

Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire



RENOUVELLEMENT DE L'AUTORISATION DES DRAGAGES-IMMERSIONS DU GPMNSN

ETUDE HYDRO-SEDIMENTOLOGIQUE

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

ARTELIA Eau & Environnement

Branche MARITIME

6 rue de Lorraine

38130 - Echirolles

Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00

Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

N° 8 71 6311 R1 – annexe 1 – Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN					
Version	Description	Rédaction	Vérfifié	Approuvé	Date
V4	Prise en compte des remarques du GPMNSN du 19/04/2021 – 3 ^e relecture	FMN	LHM	LHM	22/04/2021
V3	Prise en compte des remarques du GPMNSN du 19/04/2021 – 2 ^e relecture	LHM	LHM	LHM	19/04/2021
V2	Prise en compte des remarques GPMNSN du 12/04/2021	FMN	LHM	LHM	15/04/2021
V1	Rapport complet	FMN	LHM	LHM	31/03/2021

SOMMAIRE

1. RAPPEL DU CONTEXTE	1
1.1. INSTALLATIONS PORTUAIRES ET ACCES	1
1.2. ENJEUX DE DRAGAGE	3
1.2.1. RAPPEL DES ENJEUX	3
1.2.2. PROJET STRATEGIQUE DU PORT	3
1.3. PRESENTATION DES ZONES DRAGUEES	4
1.4. DEFINITION DES DIFFERENTES COTES DE FOND OPERATIONNELLES	5
1.4.1. COTES OPERATIONNELLES DU CHENAL DE NAVIGATION	5
1.4.1.1. Cotes nominales	5
1.4.1.2. Cotes objectif	5
1.4.1.3. Cote de navigation	5
1.4.2. COTES OPERATIONNELLES DES SOUILLES ET DES ENTREES DE BASSINS	6
1.4.2.1. Cote de tenue des ouvrages	6
1.4.2.2. Cote de dragage	6
1.4.2.3. Cote de référence	6
1.4.2.4. Sonde d'exploitation	6
1.4.3. COTES OPERATIONNELLES EN PRESENCE DE VASE	6
1.5. ETABLISSEMENT DU PROGRAMME DE DRAGAGE	7
2. SUIVI DES TRAFICS ET DES ACTIVITES PORTUAIRES	9
2.1. BILAN DES TRAFICS 2010-2020	9
2.2. PREVISION DE L'EVOLUTION DES TRAFICS SUR LA PERIODE 2021-2026 ET OBJECTIFS DE COTES DES CHENAUX	15
2.2.1. EVOLUTION DE LA TAILLE DES NAVIRES : QUELLES REALITES ?	15
2.2.2. ELEMENTS GENERAUX DE CONTEXTE DU GPMNSN	16
2.3. BESOINS CLIENTS, EVOLUTIONS DES TRAFICS ET IMPACTS NAUTIQUES (TIRANTS D'EAU)	17
2.3.1. PETROLE BRUT ET PRODUITS RAFFINES	17
2.3.2. GAZ NATUREL LIQUEFIE	19
2.3.3. CONTENEURS	20
2.3.4. CHARBONNIERS	21
2.3.5. ALIMENTS DU BETAIL	22
2.3.6. CEREALES	23
2.3.7. AUTRES MARCHANDISES	23
2.3.8. BILAN DES BESOINS CLIENTS EN TIRANTS D'EAU	24
3. SUIVI DE L'EVOLUTION DES COTES DES CHENAUX	25
3.1. SUIVI DE LA BATHYMETRIE ET DE LA SEDIMENTATION DES CHENAUX ET DES INSTALLATIONS PORTUAIRES	25

3.2. EVOLUTION DE LA COTE DE NAVIGATION	27
3.2.1. RAPPEL DU PROGRAMME DE SONDAGE	27
3.2.2. CHENAL EXTERNE, CHENAL DE DONGES ET CHENAL DE TRANSITION	28
3.2.3. CHENAL DE NANTES	29
3.3. COTES OBJECTIFS DES CHENAUX SUR LA PERIODE	30
3.3.1. CHENAL DE DONGES	30
3.3.2. CHENAL DE NANTES	30
3.4. CONCLUSION	31
4. SUIVI DES PRATIQUES DE DRAGAGE	32
4.1. RAPPEL DES MOYENS ET DRAGUES EMPLOYEES	32
4.2. RAPPEL DES PRATIQUES PAR SECTION	37
4.2.1. SECTIONS 1 A 7 – CHENAL EXTERNE, CHENAL DE DONGES ET CHENAL DE TRANSITION	37
4.2.2. SOUILLES DES PORTS DE MONTOIR ET DONGES ET ACCES AUX BASSINS DE SAINT-NAZAIRE	38
4.2.3. SECTIONS 8 A 12 - CHENAL DE NANTES	38
4.2.4. PORT DE NANTES	39
4.3. EVOLUTION DE LA REPARTITION DAS/ DIE	39
4.4. SYNTHESE DES PRATIQUES ACTUELLES	42
5. SUIVI DES VOLUMES DRAGUES	45
5.1. VOLUMES DE DRAGAGE GLOBAUX	45
5.2. VOLUMES DE DRAGAGE PAR SECTION	46
5.3. VOLUMES DE DRAGAGE SELON LA PERIODE DE L'ANNEE	48
5.4. SYNTHESE DES VOLUMES DRAGUES	56
6. PROGRAMME DE REDUCTION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU DRAGAGE	58
6.1. OPTIMISATION DES DRAGAGES DU GPMNSN	58
6.2. CONSIGNES QUALITE SECURITE ENVIRONNEMNT (QSE) DU GPMNSN	59
6.3. REMOTORISATION DE LA DAM SAMUEL DE CHAMPLAIN	60
7. EVOLUTIONS ENVISAGEES DES PRATIQUES DE DRAGAGE	62
BIBLIOGRAPHIE	64
ANNEXE A : CONSIGNES DU SYSTEME Q.S.E (QUALITE SECURITE ENVIRONNEMENT)	65

TABLEAUX

Tableau 1.1. Limite des sections et sites principaux correspondants	1
Tableau 2.1. Perspectives du trafic maritime au porte de Nantes Saint-Nazaire en milliers de tonnes	17
Tableau 2.2. Besoins en tirant d'eau	24
Tableau 3.1. Chenal de Donges : Possibilités d'accueil à PM et BM	30
Tableau 3.2. Chenal de Nantes : Possibilités d'accueil à PM et BM	30
Tableau 4.1. Pratiques de dragage, saisonnalité et secteurs d'intervention	42
Tableau 4.2. Besoins en dragages (2013-2020)	44
Tableau 5.1. Moyenne annuelle arrondie de volumes dragués, par type de drague, entre 2006 et 2020 (en millions de m ³ à la densité 1,4)	45
Tableau 5.2. Volumes dragués moyens annuels en millions de m ³ par section et par technique	46

FIGURES

Figure 1.1. Localisation des différentes sections de l'estuaire (source : GIP Loire Estuaire, 2018 – modifications ARTELIA, 2021)	2
Figure 1.2. Schéma du programme opérationnel des engins de dragage (Consigne GPMNSN, 2017)	8
Figure 2.1. Evolution du trafic du GPMNSN sur la période 2010-2020 (données GPMNSN)	9
Figure 2.2. Cartographie des trafics pour l'année 2019 du GPMNSN (GPMNSN)	10
Figure 2.3. Représentation des trafics par filière sur la période 2015-2020 (données : GPMNSN)	11
Figure 2.4. Principaux trafics du GPMNSN en 2020 (Total : 28 Mt)	11
Figure 2.5. Evolution du nombre de navires, EVP, véhicules, remorques et passagers sur la période 2010-2019(données : GPMNSN)	12
Figure 2.6. Répartition des escales de navire en 2020 (GPMNSN)	13
Figure 2.7. Carte de synthèse des enjeux du trafic et des activités portuaires	14
Figure 3.1. Exemple d'échogramme en section 6 (GPMNSN, 2021)	25
Figure 3.2. Exemple de mesure du profil vertical des densités en section 6 (GPMNSN, 2021)	26
Figure 3.3. Exemple de plan bathymétrique réalisé au sondeur multifaisceaux au niveau de la zone du Carnet (GPMNSN, 2018)	27
Figure 3.4. Evolution de la cote de navigation dans le chenal de Donges de janvier 2006 à mars 2021 et corrélation avec le débit fluvial (GPMNSN)	28
Figure 3.5. Evolution de la cote de navigation dans le chenal de Nantes de janvier 2006 à mars 2021 et corrélation avec le débit fluvial (GPMNSN)	29
Figure 4.1. Localisation de la zone de clapage de la Lambarde (ancienne zone en figuré gris et nouvelle zone fixée par l'arrêté de 2013 en contour rouge)	32
Figure 4.2. Localisation des sites de Grand Pont et de Port Lavigne	33
Figure 1-13. Cycle de dragage depuis la section 5 (1 h de dragage, 2h30 de trajet A/R)	33
Figure 4.3. DAM « Samuel de Champlain »	34
Figure 4.4. DAS « André Gendre » (© : GPMNSN - ANDRE BOCQUEL)	35
Figure 4.5. Dragues de petite capacité en puits : DAM "Jean Ango" et Cap d'Aunis (marinetraffic.com)	35
Figure 4.6. Milouin, équipé d'un système à injection d'eau en 2011 (@ GPMNSN)	36
Figure 4.7. Illustration des situations dans lesquelles interviennent respectivement la DAM Champlain (secteurs étendus au-dessus de la cote objectif) et le DIE Milouin (zones d'intervention ciblées)	38
Figure 4.8. Plan de situation des infrastructures portuaires dans le secteur de Nantes (GPMNSN, 2015)	39

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Figure 4.9. Evolution de la pratique du DIE entre 2006 et 2020 dans les sections du chenal et les sites portuaires (en m ³ remobilisés)	40
Figure 4.10. Evolution de l'usage de la DAS dans l'estuaire entre 2006 et 2020 (en m ³ dragués)	40
Figure 5.1. Quantités draguées entre 2006 et 2020 (en millions de m ³ à la densité 1,4)	45
Figure 5.2. Volumes dragués par section et par technique entre 2012 et 2020	47
Figure 5.3. Volumes en m ³ de dragages min, max et moyens (pointillé bleu) en fonction des mois de l'année	48
Figure 5.4. Variation des volumes dragués en fonction des mois et des sections sur les périodes 2006-2020 et 2012-2020.....	55
Figure 5.5. Carte de synthèse des volumes dragués sur la période 2012 – 2020.....	57
Figure 6.1. Arbre décisionnel de la fiche de prévention et de maîtrise des situations d'urgence (GPMNSN) .	59
Figure 6.2. Matrice de décision en cas de débit de la Loire inférieur à 500 m ³ /s.....	60
Figure 7.1. Localisation de la nouvelle zone de dragage d'entretien à Saint-Nazaire	62
Figure 7.2. Plan de dragage pour l'aménagement de pontons dans l'avant-port de Saint-Nazaire (GPMNSN).....	63

1. RAPPEL DU CONTEXTE

1.1. INSTALLATIONS PORTUAIRES ET ACCES

Les navires fréquentant les terminaux du port de Nantes Saint-Nazaire disposent d'un chenal de navigation long de 69 km, depuis la zone d'attente des Charpentiers jusqu'à Nantes, d'une largeur de 100 à 300 mètres et d'une profondeur maximale autorisée variant entre -13,70 m et -4,70 m CM selon les sections (cf. *Figure 1.1*). Ce chenal est divisé en quatre tronçons et douze sections, de caractéristiques nautiques, hydrologiques et opérationnelles spécifiques comme défini dans le tableau suivant :

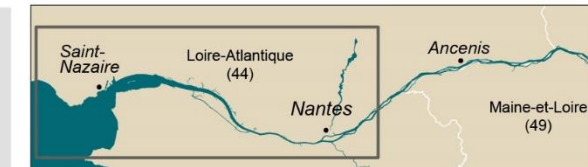
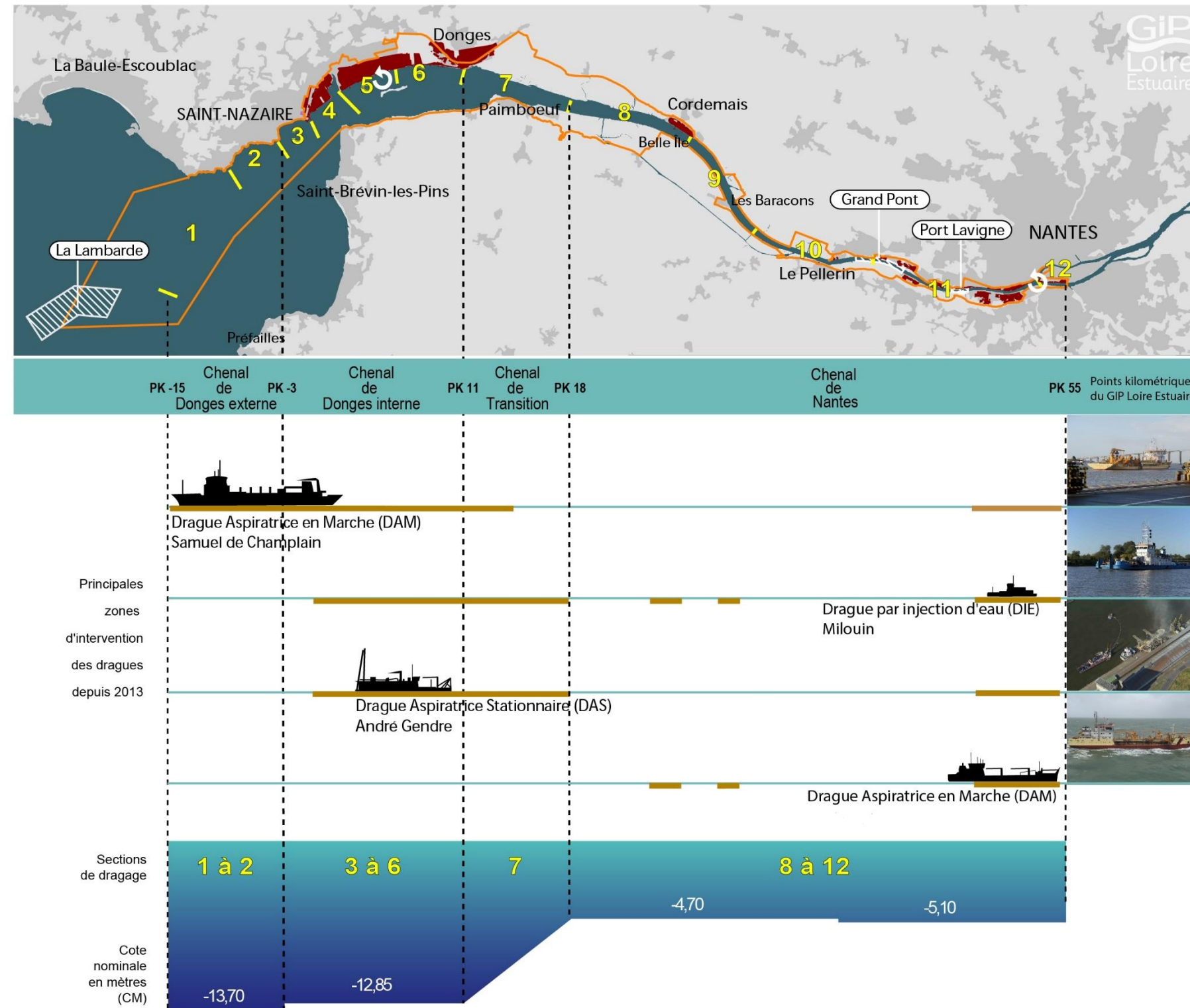
Tableau 1.1. Limite des sections et sites principaux correspondants

	Limites géographiques	Section	Sites principaux
	<i>Bouée du Chatelier – PK 0</i>		
Chenal externe (ou Donges externe)		Section 1	
	<i>Pointe de l'Eve – PK 8,75</i>		
		Section 2	
	<i>Tourelle des Morées – PK 12,38</i>		
Chenal de Donges (ou Donges interne)		Section 3	Rade de Saint-Nazaire Avant-port Saint-Nazaire
			<i>Tourelle des Vignettes (avant-port de Saint-Nazaire) – PK 14,75</i>
		Section 4	Port de Saint-Nazaire (bassins)
			<i>Pont de Saint-Nazaire – PK 17,63</i>
		Section 5	Montoir (terminal roulier, conteneurs et méthanier) Zone d'évitage des porte-conteneurs Zone d'évitage des méthaniers
			<i>Bouée méthanier amont – PK 21,25</i>
		Section 6	Montoir (terminal multivrac, poste à liquides, terminal charbonnier) Donges (terminal pétrolier) Zone d'évitage des pétroliers
	<i>Feu de Donges Aval – PK 25,75</i>		
Chenal de transition		Section 7	Paimboeuf, Le Carnet
	<i>Feu de Ramée – PK 32,88</i>		
Chenal de Nantes		Section 8	Cordemais, Belle Île
			<i>Feu Calotte (centrale EDF Cordemais) – PK 40,98</i>
		Section 9	Les Baracons
			<i>Canal de Buzay – PK 48,5</i>
		Section 10	Le Pellerin, Port Launay
			<i>Tour à Plomb Couëron – PK 56,5</i>
		Section 11	Grand Pont, Indre, Indret, Port Lavigne, Cheviré, Roche-Maurice, Chantenay
			<i>Zone d'évitage de Trentemoult – PK 67</i>
	Section 12	Nantes (quai Wilson, quai des Antilles,...)	
	<i>Pont des 3 continents – PK 68,5</i>		

Au total, on dénombre trente-huit postes à quai et autant de souilles à entretenir, réparties de la manière suivante : seize sur Nantes, six sur Donges sans le poste de l'Arceau, et seize sur Montoir, avec des largeurs variant entre 30 m et 70 m, des longueurs entre 20 m et 600 m et des profondeurs entre -4,00 m CM et -16,00 m CM. (voir détails en annexe 2).

ACCÈS PORTUAIRES ET DRAGAGES D'ENTRETIEN
 DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

OCTOBRE 2018
 modif. AVRIL



- zone urbanisée
- site industrialo-portuaire
- limite de circonscription de NSNP
- limite de section de dragage
- zone de clapage autorisée
- zone d'évitage

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (NSNP) doit garantir aux navires un accès sécurisé aux installations portuaires. Or la navigation peut être gênée par l'accumulation des dépôts de sédiments du bouchon vaseux en particulier en mortes eaux et par la formation de grandes rides de sable (riddens), sur le fond du chenal de navigation. Le port maintient donc les profondeurs nécessaires en procédant à des dragages d'entretien, qui consistent à retirer des sédiments du chenal et des souilles des terminaux portuaires. Ces opérations de dragages sont encadrées réglementairement.

Sources des données
 informations dragages - NSNP service Accès Nautiques
 topo-bathymétrie - NSNP et GIP Loire Estuaire
 occupation des sols - GIP Loire Estuaire

Crédit photographique © NSNP - André Bocquel

0 4 8 km

Réalisation
 GIP LOIRE ESTUAIRE ©
 Mission "Observation et communication"



Figure 1.1. Localisation des différentes sections de l'estuaire (source : GIP Loire Estuaire, 2018 – modifications ARTELIA, 2021)

1.2. ENJEUX DE DRAGAGE

1.2.1. Rappel des enjeux

Le recours aux dragages réguliers est justifié par la sédimentation naturelle (dynamique du système bouchon vaseux-crème de vase) observée dans les installations portuaires et les chenaux d'accès qui rehaussent la cote des fonds, entraînant alors des problèmes de sécurité pour la navigation et des difficultés commerciales.

L'objectif du GPMNSN est de garantir la sécurité de la navigation de chaque navire jusqu'à son poste à quai (chenal et souille confondus).

Il est décliné suivant les caractéristiques nautiques maximales (longueur, largeur, tirant d'eau et port en lourd), pour les navires actuellement reçus ou susceptibles de l'être dans un avenir proche, conformément au projet stratégique du GPMNSN ou en réponse à une demande spécifique.

Ces caractéristiques permettent de déterminer les cotes objectifs d'entretien des chenaux de navigation en tenant compte d'une marge de sécurité compensant les effets de squat et les mouvements de roulis des navires.

Une fois à quai, le navire doit pouvoir stationner à poste pendant toute la durée de son séjour, en toute sécurité. A cet effet, des sur-profondeurs locales du chenal, dénommées souilles, sont aménagées ; elles permettent au navire, avec sa cargaison, de subir les fluctuations de niveau induites par la marée et le débit. Selon le type de navire accueilli, la cote d'objectif de dragage des souilles, objectif de profondeur assigné à chaque souille à l'issue d'une opération de dragage peut nettement varier, de -16 m CM pour les terminaux pétroliers ou le terminal charbonnier à - 5 m CM pour le poste roulier de Cheviré.

1.2.2. Projet stratégique du port

Le projet stratégique du port 2021-2026 est en d'élaboration. Un extrait des informations concernant les opérations de dragages est présenté ci-dessous (source : GPMNSN) :

« Assurer les dragages et les immersions dans le respect de l'environnement, et renouveler l'autorisation associée

La qualité de l'accueil portuaire repose d'abord sur l'assurance d'une sécurité optimale aux navires, dans une recherche équilibrée de compétitivité économique et de respect environnemental. La politique de dragages repose sur l'optimisation du maintien des profondeurs en fonction du trafic attendu. Le GPM drague de manière optimisée en maintenant les cotes de navigation à - 12.40 m CM pour le chenal de Donges et - 4.30 m CM pour le chenal de Nantes.

Trois vedettes hydrographiques sont chargées de mesurer le fond du fleuve avant et après les interventions de dragage (cf. paragraphe 3.1). Les dragages du GPM sont réalisés par trois navires : la Samuel de Champlain (drague aspiratrice en marche), le Milouin (drague à injection d'eau) et l'André Gendre (drague stationnaire) et (cf. description dans le paragraphe 4.1).

Les activités de dragage, demeurent très largement dépendantes des conditions de débit fluvial et océano-météorologiques, comme dans tous les estuaires. Les volumes dragués annuellement peuvent donc être très variables selon ces paramètres naturels qui sont suivis en permanence à des fins d'optimisation. Ils ont ainsi fluctué de 3,3 M de m³ à près de 9 M de m³ entre 2009 et 2020. Du fait de ces variabilités et des aléas intervenant sur le parc d'engins de dragage, cette situation conduit à considérer un volume annuel moyen dragué de 6 M de m³.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

La pratiques de dragage s'appuie également sur un parc de dragues mutualisé en France, au sein du Groupement d'Intérêt Economique Dragages Ports. Le GIE Dragages Ports permet aux ports de réaliser les dragages d'entretien à un coût maîtrisé indépendamment d'entreprises privées.

L'arrêté inter-préfectoral Loire-Atlantique – Vendée du 24 avril 2013 a autorisé les opérations de dragage d'entretien du chenal et d'immersion des sédiments du GPM pour une période de dix ans. Un bilan à mi-autorisation des opérations de dragage-immersions et de leurs suivis environnementaux a été présenté et validé en Comité de suivi et en Commission locale d'information. Il a conduit à tirer les enseignements suivants :

- les incidences environnementales des dragages sont d'une ampleur limitée car elles sont évaluées dans le contexte d'un estuaire caractérisé par la présence du système bouchon vaseux/crème de vase et d'une masse d'eau de transition présentant un état global mauvais ;

- les incidences des immersions à la Lambarde sur la qualité des eaux, leurs usages et le milieu vivant paraissent faibles à l'exception des effets sur la faune benthique directement enfouie. Les effets à plus petite échelle sont associés à la dispersion des sédiments immergés.

En supplément des études prescrites par l'arrêté de 2013, le GPM s'est engagé à poursuivre les études de modélisation qu'il a initiées au début des années 2000 et qui permettront d'améliorer la connaissance des incidences environnementales de ces pratiques :

- une modélisation hydro-sédimentaire du système bouchon vaseux –crème de vase intégrant les remises en suspension des sédiments par les dragages ;

- une modélisation hydro-sédimentaire améliorée de la dispersion des sédiments immergés à La Lambarde ;

- une modélisation de la qualité des eaux estuariennes intégrant les nutriments et l'oxygène dissous.

Compte-tenu de l'intérêt partagé par les acteurs estuariens pour ses outils permettant une meilleure compréhension de l'hydro-système Loire, le GIP Loire Estuaire assurera la maîtrise d'ouvrage de l'actualisation du modèle hydro-sédimentaire numérique en 3D de l'estuaire de la Loire intégrant un module qualité des eaux.

