrodynamical model for applications at regional scale (MARS). *Advances in Water Resources*, 31, 233-250.
- Lazure P, Salomon J-C (1991a) Coupled 2-D and 3-D modeling of coastal hydrodynamics. *Oceanol Acta* 14(2):173–180.
- Ouillon S, Douillet P, Lefebvre JP et al. 2010. Circulation and suspended sediment transport in a coral reef lagoon: The south-west lagoon of New Caledonia. *Marine pollution bulletin*, vol. 61, no 7-12, p. 269-296.
- Ouillon S, Douillet P et Andréfouët, 2004. Coupling satellite data with in situ measurements and numerical modeling to study fine suspended-sediment transport : a study for the lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs*, vol. 23, no 1, p. 109-122.

ANNEXE 4

Nom du projet :	Modification Emissaire Marin - Partie Offshore			Objectif du projet :	Ajout de perçages sur l'émissaire marin pour augmenter le débit de rejet de l'effluent		
Département :	Neutralisation	Zone :	285	Principaux équipements	Emissaire marin (partie off-shore)		
N° Analyse :		Version de l'analyse :	2	Dates d'analyse pour cette version	Session 1: 10/01/2023 Session 2: 13/01/2023 Session 3: 23/01/2023	Description des modifications apportées VS dernières versions	Suppression de l'impact financier dans l'appréciation de la cotation gravité.

Données d'entrée de cette revue / postulats de départ	Description succincte du procédé actuellement/fonction des équipements principaux concernés : L'effluent transite par l'émissaire avec rejet via un diffuseur off-shore à 20 km de la côte dans le canal de la Havannah
	Description des modifications liées au projet et points d'attention : - Ajout de 10 trous diamètre 42 mm sur l'émissaire marin entre C12 et C21 (cas n°4, paragraphe 6.5 du rapport A2EP n°EXT-285-8230-RP-0010 V2)
	Paramètres opératoires / Produits chimiques : Température min/max : 25 / 35°C - donnée hors Lucy Pression min/max : 11,8 barg à 30°C et 11,6 pour 35°C (design max tuyau) Débit min/max : =< 3050 m3/h pH min/max : 8 à 9,5 Concentration min/max : NA

Participants	Fonction / Expertise	Présence aux sessions
	Chef de projet	1&2&3
	Neutralisation	1&2
	Optimisation Capacité de Prod.	1&2
	A2EP	1&2
	Risques Procédés	1&2&3
	Environnement	1&2
	P&I	1&2
	Environnement	1
	A2EP	1
	Permiting	1
	Dir. HSROE	3
	Sur. Permiting	3
	Resp. Neutralisatoïn	3
VALIDATION	Nom/Prénom	Signature
Responsable de la mise en œuvre du projet		
Responsable département propriétaire		
L3 du département propriétaire (risque élevé/extrême*)		

Description des documents utilisés	Références
Rapport A2EP "Remplacement partie Off-Shore de l'émissaire marin"	EXT-285-8230-RP-0010 V2
Note A2EP "Optimisation du débit de l'émissaire marin"	EXT-285-8230-RP-0013

Matrice des risques VNC
Confère EPS-0201-QHSE (lien intranet)

* N.B : Font l'objet d'une validation par le L3, les analyses de risque réalisées sur :
- des modifications en cours d'étude (MOC, SBR/SCR etc.) comprenant des risques résiduels élevés/extrêmes (colonne RR de la feuille de travail).
- une situation réelle comprenant des risques actuels élevés/extrêmes (colonne RA de la feuille de travail)