Le projet stratégique sur la période à venir prévoit le maintien des cotes du chenal de navigation. Les dragages qui seront mis en œuvre consisteront à l'entretien des profondeurs telles que définies dans l'autorisation obtenue en avril 2013. Le renouvellement de l'autorisation sera demandé avec ce même objectif, tout en continuant d'optimiser les interventions des dragues. »

1.3. PRESENTATION DES ZONES DRAGUEES

Schématiquement les zones draguées sont les suivantes :

- le chenal de Donges, le plus souvent les sections 5 et 6 (débits entre 500 et 2 000 m³/s) et dans une moindre mesure les sections 1, 2 et 4 (débits > 1400 m³/s) ; quasiment jamais la section 3,
- les zones critiques du chenal de Nantes en période de débit inférieur à 800 m³/s, à savoir la section 7, Belle-Ile, Baracons, zone d'évitage (ZE) de Trentemoult et très rarement les rides du Pellerin,
- la ZE de Trentemoult lorsque de fortes crues apportent des sédiments sableux,
- les postes à quai de Montoir, Donges et Nantes,
- les accès (avant-port de Saint-Nazaire, sas Sud, aval Joubert, aval entrée Est), et le bassin de Saint-Nazaire,
- les Zones d'évitage des méthaniers et porte-conteneurs.

1.4. DEFINITION DES DIFFERENTES COTES DE FOND OPERATIONNELLES

Il convient de préciser la terminologie utilisée pour désigner les différentes cotes de fond en usage au GPMNSN.

1.4.1. Cotes opérationnelles du chenal de navigation

1.4.1.1. Cotes nominales

La cote nominale du chenal de navigation correspond à la profondeur maximale autorisée par l'arrêté inter préfectoral du 24 avril 2013. Cette cote est variable selon les tronçons du chenal :

- cote nominale de -13,70 m CM pour le chenal externe : sections 1 et 2 ;
- cote nominale de -12,85 m CM pour le chenal de Donges : sections 3 à 6 ;
- cote nominale de -12,85 m CM pour la zone d'évitage des méthaniers et porte-conteneurs ;
- cote nominale de raccordement variable linéairement entre -12,85m et -4,70 m CM pour le chenal de transition : section 7 ;
- cote nominale de -4,70 m CM pour la partie aval du chenal de Nantes : sections 8 à 10 ;
- cote nominale de -5,10 m CM pour la partie amont du chenal de Nantes : sections 11 et 12.

Cette cote administrative n'est pas utilisée en pratique pour la gestion opérationnelle des dragages d'entretien du chenal de navigation. Elle est remplacée par la cote d'objectif.

1.4.1.2. Cotes objectif

Afin de garantir la sécurité de la navigation, L'entretien des profondeurs du chenal de navigation est piloté par deux cotes "objectif" définies par le GPMNSN a pour objectif de maintenir les profondeurs aux cotes qui reflètent la réalité des contraintes commerciales et sédimentaire. Ces cotes sont les suivantes :

- chenal de Donges (sections 1 à 6) : -13,40 m CM ;
- chenal de Donges (sections 3 à 6) : -12,40 m CM ;
- chenal de Nantes (sections 7 à 12): - 4,30 m CM.

1.4.1.3. Cote de navigation

C'est une donnée d'entrée variable qui caractérise l'accessibilité globale à tous les postes desservis par le chenal. Elle permet de déterminer l'aptitude à la montée ou à la descente d'un navire, en fonction de son tirant d'eau, de la marge de sécurité sous la quille, fonction de sa vitesse, et de la hauteur de marée pendant le chenalage.

Il s'agit de la profondeur dont disposent réellement les navires jusqu'au fond nautique (vase de densité égale à 1,2 dans le chenal - cote de plafond), hors hauteur d'eau liée à la marée et aux phénomènes hydrométéorologiques.

La cote de navigation des chenaux est déterminée, après analyse des derniers sondages effectués, lors d'une réunion conjointe de la Capitainerie du Port, du Service des Dragages et du Pilotage organisée aux environs du 15 de chaque mois. Elle est fixée pour le mois suivant et un programme d'intervention des dragues est élaboré à cette occasion.

1.4.2. Cotes opérationnelles des souilles et des entrées de bassins

1.4.2.1. Cote de tenue des ouvrages

Les ouvrages de type quai sont fondés sur pieux ; la berge sous le quai est tenue par un talus protégé par des enrochements. Une note de calcul établit la résistance des pieux au flambement, la capacité du portique constitué par les pieux et les poutres à reprendre les efforts d'amarrage et d'accostage, et la stabilité du talus sous le quai. Les ouvrages de type appontement sont également fondés sur pieux, servant à la reprise des efforts d'accostage et d'amarrage.

Dans tous les cas, c'est l'interaction entre les pieux et la vase qui entre en jeu, soit par mobilisation de poussée ou de butée, soit par frottement.

La cote de tenue des ouvrages est la cote en dessous de laquelle on trouve le sol non remanié, qui ne doit pas être atteint par un engin de dragage.

1.4.2.2. Cote de dragage

Elle constitue l'objectif de profondeur assigné à chaque souille à l'issue d'une opération de dragage, en fonction du tirant d'eau maximum des navires accueillis.

Cette cote tient également compte d'une marge de sécurité au-dessus de la cote de tenue de quai, en fonction de l'incertitude liée à la méthode de dragages, au maniement du cutter et à la zone d'influence de ce dernier. Cette marge de sécurité, idéalement de 1 mètre, est parfois réduite pour permettre l'accueil opérationnel des navires en fonction du tirant d'eau attendu.

1.4.2.3. Cote de référence

Généralement établie à 1 m au-dessus de la cote de dragage, elle correspond à la profondeur moyenne que le port s'efforce de garantir aux clients.

1.4.2.4. Sonde d'exploitation

Elle conditionne l'accessibilité de la souille pour un navire en fonction de son tirant d'eau, de la marge de sécurité sous la quille et de la hauteur de marée au moment de la plus basse mer de l'escale. C'est une donnée variable, fixée par la capitainerie après analyse du dernier plan de sondage effectué

Nota : l'ensemble de ces cotes pour chacun des postes est détaillé dans un document consigne du système QSE du GPMNSN (GPMNSN, 2017. Consigne. Caractéristiques physiques des souilles et des entrées aux bassins).

1.4.3. Cotes opérationnelles en présence de vase

La question s'est posée de la définition des cotes opérationnelles en présence de vase fluide lorsque l'épaisseur de la crème de vase peut atteindre quelques mètres. Des études détaillées ont été effectuées au début des années 1990 afin de définir des seuils opérationnels dans la crème de vase (Brossard et al., 1990).

Ces études ont permis d'arriver aux conclusions suivantes :

- le seuil de navigabilité pour les navires dans les chenaux d'accès peut être fixé à la densité 1,20 (concentration d'environ 285 g/l) en Loire ;
- pour le stationnement dans les souilles, le seuil en densité adopté est de 1,25 (environ 365 g/l).

1.5. ETABLISSEMENT DU PROGRAMME DE DRAGAGE

Le programme de dragage est défini de façon hebdomadaire par le responsable programmation bathymétrie/dragages.

Il est alimenté par :

- le planning annuel des engins de dragage du GIE Dragage Ports mis à disposition du port,
- le planning des arrêts techniques,
- les projets d'aménagement,
- la disponibilité des postes à quai.

Ce programme, prévisionnel et modifiable, prend en compte :

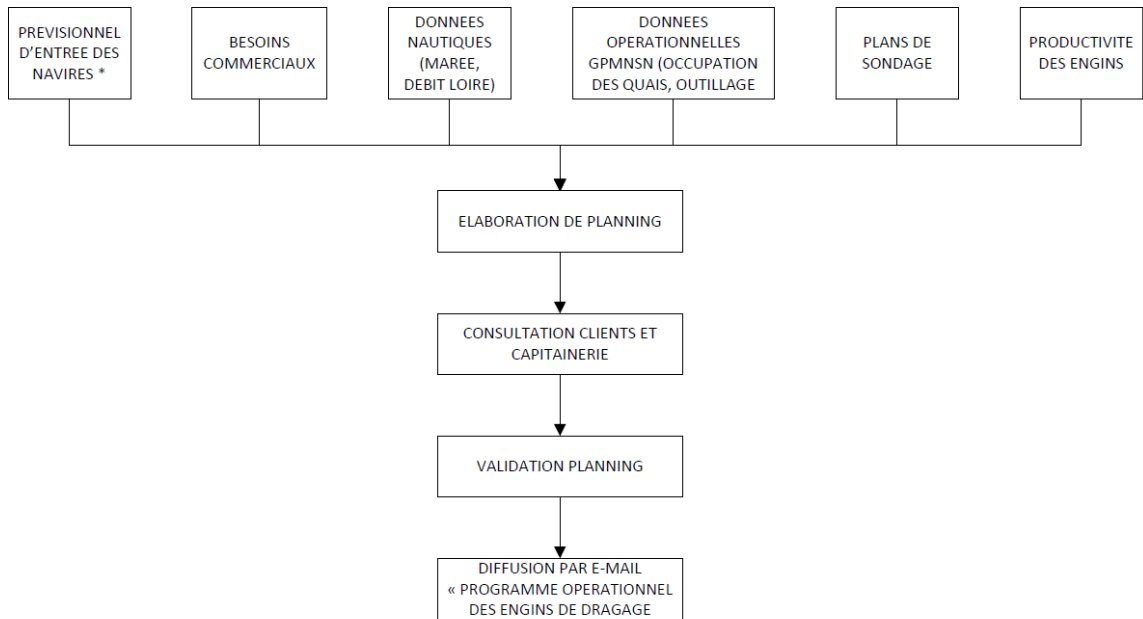
- les priorités définies par la capitainerie au regard des tirants d'eau annoncés à court terme;
- les profondeurs des chenaux, des postes à quai et des accès fixés après analyse des plans de sondage ;
- l'accord des opérateurs qui sont informés des créneaux de dragage souhaités ;
- les demandes effectuées dans le cadre d'aménagements nouveaux tels que la création ou l'approfondissement de souille, la formation de talus (ex: TMDC 5, RoRo 3) ;
- les demandes particulières (Chantiers de l'Atlantique par exemple) ;
- les conditions de marée et de débit de la Loire ;
- les conditions météorologiques ;
- les besoins d'approvisionnement des engins (soutage) ;

Le programme opérationnel des engins de dragage est défini dans une consigne du système Qualité, Sécurité, Environnement (QSE) du GPMNSN, 2017.

Les paramètres à prendre en compte pour la constitution du planning opérationnel des engins de dragage sont résumés dans le schéma présenté ci-dessous (source : Programme opérationnel des engins de dragage. Consigne. GPMNSN, 2017).

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

* LE PREVISIONNEL D'ENTREE DES NAVIRES TIENT PRINCIPALEMENT COMPTE DE : S-WING, SEABERTH, PREVISIONNEL TAAMV, PREVISIONNEL EDF TRADING,

Figure 1.2. Schéma du programme opérationnel des engins de dragage (Consigne GPMNSN, 2017)

Ainsi, les opérations de dragage sont programmées au mois, affinées à la semaine, en fonction de la situation du chenal et du trafic commercial attendu, dans le but d'assurer la sécurité des navires empruntant le chenal de navigation ou stationnant dans les souilles et bassins.

Cette procédure « a minima » limite le nombre et l'incidence des opérations de dragage sur l'environnement estuarien au strict nécessaire.

2. SUIVI DES TRAFICS ET DES ACTIVITES PORTUAIRES

2.1. BILAN DES TRAFICS 2010-2020

Le trafic portuaire est influencé par le commerce global mais également par les activités industrielles et logistiques locales, par les événements politiques, voire climatiques, les décisions de stratégie communautaire, notamment en matière de politique agricole commune et de politique de transports.

Ce trafic répond aux besoins de différents secteurs d'activité : l'approvisionnement en énergie, les échanges liés à l'activité agricole et agroalimentaire, et l'industrie.

Depuis 2010, le trafic total annuel a évolué de la manière suivante :

- **Jusqu'en 2015, diminution** de 31,1 millions de tonnes à 25,5 millions de tonnes, soit une baisse entre 4% et 16% chaque année.
- **De 2015 à 2018, ré-augmentation** pour atteindre 32,5 millions de tonnes en 2018, (correspondant à une augmentation de 22% par rapport à 2016).
- **De 2018 à 2020, nouvelle diminution** pour descendre à 29 millions de tonnes en 2020 (correspondant à une diminution de 14% par rapport à 2018).

A l'échelle globale, les importations sont majoritaires (70% en moyenne du trafic total sur 2010-2020). Le trafic total est donc impacté par les fluctuations de ces importations.

Les exportations sont relativement stables sur la période 2010-2018, avec une moyenne de 9 millions de tonnes par an, puis montrent une diminution depuis 2018 pour atteindre la valeur la plus basse depuis 2010 (7,5 millions de tonnes).

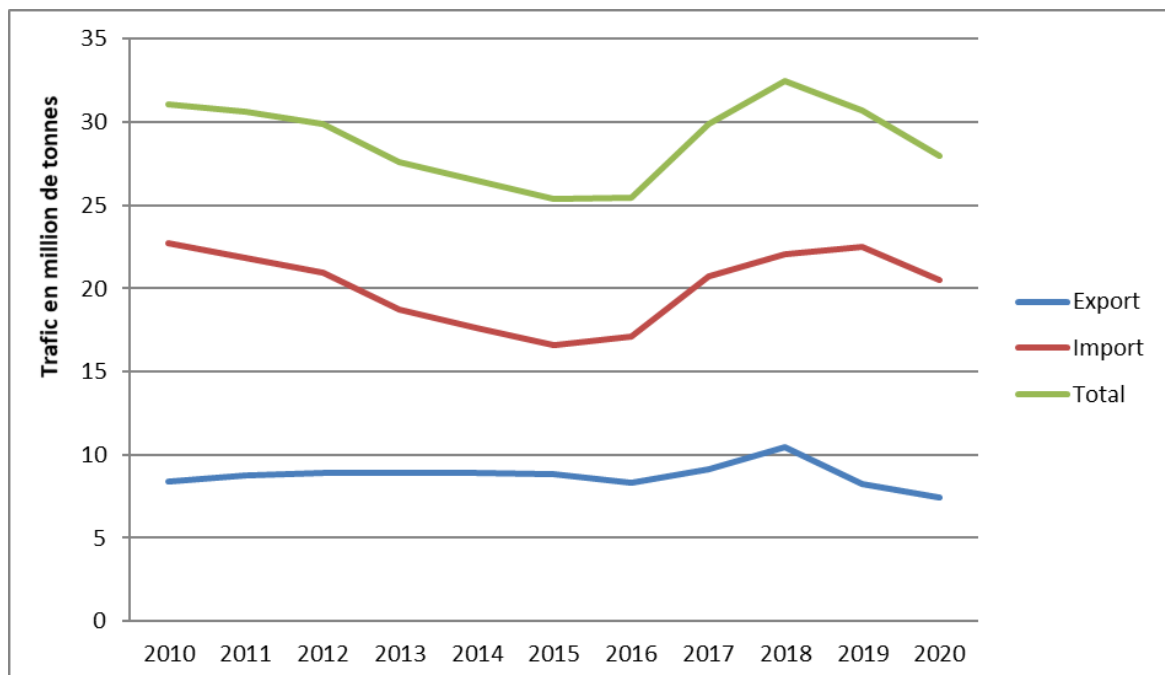


Figure 2.1. Evolution du trafic du GPMNSN sur la période 2010-2020 (données GPMNSN)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

A titre d'information, la répartition spatiale des trafics à l'échelle du GPMNSN est représentée sur la figure ci-dessous. Il s'agit des données de 2019.

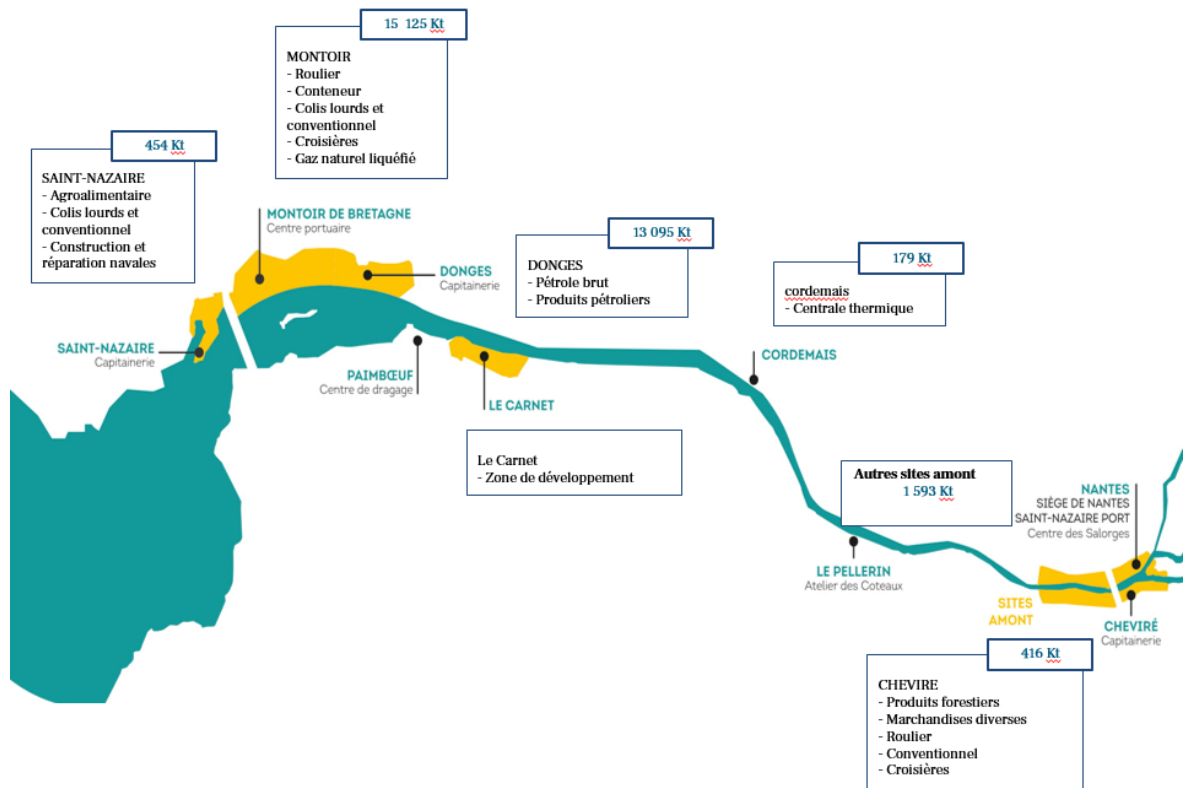


Figure 2.2. Cartographie des trafics pour l'année 2019 du GPMNSN (GPMNSN)

La grande majorité du trafic (plus de 90%) concerne les sites de Montoir et Donges.

Le détail des trafics en fonction des filières sur les années 2015 à 2020 est représenté sur les deux graphiques suivants.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

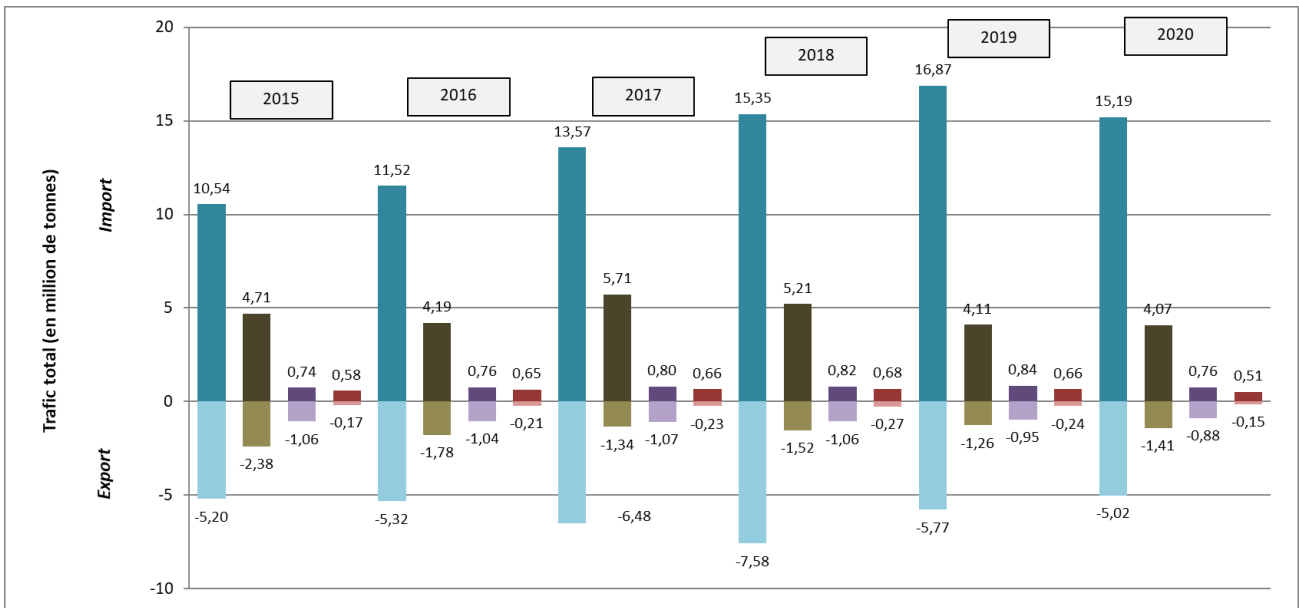


Figure 2.3. Représentation des trafics par filière sur la période 2015-2020 (données : GPMNSN)

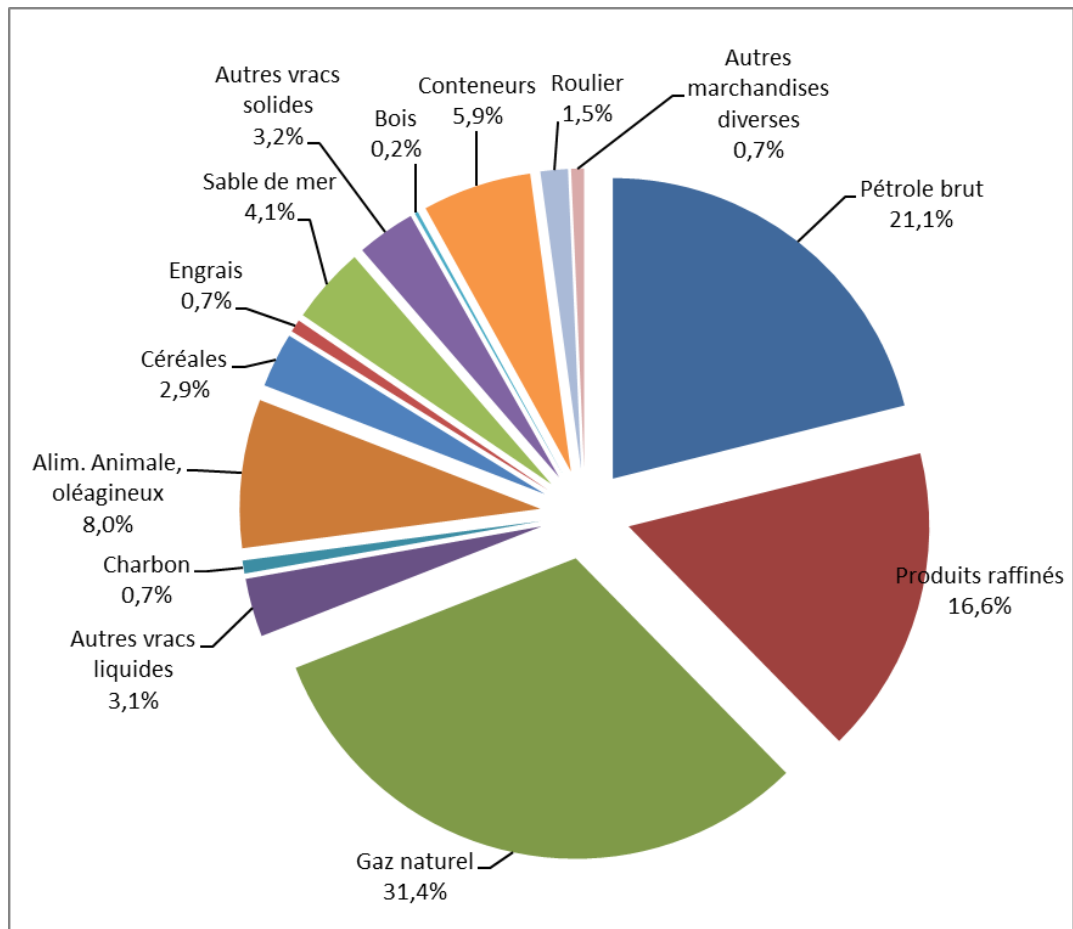


Figure 2.4. Principaux trafics du GPMNSN en 2020 (Total : 28 Mt)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Les trafics par ordre d'importance sont les suivants :

- les vracs liquides (pétrole brut et produits raffinés, gaz naturel, autres) avec un trafic export/import de 20 millions de tonnes, soit environ 72% du trafic total.
- les vracs solides (charbon, céréales, granulats marins, produits phytosanitaires,...) avec un trafic import/export de 5,5 millions de tonnes, soit environ 20% du trafic total.
- les conteneurs avec un trafic d'environ 1,8 millions de tonnes, soit un peu plus de 6% du trafic total.
- les marchandises diverses (rouliers, bois et autres), qui représentent environ 0,8 millions de tonnes, soit 2% du trafic total.

Sur la période 2015-2020, l'ensemble de ces trafics sont en augmentation, excepté l'exportation de vracs solides (dont la baisse est principalement due à la diminution du trafic des céréales).

L'évolution du nombre de navires, conteneurs EVP, véhicules, remorques et passagers entrés au GPMNSN sur la période 2010-2019/2020 est représentée sur le graphique ci-dessous :

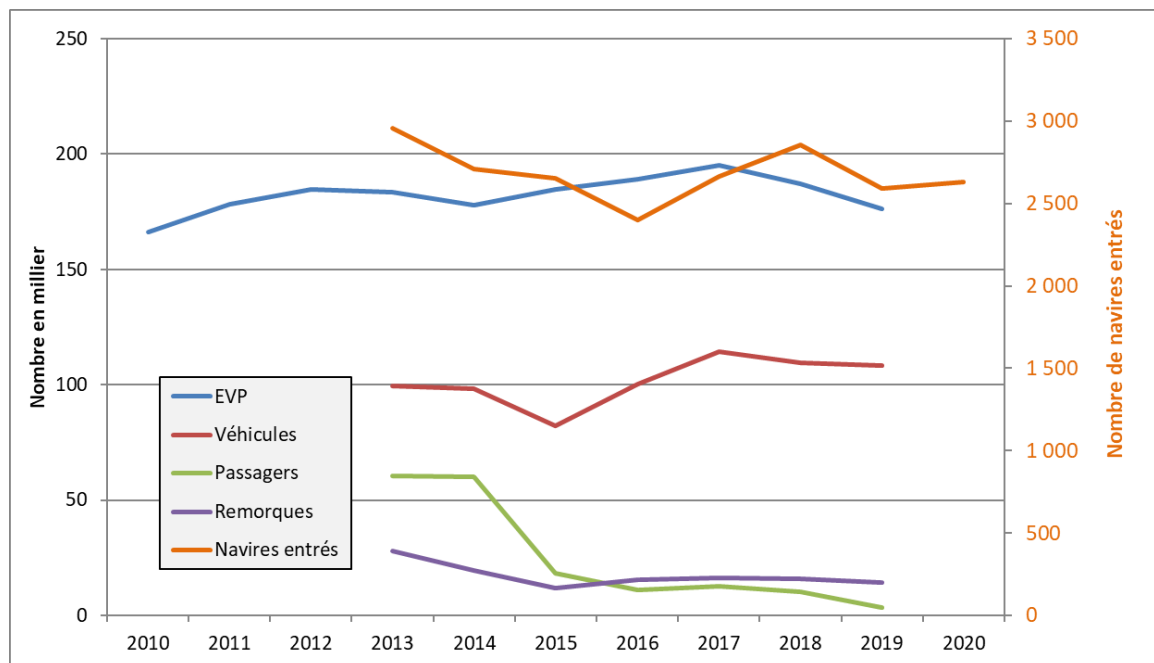


Figure 2.5. Evolution du nombre de navires, EVP, véhicules, remorques et passagers sur la période 2010-2019(données : GPMNSN)

En termes d'escale, le trafic du GPMNSN représente une moyenne de 2 700 navires entrés.

Le nombre d'EVP est relativement stable avec une valeur constante entre 170 000 et 200 000 unités par an.

Le trafic des véhicules neufs et remorques routières est variable selon les années oscillant autour des 100 000 véhicules et 17 000 remorques par an.

Le trafic de passagers est quant à lui en forte diminution, passant de 61 000 à moins de 3 500 passagers, en lien avec la fermeture aux passagers des trafics de l'autoroute maritime.

A titre d'information, la répartition du nombre d'escales en fonction du type de navire sur l'année 2020 est schématisée sur la figure ci-après.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE



Figure 2.6. Répartition des escales de navire en 2020 (GPMNSN)

Suivi - Evolution des trafics et des activités portuaires

En progression sur la période 2015-2018, le trafic global du GPMNSN est de nouveau en décroissance, avec un bilan export/import en 2020 de 28Mt. Ce trafic reste cependant à un niveau équivalent à 2012-2013 et au-dessus des années les plus basses (2015-2016). Cette diminution est la conséquence de la crise pétrolière (fermeture temporaire de la raffinerie de Donges depuis fin 2020), des crises sociales (mouvement contre la réforme des retraites) et sanitaire (pandémie du coronavirus).

L'énergétique (pétrole, gaz, charbon) représente 75 % du trafic total du GPMNSN.

90% du trafic se concentre sur les sites de Montoir et de Donges.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

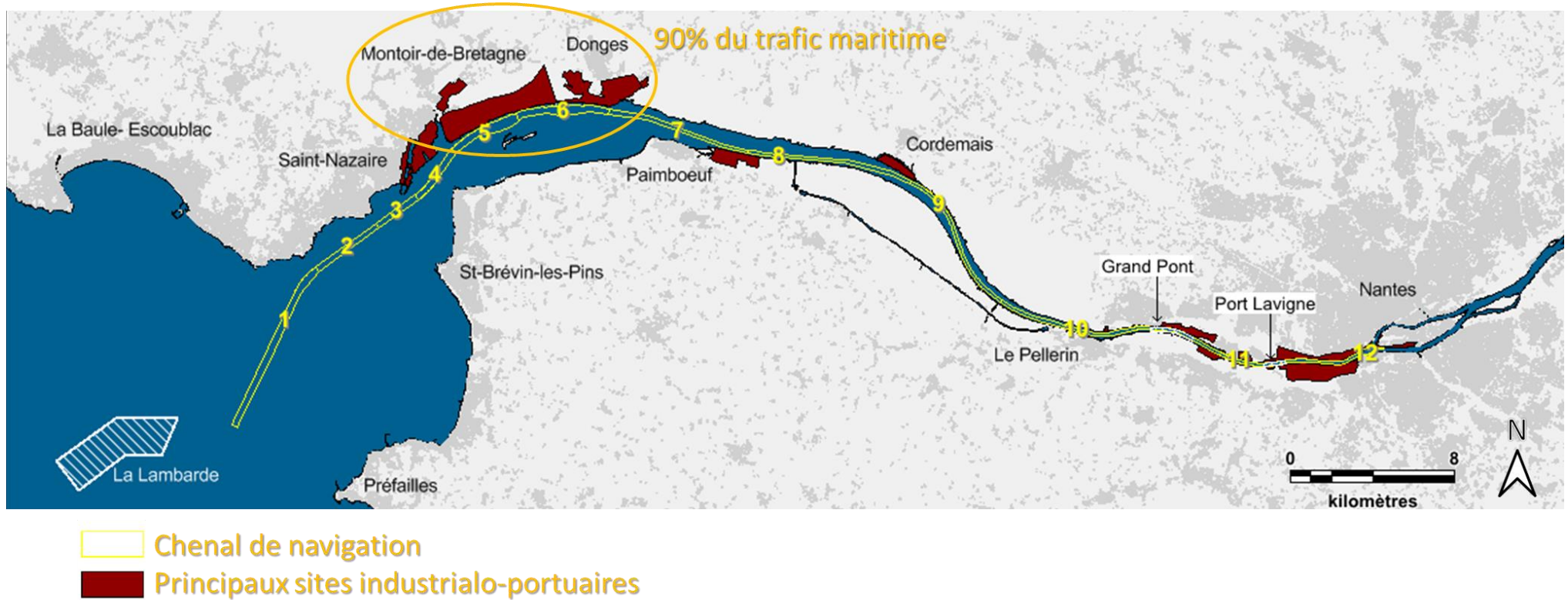


Figure 2.7. Carte de synthèse des enjeux du trafic et des activités portuaires

2.2. PREVISION DE L'EVOLUTION DES TRAFICS SUR LA PERIODE 2021-2026 ET OBJECTIFS DE COTES DES CHENAUX

(Source : services Accès Nautiques et Stratégie économique et tarifaire du GPMNSN)

Les objectifs d'entretien du chenal, des zones d'évitage et des souilles découlent de l'analyse des besoins des navires des clients. A une demande de profondeur correspond, dans la majorité des cas, une dépense de dragage. La connaissance de l'évolution des trafics (types de trafics, volumes traités, taille des navires) d'ici 2026 permet d'évaluer les besoins de profondeur pour les accès aux installations du GPMNSN à cet horizon.

A l'horizon de l'échéance du projet stratégique 2021-2026, le Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire évalue ses trafics à 32,5 Mt dans le scénario de référence et à près de 36Mt dans un scénario de conquête, portés par la croissance de ses trafics au travers de projets de développement.

L'activité de raffinage se maintient avec la réalisation du projet Horizon de modernisation de la raffinerie Total de Donges. Les différents constats sur le marché et la stratégie d'acteurs mènent à l'adoption d'une trajectoire de référence stabilisée à 14,5 Mt par an entre 2022 et 2026, à l'exception de l'année d'arrêt technique (2022).

Une hypothèse volontariste de croissance des trafics de GNL se traduit par un objectif de traiter 160 escales par an soit un tonnage d'environ 10,4 Mt à partir de 2022.

L'arrêt annoncé de la centrale de Cordemais se traduira par l'arrêt du trafic de charbon en 2023.

Les trafics agroalimentaires sont sur une trajectoire de croissance raisonnée pour les céréales et de stabilité pour les produits associés à l'alimentation animale.

Le trafic de conteneurs est un axe de développement important soutenu par des projets de développement logistique pour servir l'hinterland du Grand Ouest. Le scénario de référence correspond à une croissance tendancielle des flux conteneurisés sur les services existants à hauteur de 1,5 % / an, ce qui amènerait à un scénario à hauteur de 200 000 EVP à l'horizon 2026. Le scénario de conquête vise un trafic de l'ordre de 300 000 EVP à l'horizon du projet stratégique.

Le reste des trafics est, au regard des dernières années, prévu se maintenir au niveau actuel.

2.2.1. Evolution de la taille des navires : quelles réalités ?

La globalisation des échanges a été le principal moteur de la croissance de la taille des navires (années 2000), en sus de la recherche permanente d'économie d'échelle et d'optimisation. Néanmoins, **la croissance n'est pas uniforme pour tous les segments du transport maritime**. Ainsi, les pétroliers (pétrole brut) ont peu évolué en taille depuis 40 ans. Dans la catégorie des petits navires, la croissance touche aussi les caboteurs (très présents à Nantes Saint-Nazaire) : les petits caboteurs polyvalents (hormis les feeders) de 1 000 / 2 000 t sont moins demandés et sont remplacés par des 3 000 / 5 000 t.

La très grande majorité des navires est aujourd'hui spécialisée, que ce soit dans le transport de vrac ou le transport en lignes régulières. Les navires sont adaptés aux terminaux qu'ils fréquentent et aux techniques de manutention afférentes.

L'offre et la demande de transport maritime sont fréquemment déséquilibrées, car le décalage de 1 à 3 ans entre la commande et la livraison des navires ne permet pas d'ajuster précisément la flotte aux besoins. La mise à la ferraille des navires permet de réguler les flottes en cas de surcapacité ou d'obsolescence accélérée.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

La rentabilité du transport maritime est très variable, les prix et taux de fret étant en grande partie déconnectés des coûts d'exploitation des navires du fait de la forte concurrence régnant sur le marché du transport maritime.

Il est notamment difficile pour les propriétaires et/ou exploitants des navires de répercuter les coûts induits par l'application de la réglementation environnementale internationale (eaux de ballast, rejets aériens).

2.2.2. Eléments généraux de contexte du GPMNSN

Le trafic maritime du GPMNSN est composé pour 90% de son tonnage de vracs liquides ou solides. Ces trafics sont majoritairement des flux d'approvisionnement de matières premières pour des industriels implantés dans l'estuaire de la Loire ou à proximité ou d'expédition de leurs productions.

La visibilité dans le temps de ces trafics est plus importante que celles des lignes régulières, plus volatiles. Les navires de vrac sont affrétés (tramping¹) avec des navires en cargaison totale ou en demi-charge.

Le trafic se répartit à part égale entre le transport à courte distance (cabotage) et le long cours. Les quantités déchargées pour le vrac sont souvent en cargaison complète avec des variantes possibles dans le cas du charbon thermique avec le Havre ou du tourteau de soja avec Lorient.

Les navires n'escalent, dans la majorité des cas, que sur un seul site portuaire, l'exception étant celle des céréaliers de plus de 30 000 t² chargeant d'abord à Nantes puis à Montoir en complément.

Certains navires fréquentent régulièrement le Port :

- via des lignes régulières : rouliers, porte-conteneurs ; navires conventionnels,
- pour des activités en rotation régulière : les sabliers, les transporteurs de produits raffinés, les chimiquiers.

La nature sensible des produits pétroliers, gaziers et chimiquiers ainsi que l'application régaliennne du mémorandum de Paris³ concourent à un niveau élevé de qualité des navires escalant au Port de Nantes Saint-Nazaire. La raffinerie Total de Donges et le terminal gazier Elengy de Montoir appliquent leurs propres procédures de sélection des navires.

Il est à souligner la présence importante de navires polyvalents, souvent des caboteurs, pour le transport de produits sidérurgiques, du bois, des engrais en sac, etc.

¹ *Tramping* : Activité maritime désignant l'ensemble des transports de marchandises en vrac, solides ou liquides, pour lesquelles les navires ne font pas de rotation régulières mais vont de port en port, en fonction des ordres de chargement et des affrètements. C'est le contraire de l'utilisation d'un navire en ligne régulière.

² *tpl* : tonnes de port en lourd, chargement maximal pouvant être transporté par un navire

³ *Le Mémorandum de Paris*, signé en 1982 entre 14 nations maritimes et qui en regroupe aujourd'hui 27. Il vise à améliorer la sécurité maritime par un meilleur contrôle des navires dans les ports, via des procédures mieux harmonisées. Il prévoit des inspections vérifiant que les navires sont conformes aux diverses conventions internationales en vigueur dans le domaine maritime.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

2.3. BESOINS CLIENTS, EVOLUTIONS DES TRAFICS ET IMPACTS NAUTIQUES (TIRANTS D'EAU)

Sur la période 2019-2026, les trafics suivraient une évolution moyenne de 0,85 % par an, passant de 30,7 Mt en 2019 à 32,5 Mt en 2026. Ils seraient les suivants sur la période du futur projet stratégique, dans son scénario de référence :

Tableau 2.1. Perspectives du trafic maritime au porte de Nantes Saint-Nazaire en milliers de tonnes

Scénario de référence (en Mt)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Pétrole brut	7,8	7,8	9,0	9,0	9,0	9,0
Produits raffinés	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
GNL	8,5	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Charbon	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Céréales	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Alimentation animale	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Roulier	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Conteneurs	1,6	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9
Autres vracs solides	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Autres vracs liquides	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Autres marchandises diverses	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	31,0	31,3	32,4	32,5	32,5	32,5

La profondeur des chenaux de navigation est indispensable à l'accueil des navires pétroliers, méthaniers, porte-conteneurs sur l'aval et les navires céréaliers sur l'amont. Ceux-ci sont présents dans les trafics de produits ou matières énergétiques, qui représentent, en 2020, environ 75% du tonnage annuel.

Les éléments qui suivent décrivent, par type de trafic, les besoins clients actuels (nature du trafic, types de navires), les particularités associées des trafics (contraintes des dessertes, possibilité d'anticiper les dragages...) ainsi que leur évolution sur la période 2021-2026.

2.3.1. Pétrole brut et produits raffinés**Besoins clients**

Types de navires :

- pétroliers de type Aframax (80 000 à 120 000 t⁴) et Suezmax (typiquement 160 000 t⁴ et 50 m de large) à pleine charge pour l'importation de brut ;
- pétrolier VLCC⁵ occasionnels et limités à mi-charge après une première escale européenne (trafic spot) ;
- transporteurs de produits raffinés pour l'expédition de produits raffinés : des petites et moyennes cargaisons avec souvent plusieurs variétés de produits.

⁴ t⁴ : tonnes de port en lourd, chargement maximal pouvant être transporté par un navire

⁵ VLCC : Very Large Crude Carrier = très grand pétrolier transporteur de brut (250 000 – 300 000 t⁴)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

*Particularités :*

- fonctionnement des postes pétroliers en h24, 7j/7, 365j/an avec des postes quasi-saturés. Les créneaux de dragage sont contraints.
- la raffinerie de Donges a importé de 9,5 Mt de pétrole brut en 2017 avec un fonctionnement quasi-optimal puisque la capacité théorique de raffinage de la raffinerie de Donges est de 11 Mt/an ;
- ce pétrole brut vient pour 80 % du tonnage d'Angola, avec un transit-time⁶ d'environ 20 jours, ce qui offre une anticipation possible des dragages ;
- capacité de réception pour des grands navires livrant des produits raffinés en provenance d'unités de production moyen-orientales. Ces navires de 100 000 tpl peuvent être accueillis au poste 6 de Donges. En revanche, le poste de l'Arceau (SFDM) ne permet pas d'accueillir ces navires.

Evolution 2026

- Perspective, sur 2021-2026, d'un accroissement des volumes de pétrole brut et de stabilité des produits raffinés.

Impact nautique

Le tirant d'eau des plus gros navires accueillis aux postes pétroliers de Donges est de 15,00 m.

⁶ Transit time : Temps mis par le navire entre le port de chargement et le port de déchargement

2.3.2. Gaz Naturel Liquéfié

Besoins clients

Types de navires :

- Méthaniers de type Q-Flex : L 315 m x l 50 m x TE 12 m



Particularités :

- le terminal Elengy de Montoir s'est adapté pour recevoir les plus grands navires du monde, les Q-max (345 m x 55 m x 12 m) et le transbordement (contrat Yamal avec les méthaniers brise-glace). Une grande partie de la flotte mondiale (400 navires) a escalé au moins une fois à Montoir Elengy ;
- l'Autorisation d'Occupation Temporaire d'Elengy, renouvelée en 2016, précise les navires à prendre en compte et les mouvements à réaliser à la pleine mer.

Evolution 2026

- Très bonne perspective d'évolution du trafic grâce au contrat de gaz russe (Yamal LNG) qui prévoit 3 transbordements/mois jusqu'en 2035. S'y ajoutent les trafics d'importation en provenance du Nigéria ainsi que le retour du gaz en provenance du Qatar.

Impacts nautiques

- le tirant d'eau des plus gros navires méthaniers est de 12,00 m ;
- la zone d'évitage à l'aval du terminal méthanier doit être entretenue pour permettre aux navires de se positionner à poste cap aval ;
- les mouvements à basse-mer sont envisagés pour réguler le trafic sur les pleines mers.

2.3.3. Conteneurs

Besoins clients

Types de navires :

- des feeders⁷ de 800 à 1 000 EVP⁸ ;
- des navires de lignes de 2 800 (ligne Antilles) à 4 000 EVP (ligne EURAF, Europe-Afrique), avec un tirant d'eau de 12,50 m.

Particularités :

- escales courtes (8h à 16h max) avec départs possibles à la basse mer ;
- accueil possible de navires de 8 000 EVP, 14,5 m de tirant d'eau, à proximité de l'heure de pleine mer, soit un créneau de 10 à 12h pour réaliser l'escale.



Evolution 2026

- Il est envisagé une croissance modérée du trafic de conteneurs à l'échéance 2026, avec environ 200 000 EVP à cet horizon.
- Capacité de réception des navires de 8 000 EVP : longueur de 300 m et tirant d'eau maximal de 14,50 m.

Impacts nautiques

- tirant d'eau de 12,50 m à basse mer ;
- longueur des navires de 300 m maximum pour faire l'évitage devant le terminal à marchandises diverses et conteneurs, dans le prolongement de la zone d'évitage des méthaniers.

⁷ Feeder : nom donné à un navire qui effectue les pré et post-transports de conteneurs vers des ports où n'escale pas le navire mère d'une ligne régulière

⁸ EVP : Abréviation Française pour désigner Equivalent Vingt Pieds. Unité de mesure pour exprimer une capacité de transport en multiple du volume standard occupé par un conteneur 20 pieds

2.3.4. Charbonniers

Besoins clients

Types de navires :

- navires de type Capesize⁹ de 15 m de tirant d'eau maximum.



Particularités :

- double escale Le Havre/Montoir pour les navires de plus de 100 000 tpl ;
- transit time depuis le port de chargement (Colombie, Etats-Unis, etc.) de 15 à 20 jours environ qui permet l'anticipation du dragage ;
- convention avec l'opérateur de terminal, OTCM, permettant l'accueil de navires de 16 m de tirant d'eau, sous réserve de préparation d'une souille.

Evolution 2026

La centrale de Cordemais devrait fermer en 2023. Pour 2021 et 2022, le trafic de charbon est estimé à moins de 0,5 Mt par an. La possibilité d'une conversion de la centrale à un combustible issu de la biomasse est en cours d'étude et pourrait se traduire par un mix charbon/biomasse. Le scénario de référence table ensuite sur une hypothèse conservatrice de disparition des imports entre 2022 et 2026. Les imports pourraient avoisiner les 300 kt en 2022, puis se situer entre 50 kt (scénario avec Ecocombust) et 300 kt (scénario sans Ecocombust) selon le lancement ou non par EDF du projet Ecocombust. Les imports cesseraient à partir de 2026, avec ou sans le projet Ecocombust.

Impact nautique

- tirant d'eau de 15 m.

⁹ Les navires de taille Capesize sont les navires trop gros pour passer par le canal de Suez ou le canal de Panamá, donc dépassant les tailles Panamax et Suezmax. Ils doivent emprunter le cap de Bonne-Espérance pour contourner l'Afrique et le cap Horn pour contourner l'Amérique.
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Navire>

2.3.5. Aliments du bétail

Besoins clients

Types de navires :

- principalement de type Panamax (12,50 m de tirant d'eau) pour le tourteau de soja, sur le terminal multivrac de Montoir ;
- navires de dimensions inférieures (dont caboteurs), pour les expéditions de tourteaux de colza, etc.



Particularités :

- escales longues (3 à 4 jours) pour les Panamax, avec départ possible à la basse mer ;
- le transit time depuis le port de chargement des tourteaux de soja est de 20 jours environ, permettant une anticipation des dragages.

Evolution 2026

- dans un marché de l'élevage en évolution, le trafic d'aliments du bétail devrait être, sur la période 2021-2026, légèrement inférieur à celui de ces dernières années.

Impact nautique

- faible sur le chenal et important sur les souilles du fait de la durée des escales de plusieurs jours.

2.3.6. Céréales

Besoins clients

Types de navires :

- au terminal céréalier de Roche-Maurice (Nantes), 80% de mini-vraquiers et de petits Handysize (8,50 m de tirant d'eau) ;
- à Montoir, un tiers de Panamax (12,50 m de tirant d'eau).
- à Saint-Nazaire, des petits navires.



Particularités :

- doubles escales à Roche-Maurice et à Montoir pour les Panamax ;
- capacité de stockage des silos portuaires Invivo plus importante à Roche-Maurice (117 kt) qu'à Montoir (40 kt).

Evolution 2026

- Les prévisions 2021-2026 prennent en compte les enseignements des dernières campagnes cérésières avec des problèmes de quantité ou de qualité, ainsi qu'une forte concurrence internationale. Il est donc envisagé que le trafic s'affaisse légèrement sur la période 2021-2026.

Impacts nautiques

- tirant d'eau de 8,50 m et longueur maximum de 200 m pour Nantes ;
- faible pour Montoir.