FEUILLES DE TRAVAIL - EVALUATION DES RISQUES ET RECOMMANDATIONS												
Nom du projet :	Modification Emissaire Marin - Partie Offshore		N° d'analyse :		Version de l'analyse :		2	Dates d'analyse pour cette version :		Session 1: 10/01/2023 Session 2: 13/01/2023 Session 3: 23/01/2023		
Déviations	Causes	conséquence	Moyens de prévention actuels / prévus en ingénierie (prévention/contrôle/atténuation)	P	G	RA	Recommandations	Pilote	Délais	P	G	RR
Débit trop bas / pas de débit	Configuration opérationnelle	Amplification du phénomène d'encrassement du diffuseur voire un encrassement de la conduite du C21 jusqu'au début diffuseur C39: obstruction partielle causant un rejet plus important en amont du diffuseur	Inspection tous les ans d'un tiers de l'émissaire (inspection complète au bout de 3 ans, contrôle des lests, positionnement du pipe au sol, protection cathodique et contrôle visuel des brides) Inspection trimestrielle du diffuseur: bathymétrie interne (bouchage) Inspection semestrielle des 21 événements : débouchage, contrôle si air / eau Ajout complémentaire d'eau pour assurer un débit minimum d'effluent Suivi environnemental au niveau du diffuseur Modélisation des diffusions sur le diffuseur et au niveau des 10 nouveaux trous Etude INERIS sur l'émissaire: les résultats montrent que des perturbations peuvent être observées dans le champ très proche mais pas dans le champ éloigné.	4	C	72	<u>Recommandation 1A:</u> Augmenter les fréquences d'inspection <u>Recommandation 1B:</u> Désaturation ou ajout d'eau de mer à mettre en place : flush périodique - débit et périodicité à définir <u>Recommandation 1D:</u> Identification du mode dégradé le plus à risque: temps de fonctionnement avec un débit trop bas générant une vitesse insuffisante et augmentant le phénomène de sédimentation. <u>Recommandation 1E:</u> Suivi environnemental renforcé de la colonne d'eau autour des 10 trous	<u>Recommandation 1A:</u> <u>Recommandation 1B:</u> <u>Recommandation 1D:</u> <u>Recommandation 1E:</u>	<u>Recommandation 1A:</u> Courant 2023 <u>Recommandation 1B:</u> A déterminer <u>Recommandation 1D:</u> Retour d'expérience à constituer à chaque inspection <u>Recommandation 1E:</u> A la mise en service	2	C	24
Débit trop bas / pas de débit	Configuration opérationnelle	Amplification du phénomène d'encrassement du diffuseur voire un encrassement de la conduite du C21 jusqu'au début diffuseur C39: obstruction totale causant 10 km de pipe bouché	Inspection tous les ans d'un tiers de l'émissaire (inspection complète au bout de 3 ans, contrôle des lests, positionnement du pipe au sol, protection cathodique et contrôle visuel des brides) Inspection trimestrielle du diffuseur: bathymétrie interne (bouchage) Inspection semestrielle des 21 événements : débouchage, contrôle si air / eau Ajout complémentaire d'eau pour assurer un débit minimum d'effluent Suivi environnemental au niveau du diffuseur Modélisation des diffusions sur le diffuseur et au niveau des 10 nouveaux trous Etude INERIS sur l'émissaire: les résultats montrent que des perturbations peuvent être observées dans le champ très proche mais pas dans le champ éloigné.	1	D	32	<u>Recommandation 2A:</u> Augmenter les fréquences d'inspection <u>Recommandation 2B:</u> Désaturation ou ajout d'eau de mer à mettre en place : flush périodique - débit et périodicité à définir <u>Recommandation 2D:</u> Identification du mode dégradé le plus à risque: temps de fonctionnement avec un débit trop bas générant une vitesse insuffisante et augmentant le phénomène de sédimentation. <u>Recommandation 2E:</u> Suivi environnemental renforcé de la colonne d'eau autour des 10 trous	<u>Recommandation 2A:</u> <u>Recommandation 2B:</u> <u>Recommandation 2D:</u> <u>Recommandation 2E:</u>	<u>Recommandation 2A:</u> Courant 2023 <u>Recommandation 2B:</u> A déterminer <u>Recommandation 2D:</u> Retour d'expérience à constituer à chaque inspection <u>Recommandation 2E:</u> A la mise en service	1	D	32
Débit trop haut	Configuration opérationnelle	Débit trop important au niveau des trous causant un non respect des exigences réglementaires.	Suivi débit et ajustement des flux par les opérations Verrouiller les opérations de façon à limiter le débit d'effluent (paramétrage PCS)	2	A	6						
Pression trop haute	Cf. Débit haut, Cf. Débit bas											
Déplacement du tuyau sur les tronçons percés	Accumulation d'air, mouvements marins	Accumulation de contraintes sur les parties percées du tuyau : fissuration du tuyau	Etude de la courantologie, des retours d'expérience pour déterminer si le risque est avéré Traçage du positionnement de l'émissaire en 2023 Modification On-shore pour limiter l'entraînement d'air Lestage béton du tuyau tous les 7 mètres	3	D	80	Adopter des mesures adaptées selon: - <u>Recommandation 3A:</u> Les resultats de l'étude de la courantologie et retours d'expériences (mars 2023) - <u>Recommandation 3B:</u> L'efficacité de la modification On-shore (août 2023) - <u>Recommandation 3C:</u> Les resultats du traçage de l'émissaire. (septembre 2023 - inspection annuelle) Les mesures pouvant être: - Surlestage - Renforcement des périodicités de contrôles	<u>Recommandation 3A:</u> <u>Recommandation 3B:</u> <u>Recommandation 3C:</u>	<u>Recommandation 3A:</u> Mars 2023 <u>Recommandation 3B:</u> Août 2023 <u>Recommandation 3C:</u> Septembre 2023	2	D	48