2.3.7. Autres marchandises

Besoins clients

Types de navires :

- caboteurs et cargos généraux de 80 m à 120 m de long ;
- quelques navires de longueur proche de 200 m.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

**Evolution 2026**

- Les trafics rouliers (voitures et remorques) devraient connaître une croissance sensible à partir de 2023.
- Pour le trafic roulier aérien, il est envisagé une stabilité.

Impact nautique

- le trafic roulier avec des navires ayant une rampe $\frac{3}{4}$ arrière ne présente pas de demande de profondeur supplémentaire, les nouveaux postes du terminal conteneurs étant adaptés à son accueil.

2.3.8. Bilan des besoins clients en tirants d'eau

Le bilan des besoins clients pour chaque type de navires présenté précédemment est stable par rapport à celui présenté en 2019.

Il est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.2. Besoins en tirant d'eau

Type de navire	Tirant d'eau
CHENAL DE DONGES	
Pétroliers	15 m
GNL	12 m
Charbon	15 m
Conteneurs	12,50 m
Aliments du bétail	12,50 m
CHENAL DE NANTES	
Céréales	8,50 m

3. SUIVI DE L'EVOLUTION DES COTES DES CHENAUX

Les cotes de fond du chenal de navigation sont fortement impactées par les conditions hydrosédimentaires (notamment l'accumulation naturelle de sables et de vases). L'enjeu principal est le maintien des cotes objectifs adaptées aux tirants d'eau des navires afin d'assurer la sécurité de la navigation. De ce fait, le suivi permanent de l'évolution de la cote des chenaux est nécessaire pour répondre à cet enjeu et définir les besoins en dragage.

3.1. SUIVI DE LA BATHYMETRIE ET DE LA SEDIMENTATION DES CHENAUX ET DES INSTALLATIONS PORTUAIRES

L'estuaire de la Loire est la principale zone de rencontre entre les eaux douces et limoneuses du fleuve et l'eau salée marine également chargée en matières en suspension qui conduit à la formation du bouchon vaseux. C'est un lieu privilégié d'accumulation des sédiments apportés principalement par le fleuve et essentiellement vaseux à l'aval, plus sableux à l'amont.

Le suivi de cette sédimentation est réalisé par le service Accès Nautiques du GPMNSN. Des levés bathymétriques des chenaux sont effectués au moins mensuellement avec un écho-sondeur à double-fréquence : 33 et 210 kHz permettant d'identifier la cote des fonds navigables et la position et l'épaisseur de la crème de vase (non navigable). La figure ci-dessous présente un exemple de relevé.

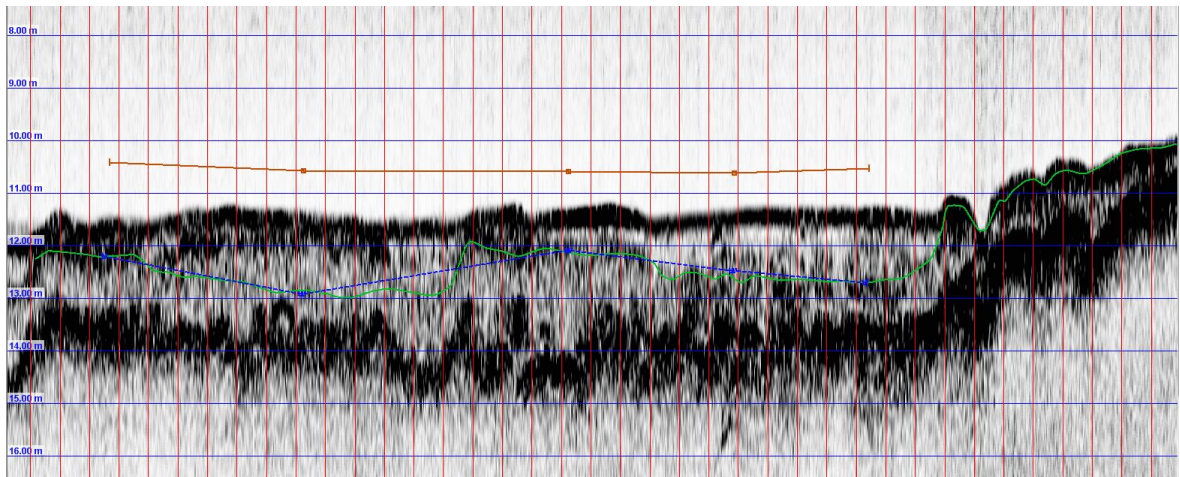


Figure 3.1. Exemple d'échogramme en section 6 (GPMNSN, 2021)

Cette crème de vase ayant des propriétés très différentes entre sa couche inférieure très dense et visqueuse et sa couche de surface, les levés bathymétriques sont complétés par des sondages densimétriques réalisés avec une sonde source X qui fournit une coupe verticale des concentrations de vase sur l'épaisseur des dépôts. Un exemple d'une telle mesure est fourni sur la figure suivante. Cette donnée sert ensuite à définir les cotes de navigation.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

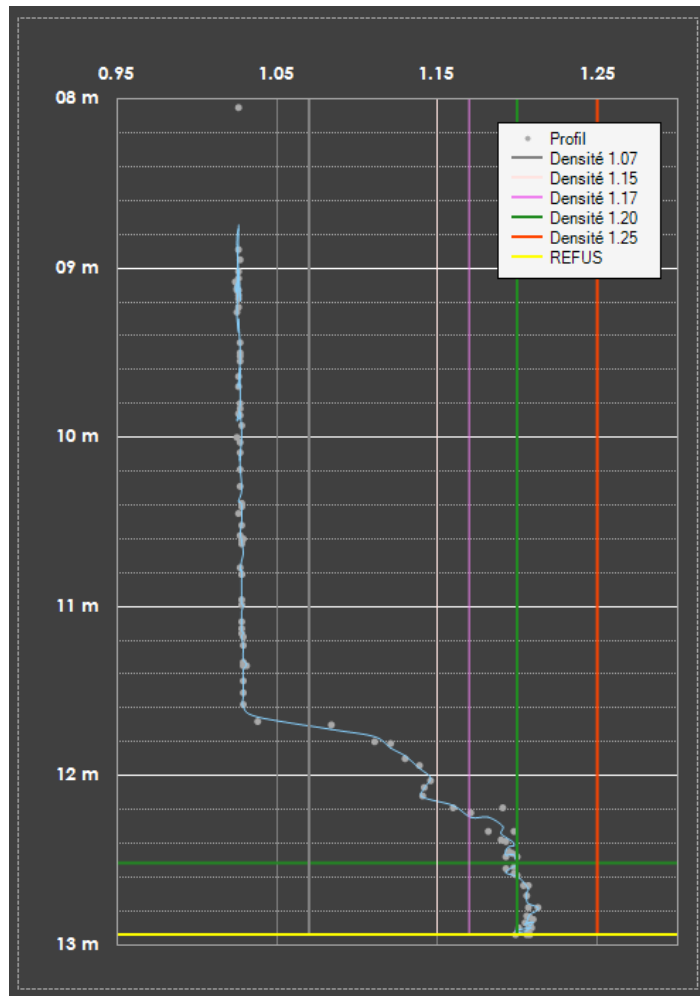


Figure 3.2. Exemple de mesure du profil vertical des densités en section 6 (GPMNSN, 2021)

Le GPMNSN s'est également doté d'un sondeur multifaisceaux permettant d'augmenter encore la sécurité de la navigation (hors bouchon vaseux) par une visualisation complète des fonds et la détection des obstacles ponctuels. Ce sondeur permet également une meilleure compréhension des phénomènes et une optimisation des techniques de dragage par la visualisation du travail des engins. Un exemple d'une mesure bathymétrique multifaisceaux est fourni sur la figure suivante.

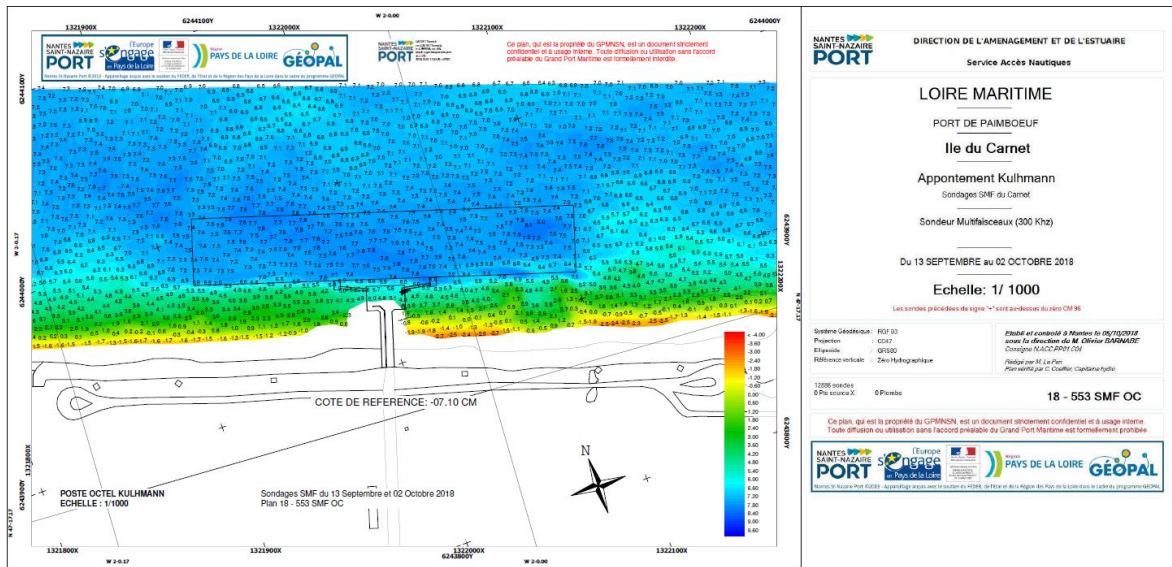
Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN**Etude Hydro-sédimentologique****R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE**

Figure 3.3. Exemple de plan bathymétrique réalisé au sondeur multifaisceaux au niveau de la zone du Carnet (GPMNSN, 2018)

3.2. EVOLUTION DE LA COTE DE NAVIGATION

3.2.1. Rappel du programme de sondage

Le programme de sondage est défini de façon hebdomadaire par le responsable orogramation bathymétrie/dragage. Il est prévisionnel, modifiable et prend en compte:

- les délais standards de réactualisation des plans de sondage :
 - 1 mois minimum pour le chenal de Donges et les secteurs sensibles du chenal de Nantes (Section 7, Belle-Ile, Baracons, Rides du Pellerin, zone d'évitage de Trentemoult,
 - 1 mois pour la plupart des postes à quai et des accès, 10 à 15 jours pour les poste profonds (TCH, Donges 7, Donges 6), 15 jours pour le TMDC 3,
 - 6 mois pour la zone de vidage de la Lambarde, 1 an ou moins selon l'utilisation de la zone de vidage de Grand-Pont,
 - 1 an pour certaines zones, entre autre le Bras de Pirmil, Bras de la Madeleine et ses appontements, Rades de Donges ...etc,
 - 2 à 5 ans pour les sondages généraux, sondages resserrés et de rive à rive (Délai quasi impossible à tenir).
- le débit de la Loire; les sondages sont par exemple resserrés à 7 jours à l'aval en période de sédimentation et à 15 jours à l'amont en période d'étiage ;
- les zones et postes à quai dragués ou au programme de dragage et celles susceptibles de se dégrader ;
- les contraintes de trafic (Occupation des postes, accès aux formes et bassins, Tirants d'eau attendus) ;
- les demandes particulières (IMOIE, K, clients externes... etc), par exemple les accès des formes B et C en cas de mouvement de paquebot, rive du carnet, concession sablière de Cairnstrath, appontements privés ;
- les conditions météorologiques ;
- les arrêts techniques des vedettes et le personnel disponible.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

3.2.2. Chenal externe, chenal de Donges et chenal de transition

Rappel : le chenal externe correspond aux sections 1 et 2, le chenal de Donges aux sections 3 à 6 et le chenal de transition à la section 7 (cf. Figure 1.1).

Cette partie du chenal de navigation est normalement soumise à une sédimentation hivernale, généralement de novembre à mai, liée à la crue de la Loire et affectant les sections 5 à 7 pour des débits compris entre 350 et 2500 m³/s et les sections 1 à 4 pour des débits supérieurs à 2500 m³/s. L'évolution de la cote de navigation depuis 2006 (en noir, en mètres cote marine) est fournie dans le graphique suivant, en corrélation avec la cote objectif (en rouge) et le débit de la Loire (en bleu, exprimé en m³/s).

L'objectif de tenue d'une cote objectif de -12,40 m CM (trait rouge) dans la totalité du chenal de Donges reste difficile à atteindre, surtout au printemps (au passage des crues).

Pour les années particulièrement sèches, comme 2011, les faibles débits entraînent une remontée du bouchon vaseux au-delà du chenal de Donges ; la cote objectif est alors généralement bien tenue.

A l'inverse, lors d'une année très humide, telle que l'hiver 2013-2014, 2017-2018 ou 2019-2020 avec une forte hydraulité hivernale et printanière, le bouchon vaseux est repoussé durant toute cette période en aval de Cordemais. Le chenal de Donges est donc le siège d'une sédimentation accrue ce qui conduit à dégrader le chenal de navigation.

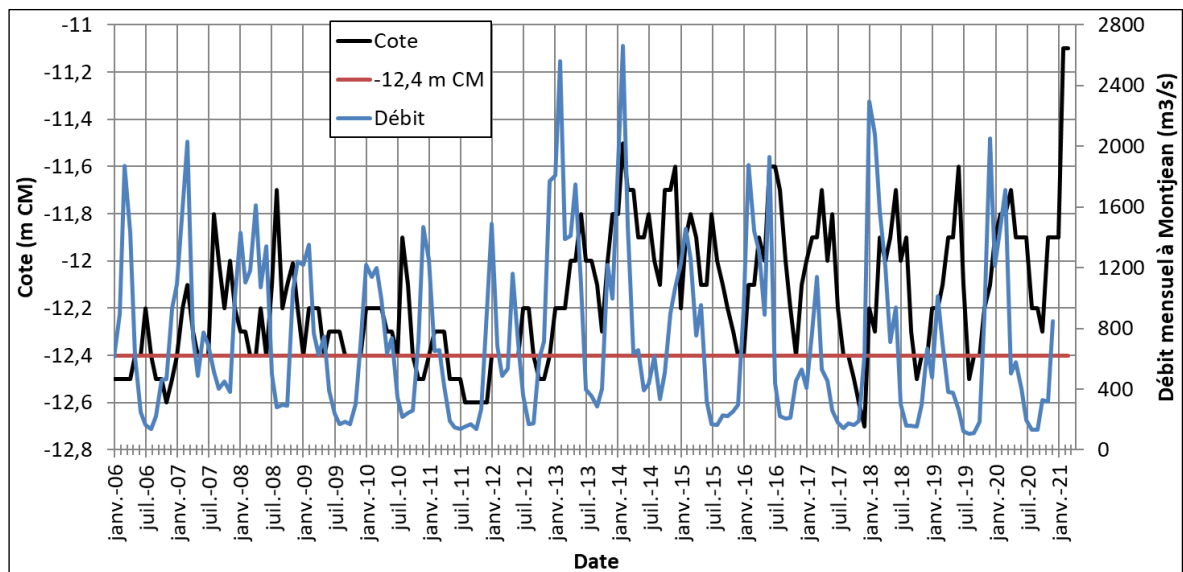


Figure 3.4. Evolution de la cote de navigation dans le chenal de Donges de janvier 2006 à mars 2021 et corrélation avec le débit fluvial (GPMNSN)

Ces interprétations sont à nuancer, car le GPMNSN s'efforce d'optimiser les dragages au juste nécessaire en analysant le tirant d'eau des navires annoncés par rapport aux hauteurs d'eau prévues aux différentes sections du chenal.

Cette démarche d'optimisation des dragages, permettant de limiter l'impact sur l'environnement, est rendue possible par un suivi bathymétrique rapproché des zones critiques

3.2.3. Chenal de Nantes

L'évolution de la cote de navigation du chenal de Nantes (sections 8 à 12, cf. Figure 1.1) depuis 2006 (en noir, en mètres) est fournie dans le graphique suivant, en corrélation avec la cote objectif (en rouge) et le débit de la Loire (en bleu, en m³/s).

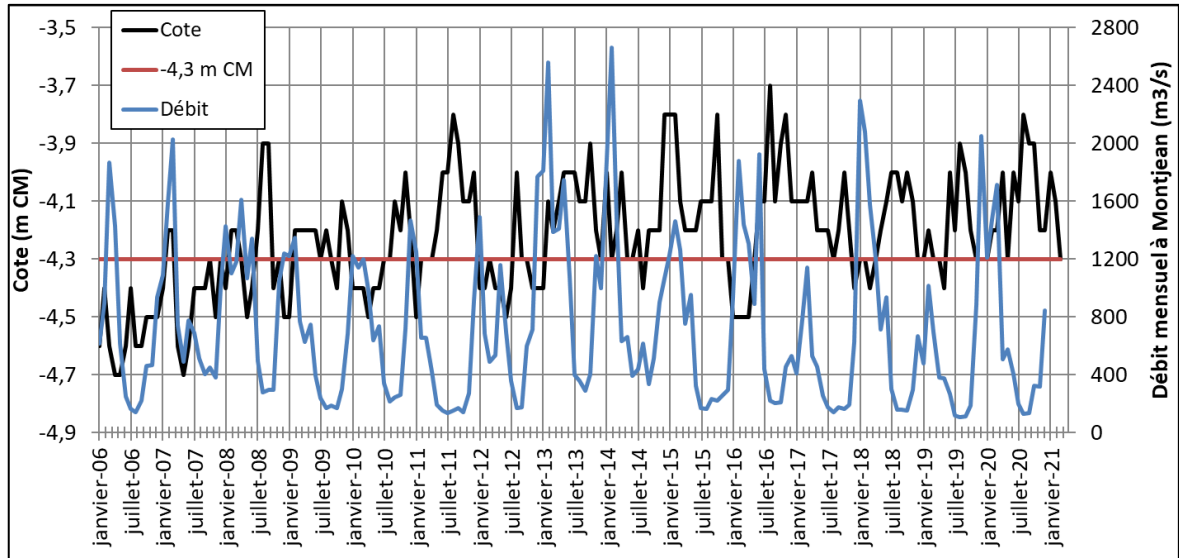


Figure 3.5. Evolution de la cote de navigation dans le chenal de Nantes de janvier 2006 à mars 2021 et corrélation avec le débit fluvial (GPMNSN)

On remarque que la cote objectif de -4,30 m CM est généralement maintenue.

On note également sur ce graphique une évolution saisonnière récurrente. En effet, les périodes d'étiage (débit inférieur à 500 m³/s entre juin et septembre) induisent la remontée du bouchon vaseux depuis l'aval jusqu'à Nantes et conduisent à une sédimentation dans le chenal de Nantes qui dégrade la profondeur du chenal de navigation.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

3.3. COTES OBJECTIFS DES CHENAUX SUR LA PERIODE

Sur la base des prévisions de trafics, les objectifs de cotes des chenaux sont déclinés ci-après.

3.3.1. Chenal de Donges

Le tableau ci-dessous représente les possibilités d'accueil des navires à pleine mer (PM) et basse mer (BM), pour quelques tirants d'eau typiques et différentes cotes du chenal de Donges variant de -12,00 m CM à -12,40 m CM, sachant que la cote nominale de ce chenal est de -12,85 m CM.

Tableau 3.1. Chenal de Donges : Possibilités d'accueil à PM et BM

<u>Mouvement à PM</u>				<u>Mouvement à BM</u>			
Tirant d'eau navire	15 m			Tirant d'eau navire	12 m		
Chenal	12,4	12,2	12	Chenal	12,4	12,2	12
Hauteur de PM mini	4,1	4,3	4,5	Hauteur de BM mini	0,8	1	1,2
% de couverture	100%	99%	94%	% de couverture	75%	63%	58%
Tirant d'eau navire				Tirant d'eau navire	11,2 m		
Chenal				Chenal	12,4	12,2	12
Hauteur de BM mini				Hauteur de BM mini	-0,08	0,12	0,32
% de couverture				% de couverture	100%	97%	92%

Il apparaît donc qu'un chenal entretenu à la profondeur -12,40 m CM permet d'accueillir :

- des navires jusqu'à 15,00 m de tirant d'eau sur 100% des pleines mers ;
- des navires jusqu'à 12,00 m de tirant d'eau sur 75% des basses mers (hors évitage) ;
- des navires jusqu'à 11,20 m de tirant d'eau sur 100 % des basses mers (hors évitage).

Compte tenu des tirants d'eau des navires à accueillir, avec des tirants d'eau maximums de 12,00 m à 15,00 m selon les trafics, **la cote objectif de -12,40 m CM répond aux besoins identifiés des clients. Elle est identique à l'objectif actuel d'entretien des profondeurs.**

3.3.2. Chenal de Nantes

Le schéma ci-dessous représente les possibilités d'accueil des navires à pleine mer (PM) pour quelques tirants d'eau typiques et différentes cotes du chenal de Nantes variant de -3,90 m CM à -4,30 m CM, sachant que la cote nominale de ce chenal est de -4,70 m CM.

Tableau 3.2. Chenal de Nantes : Possibilités d'accueil à PM et BM

<u>Mouvement à PM</u>			
Tirant d'eau navire	8,5 m		
Chenal	4,3	4,1	3,9
Hauteur de PM mini	5,05	5,25	5,45
% de couverture	97%	89%	81%
Tirant d'eau navire	8,0 m		
Chenal	4,3	4,1	3,9
Hauteur de PM mini	4,5	4,7	4,9
% de couverture	100%	100%	99%

En conséquence, un chenal entretenu à la profondeur de -4,30 m CM permet d'accueillir :

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

- des navires jusqu'à 8,50 m de tirant d'eau sur 97% des pleines mers,
- des navires jusqu'à 8,00 m de tirant d'eau sur 100% des pleines mers.

Cette cote objectif de - 4,30 m CM est identique à l'objectif actuel d'entretien des profondeurs du chenal de Nantes.

3.4. CONCLUSION

La démarche d'optimisation des dragages (nombre, localisation) du GPMNSN, permettant de limiter l'impact sur l'environnement, est rendue possible par un suivi bathymétrique rapproché des zones critiques.

Ce suivi bathymétrique permanent et des dragages d'entretien réguliers du chenal de navigation à une cote objectif sont indispensables pour garantir la sécurité des navires transitant dans la Loire.

Le trafic maritime et les dimensions des navires (dont le tirant d'eau) découlent directement des activités que le GPMNSN s'efforce de développer par le biais de son projet stratégique.

Le trafic sur la période 2021-2026 est prévu progresser pour atteindre 32,5 millions de tonnes en 2026.

Les cotes d'objectif du chenal de Donges (-12,40 m CM) et du chenal de Nantes (- 4,30 m CM) et des zones d'évitage répondent actuellement aux besoins identifiés à l'échéance 2026 et il n'est donc pas prévu de les modifier.

La profondeur du chenal de navigation est fortement impactée par la dynamique sédimentaire de l'estuaire fluctuant au gré des conditions hydrauliques (débit de la Loire). Ainsi, il est indispensable de réaliser des opérations de dragage pour maintenir les cotes de navigation nécessaires à la sécurité de la navigation.

Le tableau ci-dessous résume, par section du chenal, les différentes cotes présentées dans les paragraphes précédents:

	Chenal de Donges (m CM)	Chenal de Nantes (m CM)
Cote nominale (définie dans l'arrêté de 2013)	-12,85 à -13,70	- 4,70 à - 5,10
Cote objectif actuelle (définie par le GPMNSN)	-12,40	- 4,30
Cote de navigation sur la période 2006-2020 (mesuré par suivi mensuel)	-11,50 à -12,70	-3,70 à -4,70
Cote objectif prévisionnelle pour 2021-2026 (définie par le GPMNSN)	-12,40	-4,30

4. SUIVI DES PRATIQUES DE DRAGAGE

Cette partie rappelle les différents moyens de dragage mis en œuvre par le GPMNSN pour l'entretien du chenal de navigation et des postes portuaires. Les dragues, les techniques, les volumes mis en jeu ainsi que les sections d'intervention y sont décrits.

Tout en respectant le cadre réglementaire défini dans les arrêtés, les pratiques utilisées évoluent régulièrement pour répondre aux besoins du trafic maritime et des conditions hydrosédimentaires de la Loire. Ainsi, par exemple, l'utilisation du dragage par injection d'eau (DIE) a été introduite « récemment » (depuis 2011) à l'échelle de l'histoire des opérations de dragage. De ce fait, un paragraphe spécifique traite, en particulier, de l'évolution de la répartition DAS/DIE sur la période considérée (2012-2020).

4.1. RAPPEL DES MOYENS ET DRAGUES EMPLOYEES

Les pratiques de dragages d'entretien du chenal de navigation de la Loire, des souilles et des zones d'évitage de l'ensemble de l'estuaire et celles d'immersion d'une partie des sédiments dragués sur le site de la Lambarde sont autorisées et encadrées par l'arrêté interpréfectoral du 24 avril 2013 et par les arrêtés complémentaires du 25 janvier 2017 et du 31 décembre 2020.

L'arrêté de 2013 a validé :

- les différentes techniques de dragage déjà mises en œuvre ;
- l'extension de la zone de clapage existante de la Lambarde (cf. figure suivante).

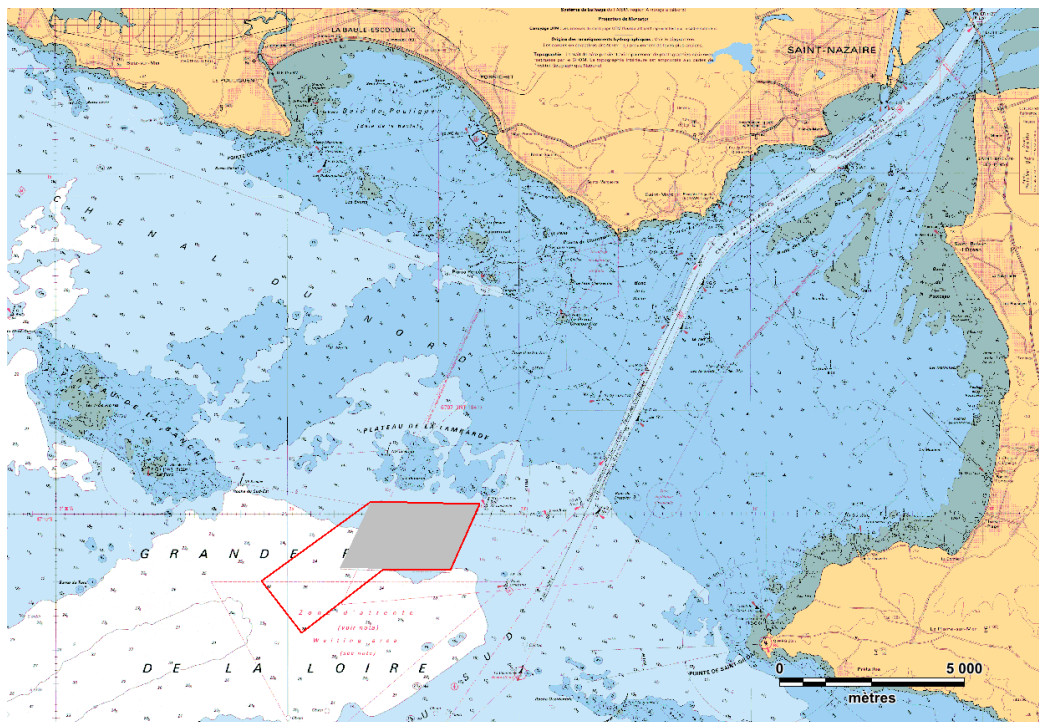


Figure 4.1. Localisation de la zone de clapage de la Lambarde (ancienne zone en figuré gris et nouvelle zone fixée par l'arrêté de 2013 en contour rouge)

L'arrêté du 25 janvier 2017 a autorisé l'immersion des sédiments dragués dans le secteur de Nantes, dans les fosses intermédiaires de Grand Pont et Port Lavigne (pratique mise en œuvre dans l'estuaire jusqu'en 2006 et abandonnée de 2006 à 2017).

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

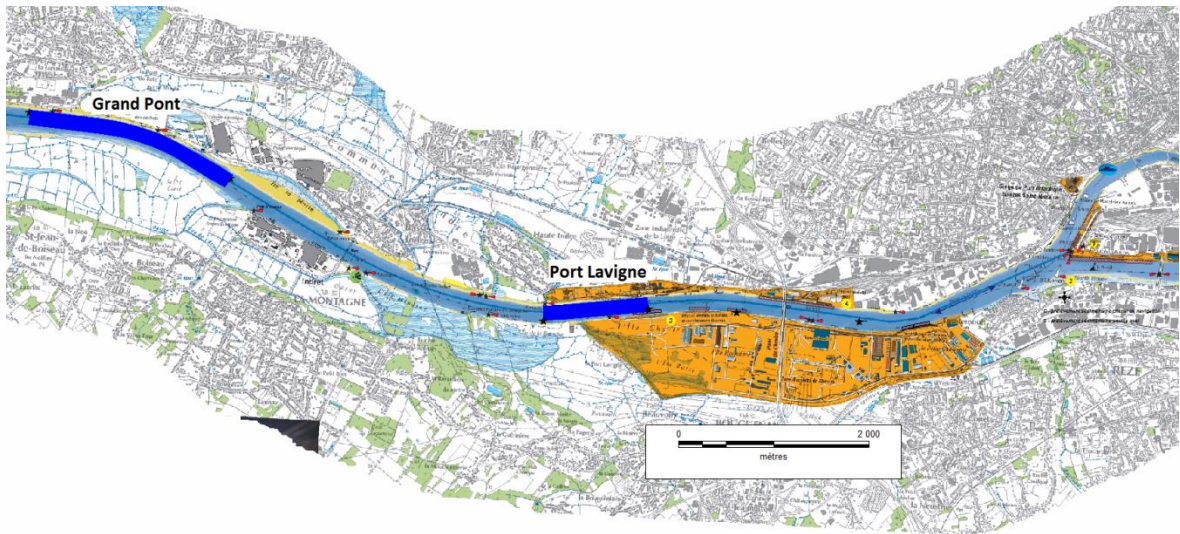


Figure 4.2. Localisation des sites de Grand Pont et de Port Lavigne

Les dragues utilisées sont réparties en deux groupes :

- Les dragues hydrauliques :
 - **La Drague Aspiratrice en Marche (DAM) « Samuel de Champlain »**. La Samuel de Champlain est une drague interportuaire. Elle intervient en moyenne à 40% de ses capacités pour le GPMNSN. Le temps restant est partagé entre des interventions pour les ports du Havre et de Rouen dans un objectif de mutualisation des charges de Dragage.

Pour le GPMNSN, elle assure l'entretien indispensable du chenal externe, du chenal de Donges et du chenal de transition (sections 1 à 7) durant les périodes de forte sédimentation, de novembre à mai.

La capacité de son puits, de 8500 m³, permet de limiter l'impact économique de l'éloignement de la zone de clapage de la Lambarde. En effet, le temps trajet entre la zone de dragage et la zone de clapage représente entre 60% et 75% du temps de cycle de dragage.



Figure 4-3. Cycle de dragage depuis la section 5 (1 h de dragage, 2h30 de trajet A/R)

Elle peut également intervenir dans les sections amont du chenal de navigation lors de conditions de marées bien spécifiques et à pleine-mer afin de tenir compte de son tirant d'eau de 8m à pleine charge.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Afin de réduire son impact sur l'environnement, la motorisation de la drague a été convertie, en 2019, pour permettre un fonctionnement au Gaz Naturel Liquéfié.



Figure 4.4. DAM « Samuel de Champlain »

Avantages :

- Forte capacité d'emport permettant de limiter l'impact économique de l'éloignement de la zone de clapage (temps de transit de 60% à 75% de la durée du cycle complet).
- Dragage de zones étendues lors des épisodes de sédimentation hivernale.
- Efficace sur des sédiments vaseux consolidés ou non ainsi que sur du sable.
- Utilisation dans le chenal de navigation compatible avec la navigation des navires commerciaux.
- Mutualisation de son utilisation avec les membres du GIE Dragage-Ports.

Inconvénients :

- Manœuvrabilité insuffisante pour travailler à proximité des quais.
 - Efficacité réduite sur les points hauts localisés (L'élinde a tendance à passer dans les zones plus profondes à proximité).
- **La Drague Aspiratrice Stationnaire (DAS) « André Gendre »**. Cette dernière intervient principalement dans le bassin de Saint-Nazaire, dans les souilles, sous réserve de disposer d'un créneau de 7 jours consécutifs, et dans les zones d'évitage. La profondeur de dragage minimale est de 2,50 m et la profondeur maximale est de 23 m. Elle transfère les sédiments par des conduites de refoulement, de 80 m à 400 m, vers le chenal de navigation. Le débit de refoulement de la DAS Gendre est de 350 m³/h. Il se fait à environ 1 m sous la surface. Les matériaux refoulés se déposant sur les fonds du chenal sont ensuite repris par la Samuel de Champlain lorsqu'elle est présente en Loire. Les dragages se font uniquement de jour et sont suspendus pendant les mois de juillet et août.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE



Figure 4.5. DAS « André Gendre » (© : GPMNSN - ANDRE BOCQUEL)

Avantages :

- Adaptée aux sédiments sableux et vaseux consolidés.
- Maintien de la géométrie des postes à quai.

Inconvénients :

- Nécessite un moyen de remorquage pour se déplacer sur les zones de dragage.
 - Durée de dragage de 7 jours minimum incompatible avec les disponibilités des postes à quai.
 - Nécessite une reprise des matériaux sableux ou fortement consolidé par une drague aspiratrice en marche.
 - Nécessite des déplacements de quelques dizaines de mètres pour maintenir la navigation des navires de commerce (cas des accès et bassin de Saint-Nazaire, Zone d'évitage de Trentemoult).
 - Les dragages par aspiratrice en marche sont compliqués lorsque la drague André Gendre est en dragage aux poste pétroliers 6 ou 7.
- **Drague Aspiratrice en Marche (DAM) de 1000 à 2000m³.** Le port de Nantes Saint-Nazaire est susceptible de faire appel à des dragues du GIE Dragages Ports de petite capacité afin de draguer la zone d'évitage de Trentemoult lorsque des apports de sable sont constatés. Les matériaux extraits sont ensuite acheminés jusqu'au site de clapage de Grand Pont.

Les opérations d'entretien de la partie sableuse de la zone d'évitage de Nantes ont repris en 2017, après ré-intégration dans l'autorisation de dragage de l'usage de la zone d'immersion de Grand Pont actée par l'arrêté interpréfectoral du 25 janvier 2017.



Figure 4.6. Dragues de petite capacité en puits : DAM "Jean Ango" et Cap d'Aunis (marinetraffic.com)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Avantages :

- Bonne manœuvrabilité.
- Efficace sur des sédiments vaseux consolidés ainsi que sur du sable.
- Utilisation dans le chenal de navigation compatible avec la navigation des navires commerciaux.
- Mutualisation de son utilisation avec les membres du GIE Dragage-Port.

Inconvénients :

- Productivité insuffisante pour travailler dans le chenal de Donges.

● Dragages hydrodynamiques :

- **La Drague à Injection d'Eau (DIE) Milouin.** Après plusieurs années d'expérimentation en Loire (entre 2006 et 2010) avec la drague Jetsed, le GPMNSN a équipé le remorqueur Milouin d'un système d'injection d'eau. Cette technique réduit la cohésion des sédiments vaseux récemment déposés. L'injection à basse pression (1 bar) d'un volume d'eau pompée en surface crée une nappe fluide plus dense que l'eau qui est évacuée par gravité et sous l'effet des courants.

Les volumes injectés, de l'ordre de 3m³/s, sont 100 fois moins élevés que le débit de la Loire en période d'étiage.

Elle intervient dans différents secteurs : chenal de navigation, zones d'évitage, souilles et accès aux bassins de Saint-Nazaire.

Son mode opératoire sur des points hauts très localisés permet de limiter les besoins de dragage avec la Samuel de Champlain (cf. bilan des volumes dragués sur la période 2012-2020 comparativement à la période précédente).



Figure 4.7. Milouin, équipé d'un système à injection d'eau en 2011 (@ GPMNSN)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Avantages :

- Dragage de zones localisées de faible étendue.
- Très bonne adaptation aux contraintes d'utilisation des postes à quai par les navires commerciaux (1 ou 2 jours de dragage en moyenne pour atteindre la cote objectif des postes à quai).
- Très bonne productivité.
- Mobilisation possible le jour même suivant les priorités et disponibilités des postes à quai.
- Prolonge le transfert naturel des matières en suspension par la Loire.

Inconvénients :

- Peu efficace sur les sédiments sableux hors nivellement du fond (postes à quai de Nantes et zone d'évitage de Trentemoult en fin de période de crue).
- Inefficace dans les bassins fermés en l'absence de courant

4.2. RAPPEL DES PRATIQUES PAR SECTION

Les principales zones d'intervention par type de drague sont illustrées sur la *Figure 1.1*. Le détail des pratiques par section est présenté dans les paragraphes suivants.

4.2.1. Sections 1 à 7 – Chenal externe, chenal de Donges et chenal de transition

Le chenal de navigation, entre les sections 1 et 6, est principalement dragué par la Samuel de Champlain, durant la période de sédimentation de novembre à mai. Sur cette période les zones à draguer sont très étendues. Le volume du puits, le plus importants des dragues du parc du GIE Dragages Ports, permet de limiter l'impact économique de l'éloignement de la zone de clapage de la Lambarde.

En effet, le temps de trajet entre la zone de dragage et la zone de clapage représente entre 60% et 75% du temps de cycle de dragage.

Le Milouin intervient avec efficacité sur des points hauts localisés dans le chenal. Il permet d'optimiser les dragages en se substituant à la Samuel de Champlain lorsque cette dernière intervient en Baie de Seine.

Les figures ci-après illustrent les situations dans lesquelles interviennent respectivement la DAM Champlain (secteurs étendus au-dessus de la cote objectif) et le DIE Milouin (zones d'intervention ciblées).

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

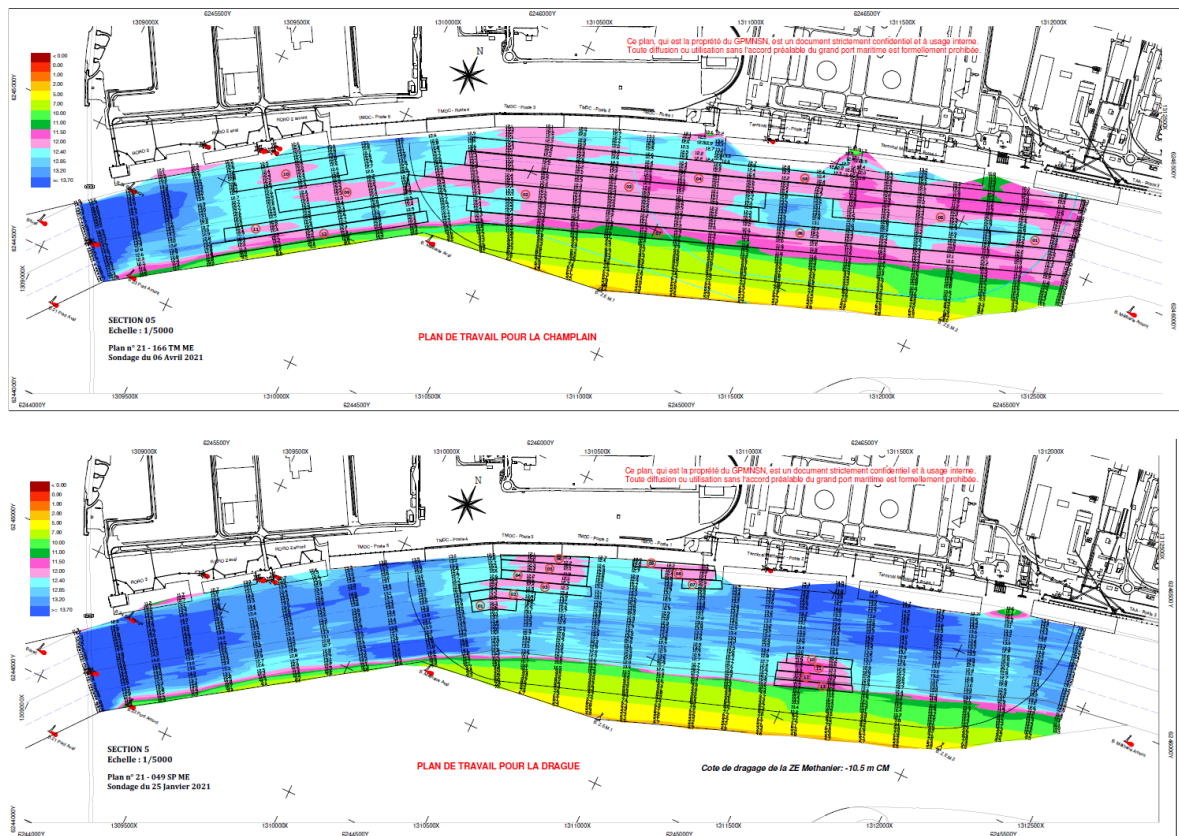


Figure 4.8. Illustration des situations dans lesquelles interviennent respectivement la DAM Champlain (secteurs étendus au-dessus de la cote objectif) et le DIE Milouin (zones d'intervention ciblées)

Occasionnellement, la drague André Gendre intervient dans la Zone d'évitage des méthaniers et des porte-conteneurs.

4.2.2. Souilles des ports de Montoir et Donges et accès aux bassins de Saint-Nazaire

Les interventions sont principalement réalisées par la drague à injection d'eau, le Milouin, dont l'efficacité a été démontrée ces dernières années. Le Milouin s'insère parfaitement dans les contraintes du trafic maritime qui laissent des créneaux de dragage relativement courts (2 à 3 jours).

Du fait de sa mise en œuvre relativement longue, la drague André Gendre intervient dans les postes pétroliers lorsque les disponibilités sont supérieures à 1 semaine. Le refoulement dans le chenal, à 80m de l'arrière de la drague, impose également la présence de la Samuel de Champlain pour éviter des accumulations de sédiments.

Ponctuellement la Samuel de Champlain peut intervenir dans ces secteurs, avec des conditions de marée spécifiques, lorsque les deux autres dragues ne sont pas disponibles.

4.2.3. Sections 8 à 12 - Chenal de Nantes

Depuis 2011, le dragage par injection d'eau est la technique privilégiée sur ces sections amont. Toutefois, d'importants apports sableux ont été observés depuis quelques années, notamment dans la section 12, pour lesquels le dragage par injection d'eau est peu efficace. Face à la persistance de ces apports, le GPMNSN a obtenu, par l'intermédiaire de l'arrêté complémentaire de 2017, la possibilité de recourir au dragage par DAM avec une immersion sur le site de Grand Pont.

4.2.4. Port de Nantes

Le port de Nantes couvre la zone d'évitage de Trentemoult et les souilles des postes des terminaux (Cheviré, Roche-Maurice, Usine Brûlée) du port de Nantes.

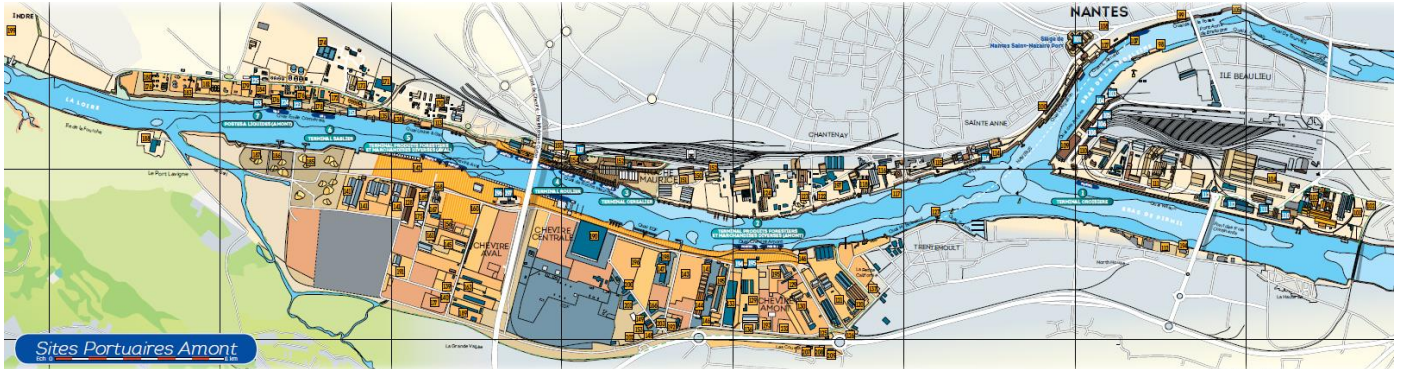


Figure 4.9. Plan de situation des infrastructures portuaires dans le secteur de Nantes (GPMNSN, 2015)

Trois stratégies sont mises en œuvre :

- draguer par injection d'eau. Cette technique est très avantageuse et efficace à l'amont lorsque la sédimentation est vaseuse. C'est la méthode privilégiée par le GPMNSN sur ces sites ;
- suite au constat d'une accumulation régulière de sables dans la zone d'évitage du fait des apports de la Loire, l'intervention d'une DAM avec immersion dans la fosse de Grand Pont est la technique la plus adaptée aux sédiments sableux ou sablo-vasards ;
- draguer par refoulement avec la DAS. Une conduite de refoulement de 400 de long est alors installée pour rejeter le sédiment à l'aval dans le chenal de Nantes où il pourra être emporté par le jusant ou repris par la DAM.

4.3. EVOLUTION DE LA REPARTITION DAS/ DIE

Du fait du mode opératoire de la DIE Milouin qui n'extrait pas les sédiments de la zone d'intervention, mais les remet en mouvement, l'expression "volumes dragués" n'est pas véritablement appropriée pour qualifier ses effets sur les fonds qui correspondent à une remobilisation des sédiments

Les volumes remobilisés par la DIE sont estimés à partir des sondages bathymétriques réalisés avant et après les interventions. Cette méthodologie présente un certain nombre d'imprécisions :

- cette technique est sujette aux variations naturelles de la bathymétrie qui peuvent fausser le calcul, notamment en présence du bouchon vaseux avec de fortes et rapides sédimentations,
- le dragage des souilles et des accores du chenal engendre des écoulements naturels par densité entre les zones profondes draguées et les zones moins profondes non draguées,
- les sédiments remis en mobilité sur le fond peuvent mettre du temps à se redéposer,
- les variations de densité in-situ peuvent aussi perturber la mesure du levé bathymétrique,
- enfin la réalisation des levés est sujette aux conditions météo et aux impératifs de planning qui peuvent différer les levés avant ou après. Le différentiel obtenu intègrera alors les variations naturelles de sédimentation en sus du résultat du dragage.

Il y a donc lieu de garder à l'esprit que les volumes affectés aux interventions de la DIE ne présentent pas la précision de ceux dragués par la DAM.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution, entre 2006 et 2020, des volumes dragués par la DAS et des volumes remobilisés par la DIE, en fonction des sections du chenal et des zones portuaires.

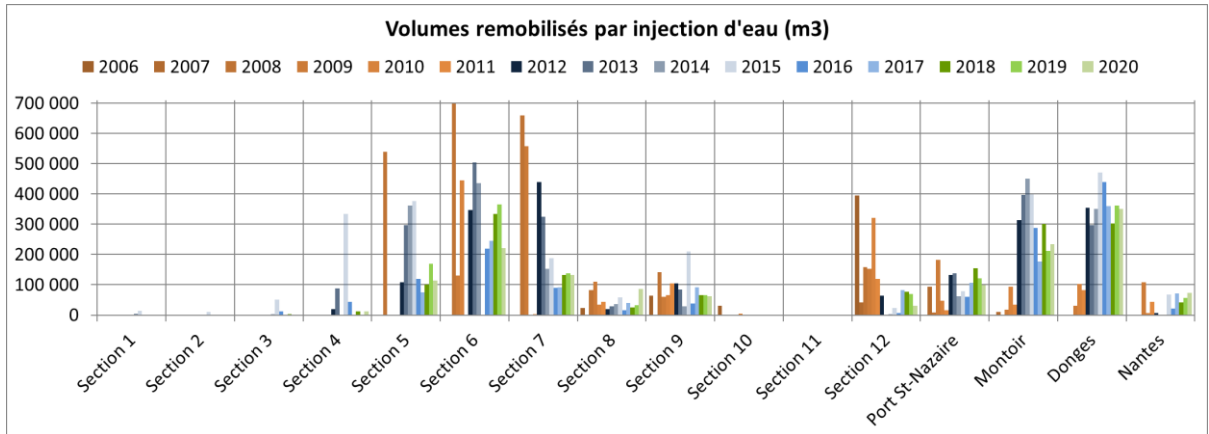


Figure 4.10. Evolution de la pratique du DIE entre 2006 et 2020 dans les sections du chenal et les sites portuaires (en m³ remobilisés)

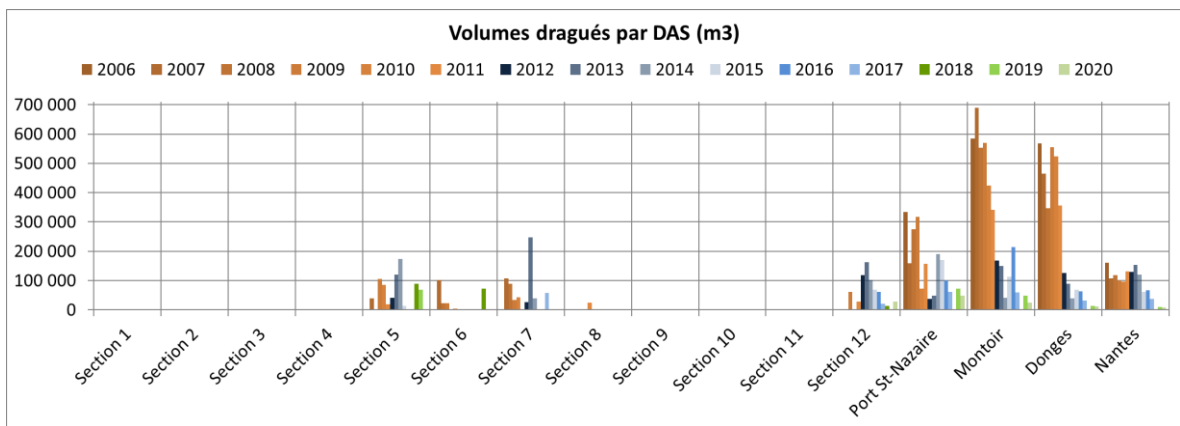


Figure 4.11. Evolution de l'usage de la DAS dans l'estuaire entre 2006 et 2020 (en m³ dragués)

La comparaison de la période de 2006-2012 à celle de 2013-2020 (post arrêté du 24/04/2013) conclut aux tendances suivantes :

- les sections 1 à 4 sont exclusivement draguées par DAM, avec ponctuellement des interventions de la DIE, sur la période récente ;
- les sections 5 à 7 restent très majoritairement draguées par DAM (75%). Depuis 2012, la DAS n'est intervenue que ponctuellement sur ces sections, alors que la DIE y est utilisée plus fréquemment. 2013 est une année particulière (arrêt technique sur une longue période de la DAM) avec 50% du volume dragué par DAM et 50% par DAS et DIE ;
- les sections 8 à 11 montrent peu d'évolution. Elles sont très peu draguées par DIE ou DAS ;
- la section 12 (zone d'évitage de Trentemoult) est majoritairement draguée par DIE entre 2006 et 2012 puis par DAS et plus récemment par DAM depuis 2017. Ce changement est dû au fait que la DIE est moins adaptée aux apports de plus en plus sableux dans cette zone ;
- au niveau des souilles et du port de Saint-Nazaire, on observe l'évolution la plus significative dans la méthode de dragage. Avant 2012, ces zones étaient draguées principalement par DAS ; depuis 2012, l'usage du DIE est prépondérant sur celui de la DAS avec une répartition deux-tiers / un tiers.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

En conclusion, depuis que la pratique du DIE est autorisée (arrêté inter préfectoral d'avril 2013), cette technique est de plus en plus utilisée et mise en œuvre tout au long de l'année. Elle permet d'optimiser les dragages et d'ajuster les interventions sur les points hauts en tenant compte des tirants d'eau prévisionnels des navires.

Ainsi, le transfert du dragage de la DAS vers la DIE (2/3 1/3, voir 4/5 1/5 sur 2018-2020) est notable ces dernières années au niveau des installations des sites portuaires de Montoir, Saint-Nazaire et Donges. La DIE est également plus fréquemment utilisée dans les sections 4 à 9, même si les volumes concernés restent bien plus faibles que ceux de la DAM.

En parallèle, sur les sites de Nantes et la section 12 (zone d'évitage de Trentemoult), la DAS a été de plus en plus utilisée par rapport à la DIE du fait de l'ensablement de l'estuaire dans le secteur amont. Depuis 2017, une DAM intervient également à Trentemoult.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

4.4. SYNTHÈSE DES PRATIQUES ACTUELLES

Le tableau ci-dessous récapitule les pratiques de dragage actuelles dans les différentes sections du chenal et au niveau des installations portuaires (Artelia, 2021).

A noter que toutes les opérations de dragage sont répertoriées dans la base de données des services nautiques du GPMNSN et qu'il n'est présenté ici qu'une synthèse.

Tableau 4.1. Pratiques de dragage, saisonnalité et secteurs d'intervention

Sections et installations	DAM et immersion Lambarde ou Grand Pont	DAS	DIE	Nombre de cycles /an pour la DAM (calculé sur la période 2012-2020) ou Fréquence de dragage	Volume moyen annuel dragué (calculé sur la période 2013-2020)	Volume moyen annuel dragué (calculé sur la période 2006-2012)
Sections 1 à 4	X (97%)	-	X (3%)	450 cycles /an en moyenne	1,20 Mm ³	1,40 Mm ³
Accès Saint-Nazaire	-	X	X	Entre 10 et 14 interventions /an	0,15 Mm ³	0,23 Mm ³
Bassins de Saint-Nazaire	X	X	-	Tous les 4-5 ans	29 000 m ³	22 000 m ³
Sections 5 & 6	X	X	X	950 cycles /an en moyenne	3,22 Mm ³	3,65 Mm ³
Terminal roulier – Postes 2 et 2bis (RORO)	-*		X	1 à 3 fois par an par terminal	0,46 Mm ³	0,91 Mm ³
Terminal à Marchandises Diverses et à Conteneurs	-*		X			
Zone d'évitage des méthaniers	X	X				
Terminal méthanier	*		X			
Terminal agro-alimentaire. Postes 1 à 4	-*		X			
Poste à liquides	-*		X			
Terminal charbonnier	-*	X	X			
Terminal pétrolier 5-7	-*	X	X	Plusieurs fois par an	0,37 Mm ³	0,69 Mm ³
Section 7	X	(X)	X	45 cycles /an en moyenne	0,27 Mm ³	0,72 Mm ³
Terminal pétrolier : postes 1 à 4	-*		X	3 à 4 fois par an	0,06 Mm ³	0,11 Mm ³
Sections 8 à 10	-		X	Intervention en période d'étiage essentiellement	0,12 Mm ³	0,14 Mm ³
Section 11	-	-	X	Pas d'intervention, sauf à titre exceptionnel	1 800 m ³	0 Mm ³

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Sections et installations	DAM et immersion Lambarde ou Grand Pont	DAS	DIE	Nombre de cycles /an pour la DAM (calculé sur la période 2012-2020) ou Fréquence de dragage	Volume moyen annuel dragué (calculé sur la période 2013-2020)	Volume moyen annuel dragué (calculé sur la période 2006-2012)
Poste à liquides amont UB1 & UB3	-		X	Plusieurs fois par an selon les nécessités commerciales	1 300 m ³	46 000 m ³
Section 12	X		X	Intervention en période d'étiage essentiellement	0,19 Mm ³	0,26 Mm ³
Quai à marchandises diverses – Quai Wilson	-		X	Entretien abandonné en 2017	2 200 m ³	37 000 m ³
Terminal céréalier (Roche Maurice), postes 1 et 2 + postes 3 à 6	-	X	X	Périodicité variable	64 200 m ³	45 000 m ³
Cheviré, postes 1 à 4	-	X	X	Plusieurs fois par an selon les nécessités commerciales	49 300 m ³	71 000 m ³
*sédiments dragués dans les souilles par la DAS à désagrégateur et repris par la DAM dans le chenal.						

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Synthèse

L'organisation générale du plan de dragage du GPMNSN est la suivante :

- la DAM « Samuel de Champlain », intervient pour le dragage du chenal de navigation des sections 1 à 6, principalement en période de sédimentation hivernale. Les matériaux dragués sont ensuite clapés sur le site d'immersion de la Lambarde ;
- la DIE « Milouin » intervient sur toutes les zones (chenal et souilles). Elle permet d'optimiser les opérations de dragage en ciblant les opérations sur les points hauts des chenaux de navigation ;
- la DAS « André Gendre », intervient dans le bassin de Saint-Nazaire, les zones d'évitage et les postes pétroliers lorsque les créneaux de dragage disponibles sont supérieurs à 7 jours ;
- une DAM de petite capacité est susceptible de draguer la zone d'évitage de Trentemoult et les postes de Roche-Maurice en présence de sédiments sablo-vasards.

Selon les besoins et suivant la disponibilité des différentes dragues, un engin peut être utilisé sur d'autres secteurs que celui pour lequel il est affecté la plupart du temps. Ainsi, la DIE intervient sur différents secteurs de l'estuaire.

En complément, le tableau ci-dessous présente une synthèse des besoins de dragage en fonction de leur priorité d'intervention selon les secteurs sur la période 2013-2020 :

Tableau 4.2. Besoins en dragages (2013-2020)

	Samuel de Champlain	Milouin	André Gendre	DAM mutualisée 1000-1500m ³	Fréquence d'intervention	Volume dragage moyen annuel (en m ³)
Sections 1 à 4	1	2	4	3	permanent	1 200 000
Bassin Saint Nazaire	2	4	1	2	tous les 4-5 ans	33 000
Accès Bassins Saint Nazaire	3	1	2	2	2 x par an	150 000
Sections 5 et 6	1	1	3	3	permanent	2 900 000
Postes à quai Montoir, Donges	3	1	3	2	permanent	830 000
Sections 7 à 12	2	1	4	1	1x par mois	260 000
ZE Trentemoult	2	2	2	1	2x par an	70 000
Postes à quai Nantes	3	2	1	1	2x par an	115 000
	1	Utilisation privilégiée				
	2	Utilisation secondaire ou				
	3	Utilisation avec				
	4	Utilisation inadaptée				

5. SUIVI DES VOLUMES DRAGUES

Dans ce chapitre, nous présentons les volumes dragués globaux, par zone, pour les deux périodes (2006-2011 et 2012-2020) et selon les moyens de dragage mobilisés.

Rappelons que les volumes affectés au Milouin (DIE) sont calculés sur la base des cubatures avant et après intervention du Milouin et affectés par des incertitudes.

Pour mémoire, l'arrêté d'autorisation de 2013 prévoit **un volume annuel moyen de dragage de 8,5 millions de m³**.

5.1. VOLUMES DE DRAGAGE GLOBAUX

Le graphique et le tableau suivants reprennent les volumes dragués globaux depuis 2006, en différenciant les différentes techniques de dragage et en considérant deux périodes : 2006-2011 et 2012-2020.

Tableau 5.1. Moyenne annuelle arrondie de volumes dragués, par type de drague, entre 2006 et 2020 (en millions de m³ à la densité 1,4)

Période	Drague Aspiratrice Stationnaire (DAS)	Drague Aspiratrice en Marche (DAM)	Drague à Injection d'Eau (DIE)	Total (DAS+DAM+DIE)
2006 – 2011	1,47	4,95	1,27	7,69
2012 - 2020	0,49	3,64	1,72	5,85
2006 - 2020	0,88	4,16	1,54	6,58

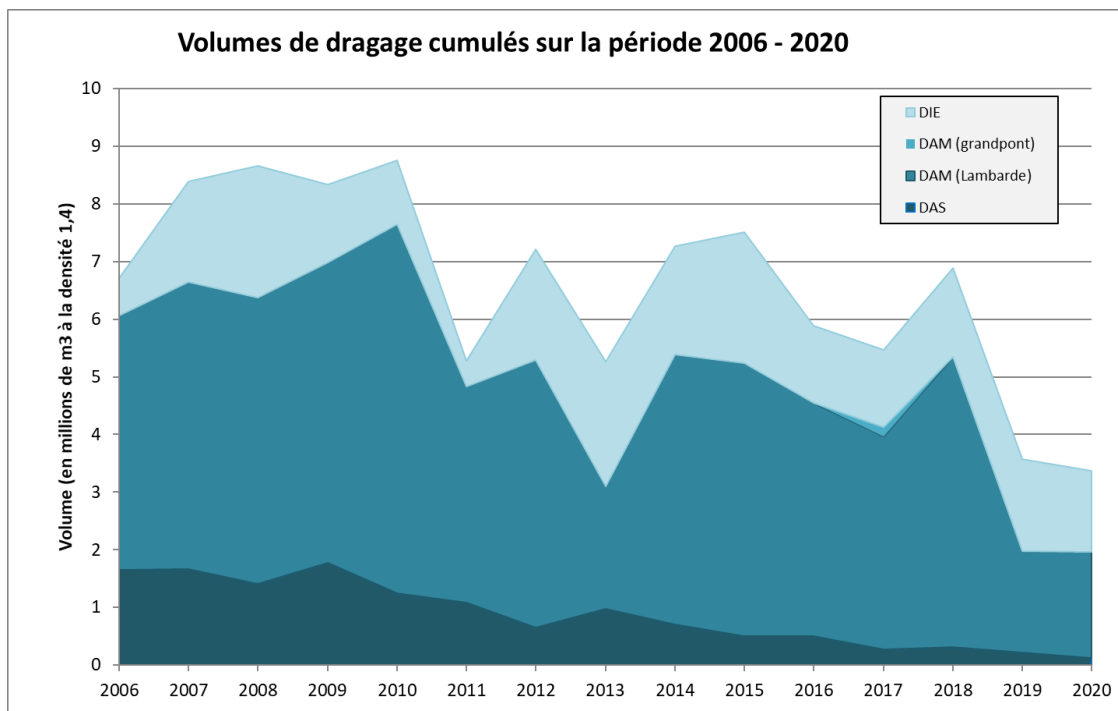


Figure 5.1. Quantités draguées entre 2006 et 2020 (en millions de m³ à la densité 1,4)

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Sur la période 2012-2020, le volume de dragage total s'échelonne entre 7,5 (2015) et 3,4 (2020) millions de m³/an.

Les volumes dragués ou déplacés annuellement sont d'environ 5,85 millions de m³ sur la période 2012-2020 et de 7,69 millions de m³ sur la période 2006-2011, soit une diminution de près de 24%. Cet écart n'a pas de cause explicative simple mais résulte de la conjonction d'un ensemble de facteurs, dont principalement les conditions hydrosédimentaires (hydraulicité de la Loire, transport sédimentaire) et l'optimisation des dragages en fonction des besoins en navigation.

L'utilisation de la DAM reste prépondérante (plus de 60% du volume total dragué), bien que le volume dragué par cette technique ait baissé sensiblement (d'environ 20%), sur la période 2012-2020 par rapport à la période 2006-2011. L'emploi de la DAS et du DIE a sensiblement évolué entre les deux périodes, la DIE étant de plus en plus utilisée par rapport à la DAS (20%-20% sur les années 2006-2011 puis 10% - 30% entre 2012 et 2020).

Sur l'année 2017, depuis l'arrêté du 25 janvier, des dragages ont été effectués par la DAM Jean Ango à l'amont. Les matériaux dragués ont été clapés dans la fosse interne à l'estuaire de Grand Pont, pour un volume d'environ 160 000 m³.

La diminution observée des volumes de dragage en 2019 et 2020 est la conséquence de plusieurs raisons : arrêt technique des dragues sur des périodes plus importantes (notamment pour la remotorisation au GNL de la Samuel de Champelain, dynamique hydrosédimentaire plus « faible », optimisation des dragages, ...). A noter que la diminution des dragages a entraîné une dégradation de la tenue de la cote objectif (cf. paragraphe 3.2).

5.2. VOLUMES DE DRAGAGE PAR SECTION

Le tableau et le graphique suivants détaillent les volumes dragués par section et par technique de dragage.

Tableau 5.2. Volumes dragués moyens annuels en millions de m³ par section et par technique

Période	Chenal externe – sections 1 et 2			Chenal de Donges – sections 3 à 6			Chenal de transition – section 7			Chenal de Nantes – section 8 à 12			Installations		
	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE
2006-2011	0,00	1,01	0,00	0,07	3,63	0,51	0,05	0,28	0,26	0,02	0,00	0,33	1,34	0,04	0,17
2012-2020	0,00	0,74	0,00	0,04	2,78	0,55	0,04	0,03	0,19	0,07	0,02	0,14	0,34	0,06	0,84
2006-2020	0,00	0,85	0,00	0,05	3,12	0,54	0,04	0,13	0,22	0,05	0,01	0,22	0,74	0,05	0,57
Tous engins 2006-2020	0,85			3,71			0,38			0,28			1,36		

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

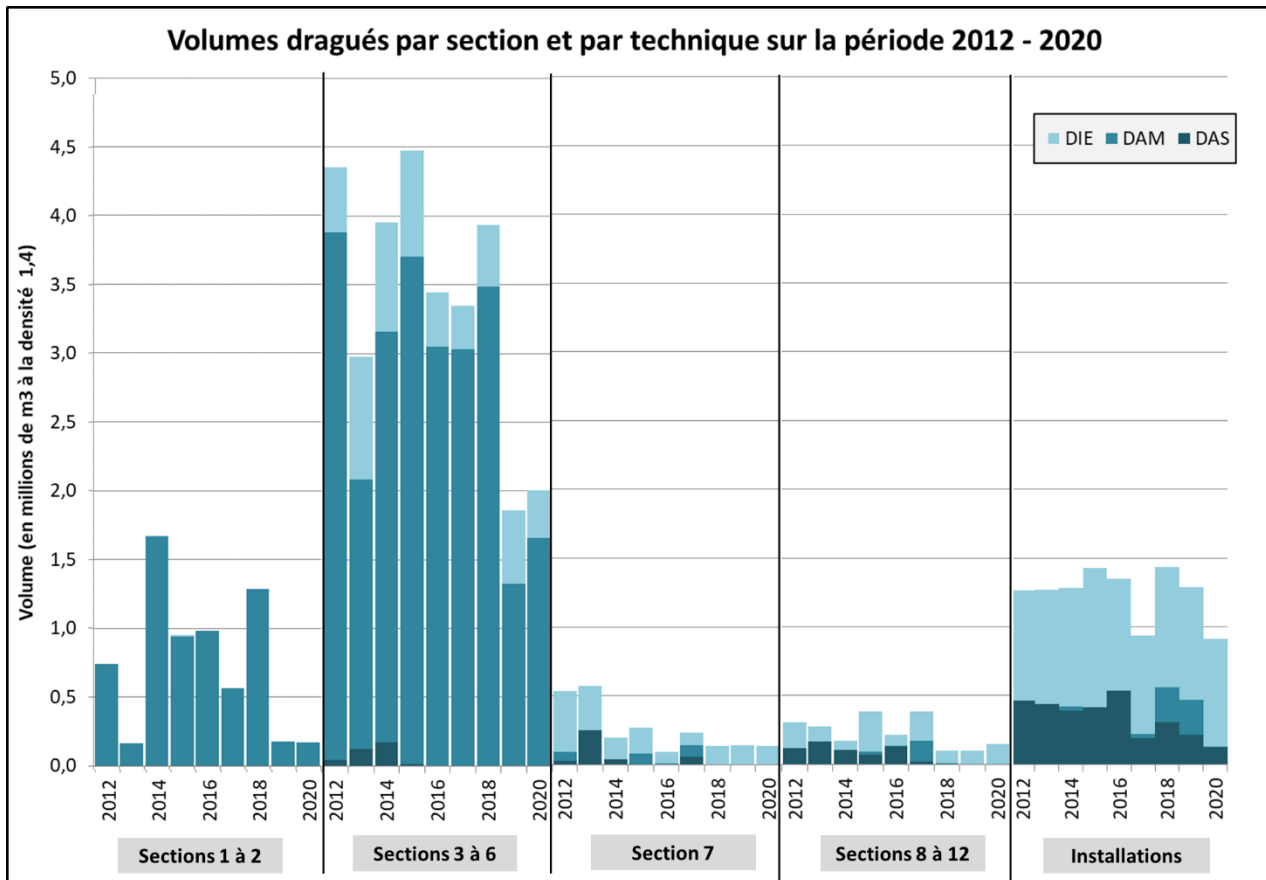


Figure 5.2. Volumes dragués par section et par technique entre 2012 et 2020

La répartition des volumes dragués sur la période 2012-2020 est la suivante :

- sections 1 & 2 (chenal externe) : 13% du volume total de dragage à l'échelle de l'estuaire ; dragage par DAM presque exclusivement (99%), la DIE est utilisée ponctuellement depuis 2012 ;
- sections 3 à 6 (chenal de Donges) : 56% du volume total de dragage ; dragage par DAM principalement (82%) et intervention significative de la DIE (16%) ;
- section 7 (chenal de transition) : 6% du volume total de dragage ; dragage par la DIE principalement (74%), appuyée par la DAM et la DAS dans des parts proches (respectivement 10% et 16%) ;
- sections 8 à 12 (chenal de Nantes) : 4% du volume total de dragage ; dragage majoritairement par DIE (61%), puis par DAM et DAS (respectivement 10% et 29%) sur la période 2012-2016. En 2017, l'autorisation du clapage dans les fosses intermédiaires a permis l'utilisation de la DAM Jean Ango au niveau de la section 12 (ZE de Trentemoult) et des installations du port de Nantes (39%), la DAS (5%) devenant rare ; l'utilisation de la DIE reste à un niveau similaire (60%) à la période précédente ;
- Installations portuaires : 21% du volume total de dragage, essentiellement à Montoir et Donges ; dragage réparti entre DIE (67%) et DAS (28%), avec des interventions exceptionnelles par la DAM.

5.3. VOLUMES DE DRAGAGE SELON LA PERIODE DE L'ANNEE

Les volumes de dragage mensuels minimums, maximums et moyens, sur la période 2012-2020 suivant les mois de l'année sont présentés dans le graphique ci-dessous :

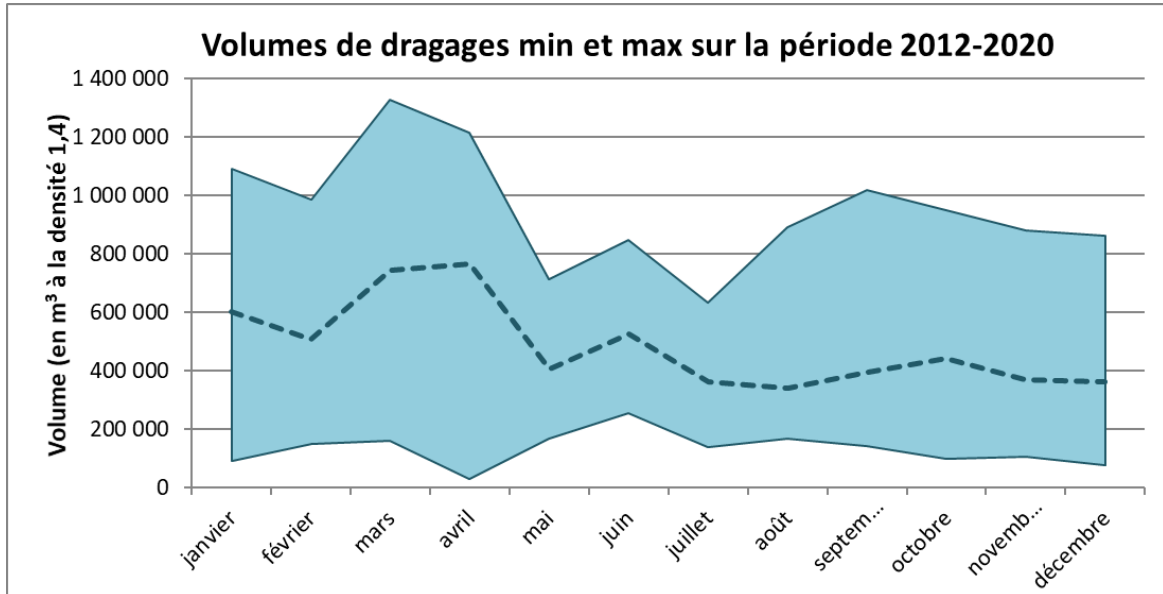


Figure 5.3. Volumes en m³ de dragages min, max et moyens (pointillé bleu) en fonction des mois de l'année

D'après ce graphique, les opérations de dragage montrent une variabilité saisonnière : les campagnes de dragage sont réalisées principalement en automne et hiver à l'échelle d'une année.

L'intervention des dragues est donc dictée par l'intensité de la sédimentation naturelle qui est liée pour sa plus grande part à la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire qui régit le déplacement du système bouchon vaseux/ crème de vase.

La période juillet-octobre présente les caractéristiques hydrologiques moyennes les plus favorables à une réduction de l'activité dragage. Ce constat a conduit à programmer l'arrêt technique de la grosse DAM et deux déplacements hors de l'estuaire dans ce créneau, soit huit semaines sans dragage, de juillet à octobre (45% du temps environ).

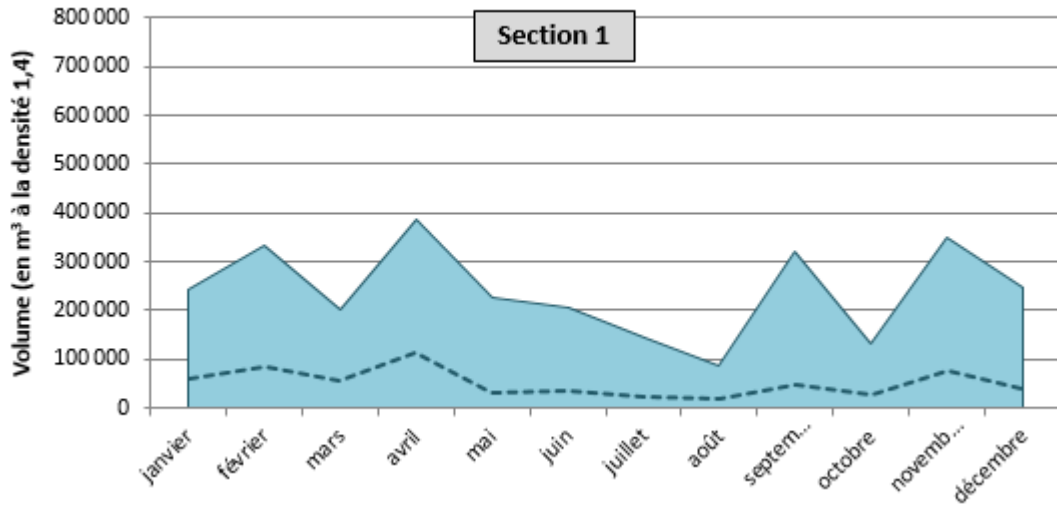
Les volumes dragués minimums (toujours égaux à 0 sauf en section 1), maximums et moyens (traits tiretés sur les figures suivantes), sur la période 2006-2020 et 2012-2020 ont été détaillés pour les sections 1, 2, 4, 5, 6, 7 et 12 (sections où les volumes de dragage sont les plus conséquents), suivant les mois de l'année. Ils sont présentés dans les figures suivantes.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

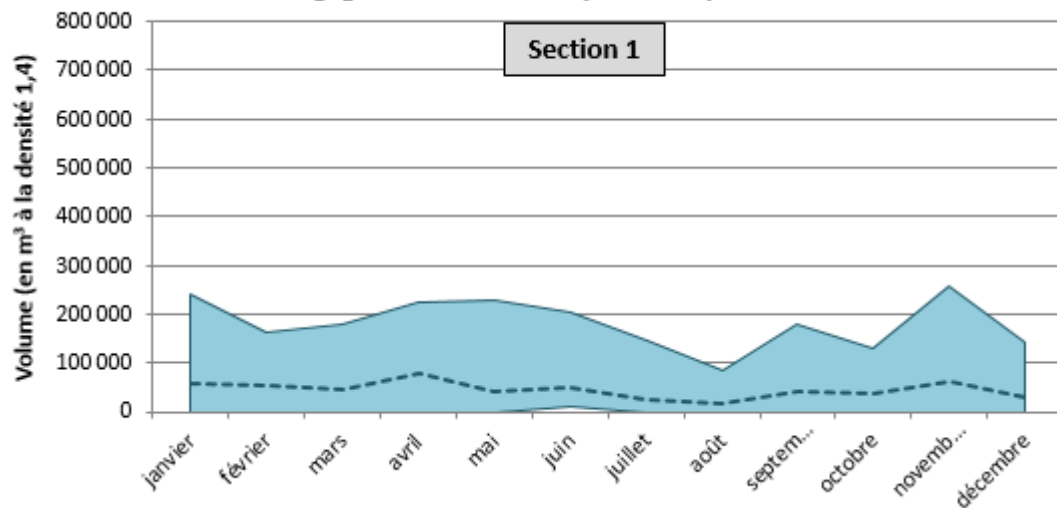
Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Volumes de dragages min, max et moyen sur la période 2006-2020



Volumes de dragages min, max et moyen sur la période 2012-2020

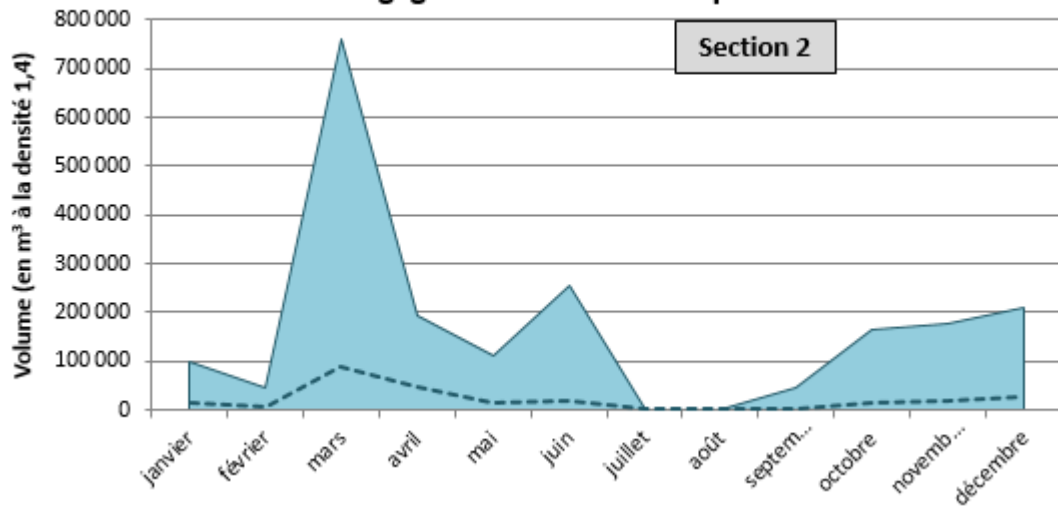


Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

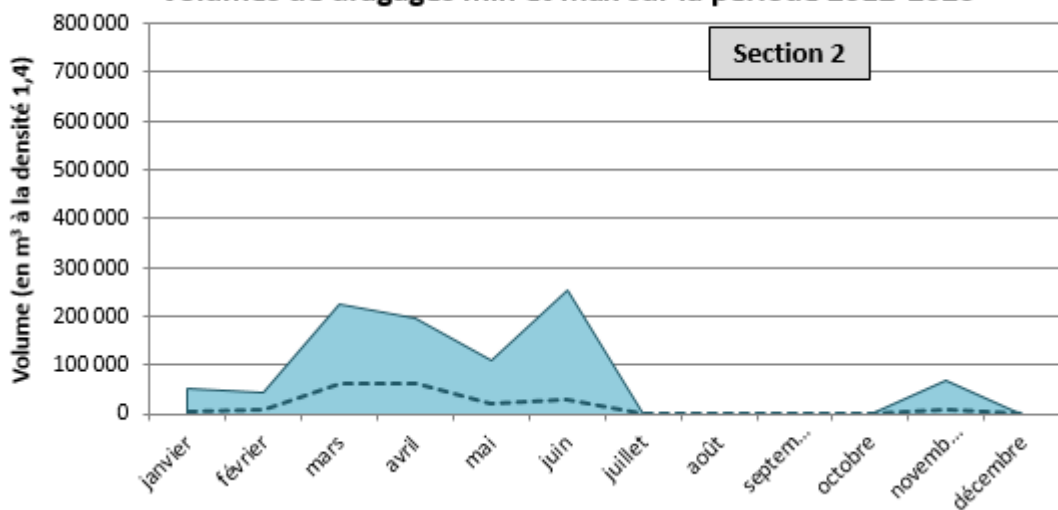
Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Volumes de dragages min et max sur la période 2006-2020



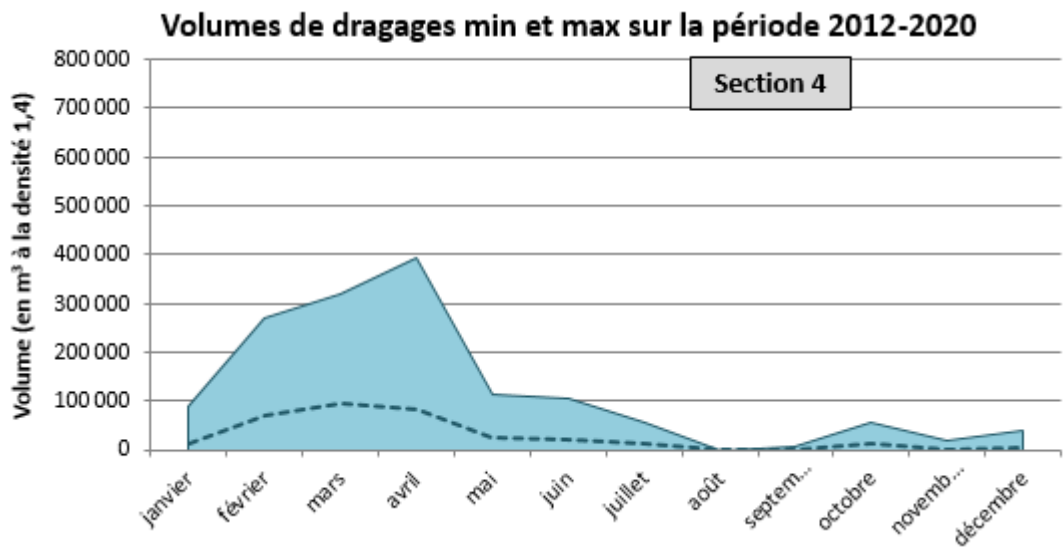
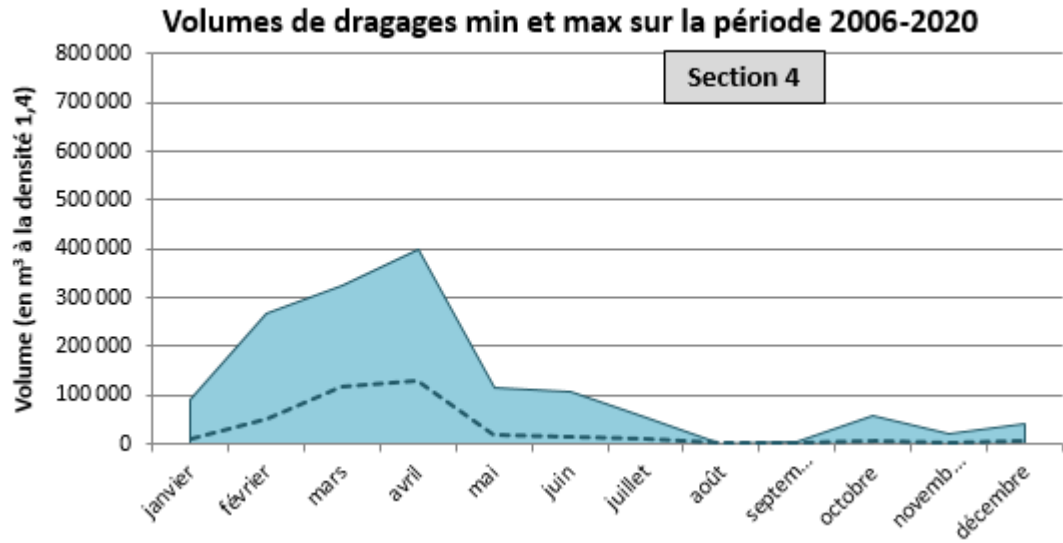
Volumes de dragages min et max sur la période 2012-2020



Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

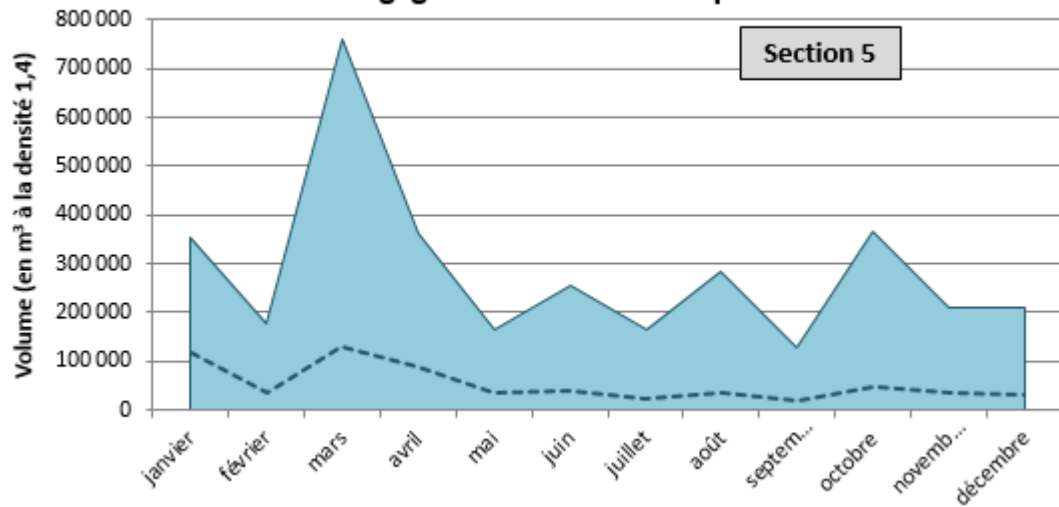


Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

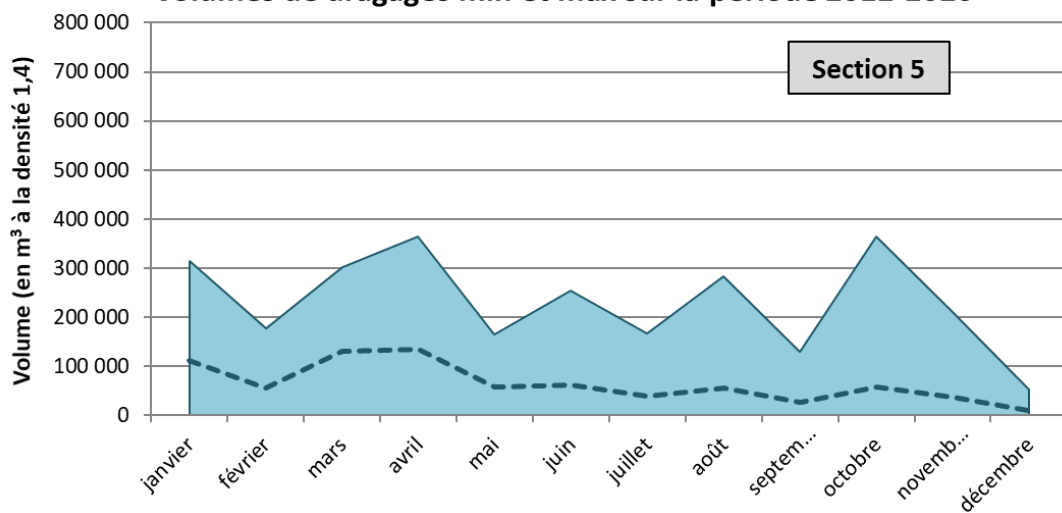
Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Volumes de dragages min et max sur la période 2006-2020



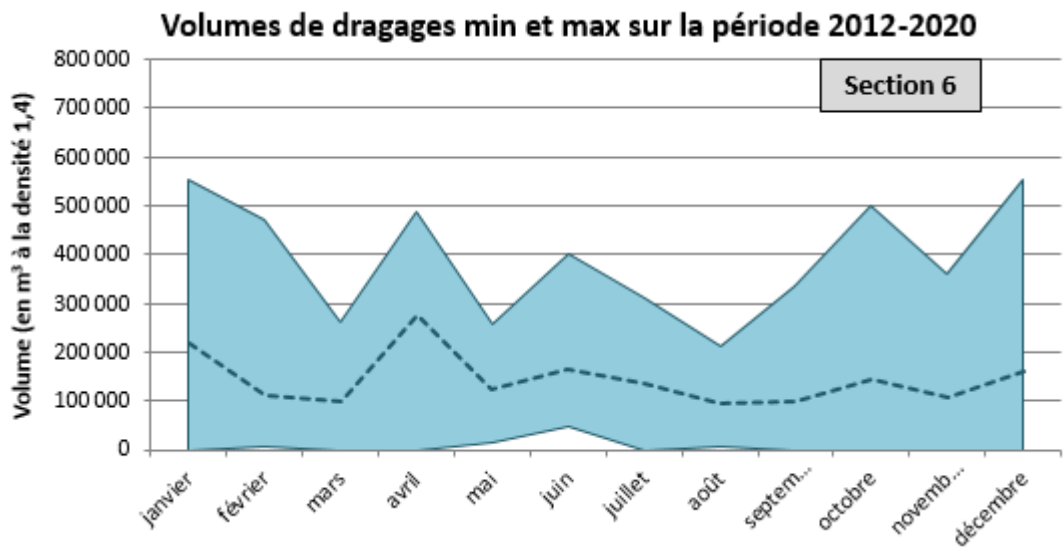
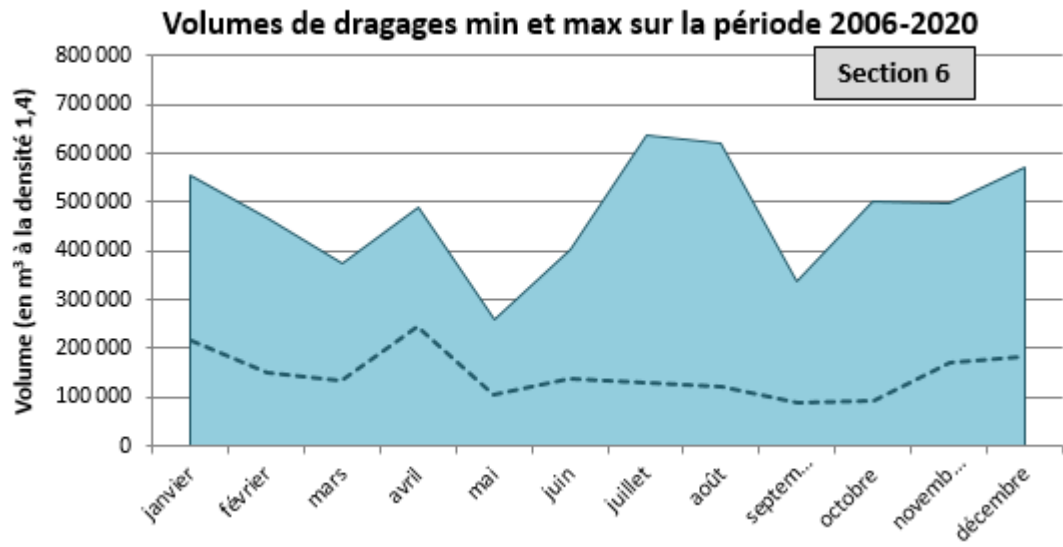
Volumes de dragages min et max sur la période 2012-2020



Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

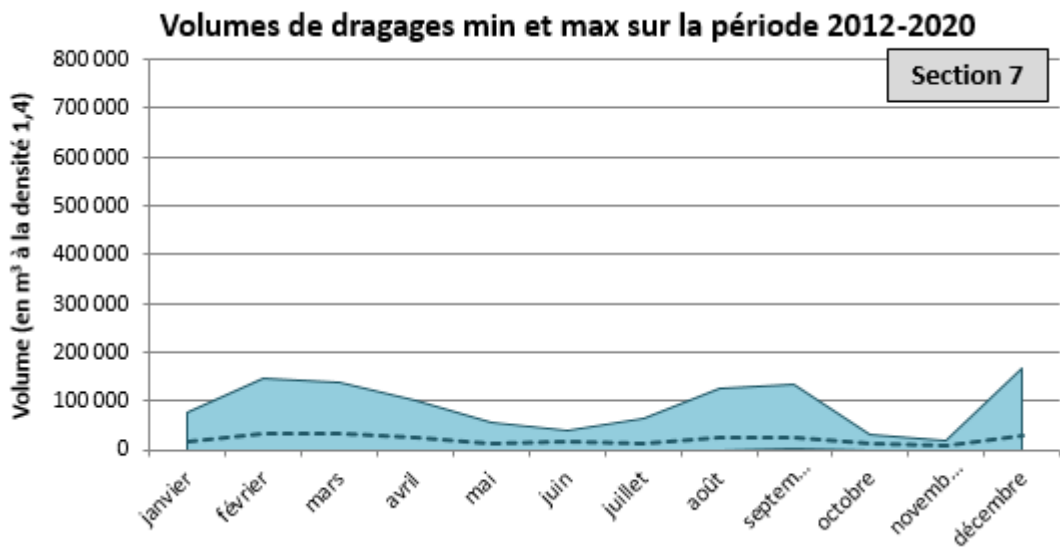
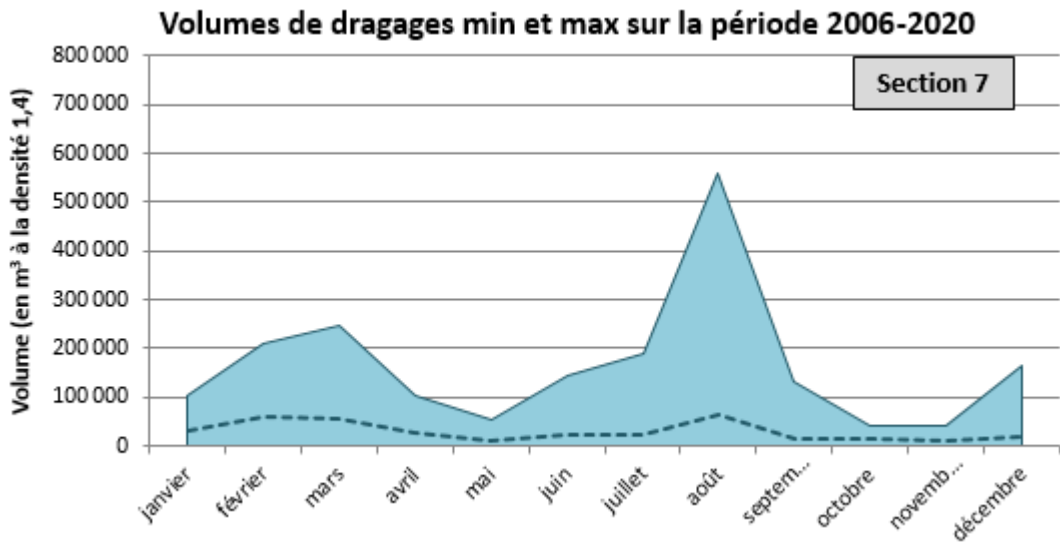
R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE



Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE



Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

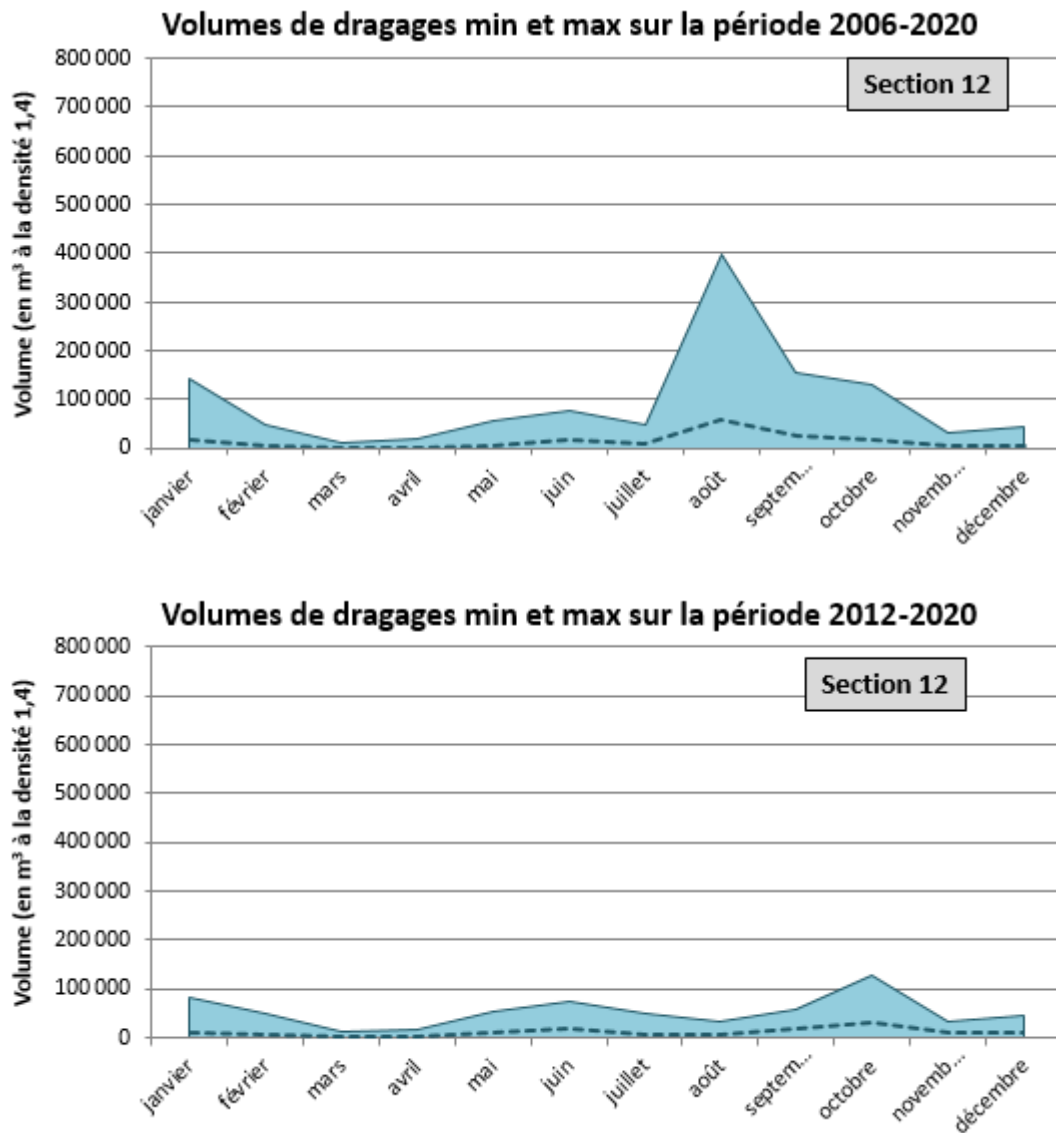


Figure 5.4. Variation des volumes dragués en fonction des mois et des sections sur les périodes 2006-2020 et 2012-2020

Ces différents graphiques montrent une variabilité interannuelle importante. Les dragages semblent alors fonction de plusieurs facteurs autre que la dynamique sédimentaire comme la disponibilité des moyens de dragage et les contraintes du trafic maritime.

5.4. SYNTHÈSE DES VOLUMES DRAGUES

Les points principaux à retenir concernant les volumes dragués sur la période 2012-2020 sont les suivants :

- le volume moyen annuel dragué, à l'échelle de l'estuaire de la Loire est de 5,9 millions de m³ sur la période 2012-2020 soit très inférieur au volume moyen autorisé par l'arrêté préfectoral de 2013 (8,5 millions de m³) (avec deux années 2019 et 2020 très basses -moyenne de 3,5 millions de m³ / moyenne sur 2012-2018 : 6,5 millions de m³). Il est également inférieur au volume annuel moyen dragué sur la période précédente 2006-2011 (7,7 millions de m³). Il n'est pas prévu d'augmentation de ce volume de dragage les prochaines années, puisque les cotes objectif actuelles répondent aux besoins du trafic portuaire prévu à l'échéance 2026,
- la diminution des volumes de dragage en 2019 et 2020 souligne l'optimisation des pratiques de dragage tenant compte de la dynamique hydrosédimentaire et du trafic commercial,
- les secteurs préférentiellement dragués (77 % des volumes totaux) sont les sections 5 et 6 du chenal de Donges ainsi que les souilles de Montoir et de Donges (respectivement 24%, 40% et 13% du volume total dragué) ;
- la DAM est l'engin le plus représenté en volume (62%) ; vient ensuite la DIE qui est de plus en plus utilisée (30%) au détriment de la DAS (8%),
- l'utilisation de la DIE a sensiblement augmenté ces dernières années, contrairement à la DAS, dont les interventions ont nettement décliné et alors que l'usage de la DAM reste stable mais à un niveau plus faible que dans les années 2000,
- autre évolution depuis 2017, l'utilisation d'une DAM dans la section 12 du chenal de Nantes autorisée depuis l'arrêté préfectoral de 2017. Cette modification de pratique vient en réponse à la modification des apports sédimentaires dans la section amont qui deviennent de plus en plus sableux. La DIE n'étant efficace que pour des matériaux plus fins de type vase, l'intervention d'une DAM est plus adaptée,
- la variation des volumes dragués à l'échelle spatiale et temporelle semble suivre une variabilité saisonnière liée aux conditions hydrosédimentaires de l'estuaire, et notamment de la position du bouchon vaseux, Une carte de synthèse présentée sur la page suivante reprend les volumes moyens par secteur et les moyens utilisés sur la période 2012-2020.

Bilan des volumes dragués 2012-2020

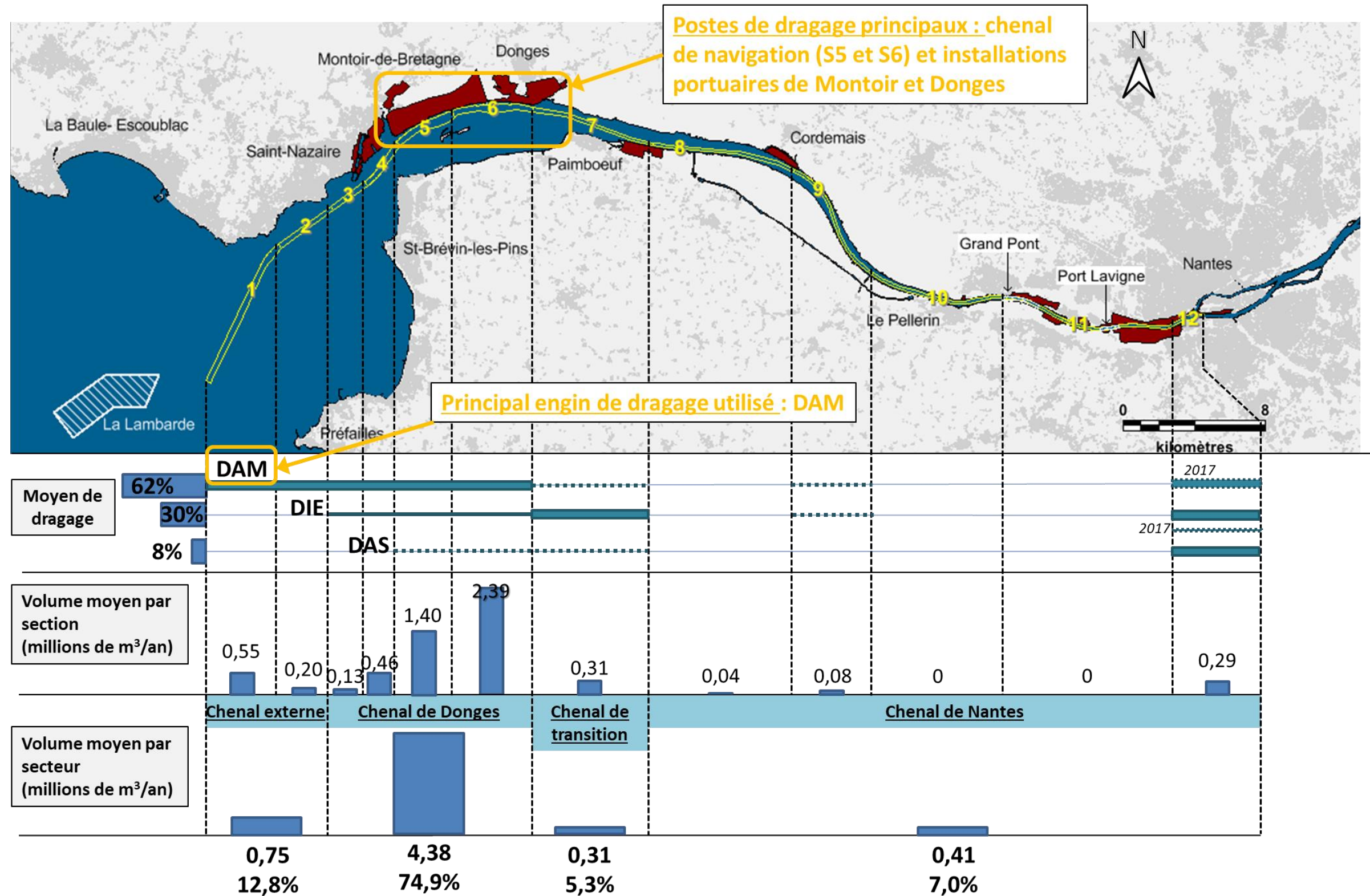


Figure 5.5. Carte de synthèse des volumes dragués sur la période 2012 - 2020

6. PROGRAMME DE REDUCTION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU DRAGAGE

6.1. OPTIMISATION DES DRAGAGES DU GPMNSN

Les pratiques d'optimisation des dragages mises en place par la Direction des Accès Nautiques ont conduit à une baisse sensible des quantités de sédiments dragués en 2019 et 2020.

Même si les conditions de débits de la Loire et l'arrêt technique de la DAM lié à sa remotorisation au GNL ont joué un rôle dans ce résultat, le niveau historiquement bas des dragages sur ces deux années, est assurément dû aux méthodes appliquées, notamment :

- un maintien de la cote objectif des chenaux conditionnée aux besoins réels de navigation. Une dégradation durable de cette cote est acceptable si elle est compatible avec la sécurité des navires devant être accueillis et si elle ne peut compromettre le retour à la cote objectif dans un délai raisonnable ;
- en soutien à l'objectif précédent, l'analyse par la Direction des Accès Nautiques, intégrant la Capitainerie, des tirants d'eau des navires devant escaler au port ainsi que des niveaux d'eau prévus, fonction des coefficients de marée et des débits, permettant de décider de la nécessité des dragages ;
- une surveillance bathymétrique réactive des souilles et du chenal dans un court délai avant l'arrivée d'un navire qui permet d'évaluer, en restant compatible avec une intervention de dragage, le besoin de mise à niveau des fonds ;
- l'optimisation des interventions dans le chenal de navigation par un traitement des points hauts par la DIE "le Milouin" qui peut intervenir finement sur des parties d'une section du chenal alors que la DAM "Samuel de Champlain" est performante pour traiter des surfaces importantes.

6.2. CONSIGNES QUALITE SECURITE ENVIRONNEMENT (QSE) DU GPMNSN

Depuis 2010, plusieurs fiches du système du QSE du GPMNSN ont été rédigées afin d'établir des consignes et procédures dans le but de limiter les risques de pollution liée aux activités portuaires du GPMNSN, dont les suivantes :

- **Prévention et maîtrise des situations d'urgence. GPMNSN, 2010.** Cette fiche a pour but d'identifier les situations d'urgence (déversement accidentel, fuite hydraulique, fuite cuve fioul et gasoil, incendie, ...) susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, d'établir des mesures de prévention, contrôle et maintenance ainsi que de prévenir et de définir la conduite à tenir en cas d'accident. Un arbre décisionnel issu de cette fiche est présenté ci-dessous ;

1. Déversement accidentel, fuite ou débordement

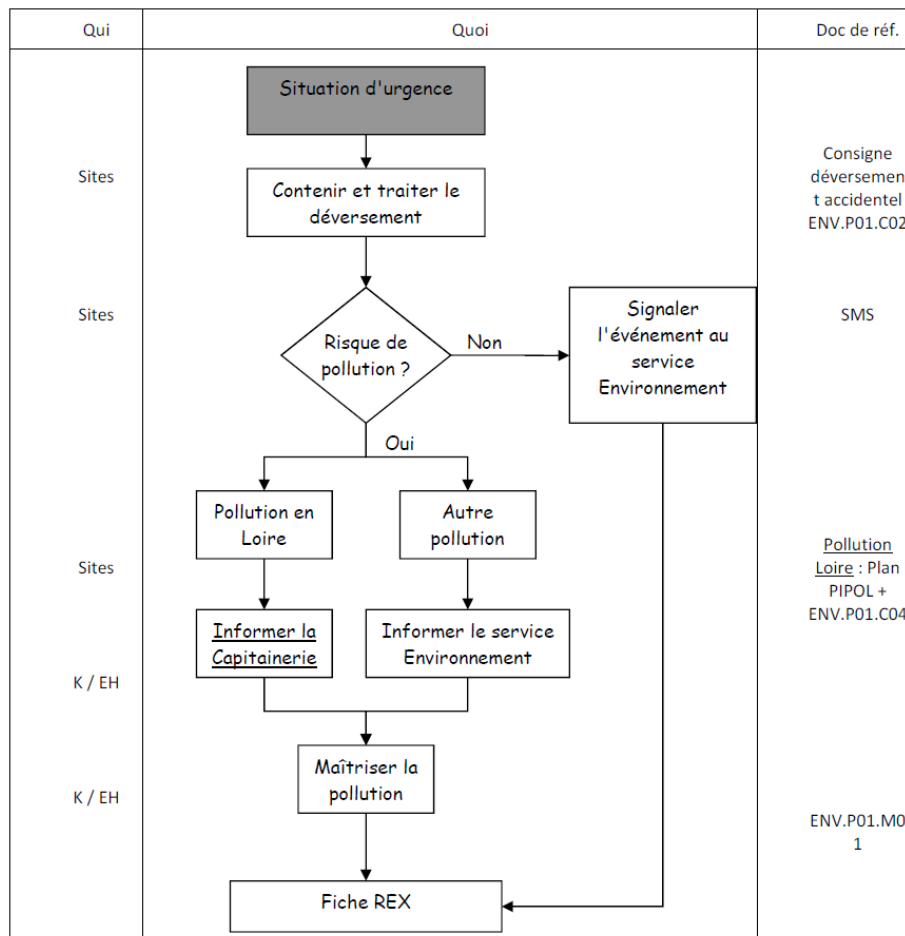


Figure 6.1. Arbre décisionnel de la fiche de prévention et de maîtrise des situations d'urgence (GPMNSN)

- **Mettre en œuvre des moyens de lutte anti-pollution. GPMNSN (02/2018)** (cf. fiche en *Annexe A*) ;
- **Consigne dragage des sections amont pour un débit de Loire < 500 m³/s** (annexe à l'arrêté du 31/12/2020) (cf. fiche en *Annexe A*).

Une consigne avait été rédigée par le GPM, en 2017, pour préciser la possibilité de dragage en amont, dès lors que les débits de Loire passent sous les 500 m³/s. Cette consigne a été traduite

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

dans l'annexe à l'arrêté du 31/12/2020. Le GPM a construit une matrice de décision (*cf. infra*) permettant de décider si un dragage peut être entrepris, en fonction des valeurs de température de l'eau, du taux d'oxygène dissous et des tendances d'évolution de ce dernier.

Matrice de décision (Critère le plus contraignant retenu)			
Teneur en O ₂ dissous	Tendance sur l'O ₂ dissous	T° de l'eau (°C)	Dragage
inf. 3 mg/l			Interdit
		Sup 27°	Interdit
		25 à 27°	Suspendu
Inf 5 mg/l	Baisse		Suspendu
	stable ou hausse		Jusant
		23 à 25°	Jusant
Sup 5 mg/l	Baisse	Inf 23°	A analyser
	Stable ou hausse		Flot et Jusant

Figure 6.2. Matrice de décision en cas de débit de la Loire inférieur à 500 m³/s

Dans les conditions de débits visées, lorsque l'intervention de dragage est considérée comme possible, le GPM devra informer préalablement le service en charge de la police de l'eau de l'analyse menée justifiant du respect de l'annexe à l'arrêté. Le modèle de note fourni en *Annexe A* présente le document support de l'information à la police de l'eau.

6.3. REMOTORISATION DE LA DAM SAMUEL DE CHAMPLAIN

Les contraintes imposées par l'annexe VI à la Convention MARPOL 73/78 conduisent à une limitation des émissions d'oxyde de soufre et d'azote, identifiés comme les polluants atmosphériques les plus critiques pour le transport maritime. La construction de la drague Samuel de Champlain prenant en compte l'annexe VI et les progrès technologiques sur les moteurs ont permis la baisse les émissions atmosphériques des dragues.

Désormais, les engins de dragage utilisent du carburant à basse teneur en soufre (< 0,1 %), ce qui permet de réduire les rejets atmosphériques de dioxyde de soufre.

Cependant, le dragage représente environ 90 % des émissions directes de gaz à effet de serre du GPMNSN, dont 70 % pour la Samuel de Champlain.

Coordonné par le GIE français Dragages Ports (DP), le projet SamueLNG a été mis en place. Il a été cofinancé par l'Union européenne dans le cadre du programme pour l'interconnexion en Europe, intitulé « Spanish/French Sustainable Atlantic Motorways of the seas using as fuel for engine LNG » (« Autoroutes de la mer franco-espagnoles durables motorisées au GNL »).

Ce projet a pour objectif d'améliorer la durabilité du transport maritime à travers l'utilisation du gaz naturel liquéfié (GNL) comme alternative écologique et rentable par rapport aux carburants marins classiques pour les navires de transport maritime à courte distance et les navires de servitude.

Le projet SamueLNG contribue à cette démarche en aidant à atteindre les objectifs fixés dans le cadre de deux directives clés de l'Union Européenne : la directive (UE) 2014/94 relative à la durabilité du transport maritime européen et la directive (UE) 2012/33 sur la réduction de la teneur en soufre des carburants marins.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

Un programme d'actions a donc été défini, dont la modification de la motorisation de la drague Samuel de Champlain, pour passer d'un système utilisant exclusivement du gasoil à usage maritime (DML) à un système de motorisation à double carburant gasoil-GNL.

Cette remotorisation au GNL de la Samuel de Champlain avait pour objectifs :

- la quasi élimination des émissions d'oxyde de soufre et de particules fines ;
- la réduction des émissions d'oxyde d'azote de 65 % ;
- la réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 15 à 20 % ;
- la diminution du gaz carbonique (CO₂) et de particules, au-delà des normes actuellement en vigueur.

Toujours, dans le cadre de la remotorisation au GNL de la drague Samuel de Champlain, deux études environnementales sont projetées :

- la phase 1, financée par le GIE, qui consistera à mesurer les émissions de polluants en sortie de cheminées de la drague avant et après remotorisation, de façon à déterminer les facteurs d'émissions ;
- la phase 2, financée par les GPM, qui consistera à évaluer les émissions de GES et polluants avant/après remotorisation et à modéliser la dispersion des polluants sur chaque estuaire de façon à calculer le gain en termes de qualité de l'air.

Le GPMNSN pilote l'ensemble des études, associé avec le GPM du Havre et de Rouen et le GIE Dragages Ports d'une part, et avec Air Pays de la Loire, Air Normandie et le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) d'autre part. Ces études ont commencé en 2018 et se sont finalisées en 2019 avec la remotorisation de la Samuel de Champlain. La campagne de mesures de suivi, initialement prévue en 2020 pour évaluer les gains obtenus après remotorisation (notamment en émissions de GES, de SO₂, de Nox et de PM) a été reportée au second semestre 2021.

7. EVOLUTIONS ENVISAGEES DES PRATIQUES DE DRAGAGE

Une nouvelle zone de dragage a été définie récemment. Il s'agit de l'avant-port Sud de Saint-Nazaire (localisation sur la figure ci-dessous).



Figure 7.1. Localisation de la nouvelle zone de dragage d'entretien à Saint-Nazaire

Dans le cadre de l'implantation de pontons dans l'avant-port, une mise à niveau des fonds était prévue (zones en rouge sur la [Figure 7.2](#)).

Ce projet (mise en place des pontons et dragages associés) a été soumis à déclaration au titre de l'article L.214-3 du Code de l'environnement. Le GPMNSN a reçu un récépissé, daté du 14/08/2018, l'autorisant à réaliser les travaux, notamment ceux de dragage de mise à niveau.

L'entretien des fonds du chenal donnant accès à l'entrée Sud du bassin de Saint-Nazaire est déjà autorisé. Une zone complémentaire, dans la partie nord-est de l'avant-port a été mise à niveau (25 000 m³). Elle fera ensuite l'objet d'un dragage d'entretien pour un volume estimé à 15 000 m³/an.

Renouvellement de l'autorisation des dragages-immersions du GPMNSN

Etude Hydro-sédimentologique

R1 - ANNEXE 1 : BESOINS ET PRATIQUES DES OPERATIONS DE DRAGAGE

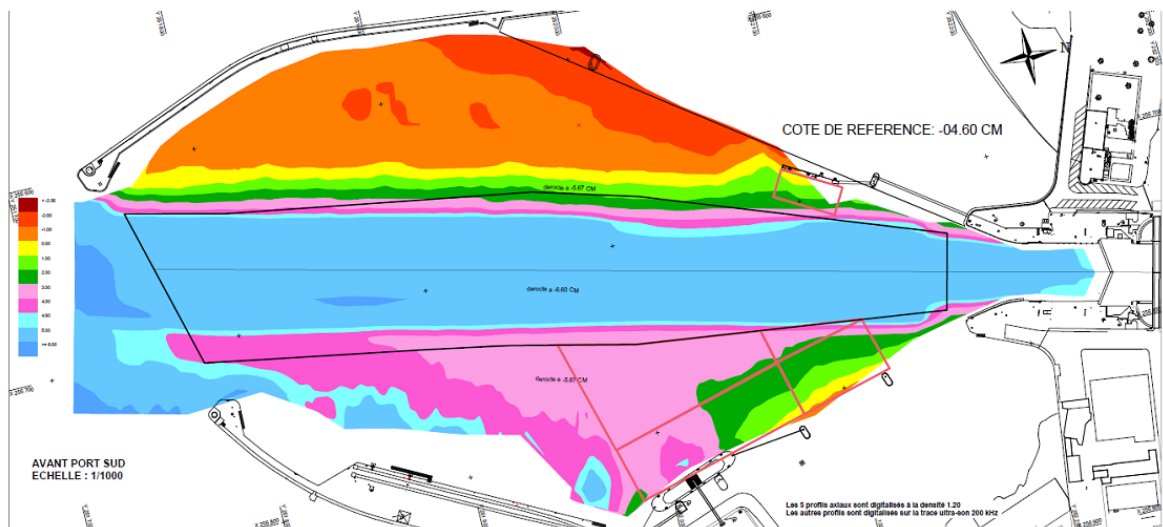


Figure 7.2. Plan de dragage pour l'aménagement de pontons dans l'avant-port de Saint-Nazaire (GPMNSN)

La DIE interviendra pour l'entretien des fonds.

Ce nouveau site sera intégré à la future demande d'autorisation de dragage d'entretien, dont fait partie le présent rapport.

Une mise à jour de la description des zones draguées a notamment été réalisée. Cette description est présentée dans l'Annexe 2 : Fiches des installations et zones draguées.

BIBLIOGRAPHIE

ARTELIA, 2015. Justification des modifications des pratiques de dragage d'entretien sur le secteur amont de l'estuaire de la Loire.

ARTELIA, 2018. Evaluation comparée des impacts sur la MES d'un dragage par DAS et par DIE. Rapport R1 – analyse quantitative des pratiques.

ARTELIA/ CREOCEAN, 2019. Dragages d'entretien et immersions : Bilan des suivis à mi-parcours des autorisations. Annexe 1 : Justification des besoins et présentation des opérations de dragage. Rapport n° 871 3924

ARTELIA/CREOCEAN, 2012, Dossier Loi sur l'Eau dans le cadre de la demande de renouvellement des autorisations pour le dragage et l'immersion des sédiments du Grand Port Maritime de Nantes – Saint-Nazaire.

GPMNSN, 2021. Données sur les trafics de navires et marchandises sur la période 2012 à 2020.

Service Accès Nautique du port, 2021. Levés des cotes nominales du chenal de Donges et de Nantes sur 2006 à 2021.

Service Accès Nautique du port, 2021. Registre des opérations de dragages de 2004 à 2020.

Service Accès Nautique du port, 2021. Registre des opérations d'immersions de 2004 à 2020.

Service Accès Nautique du port, 2021. Levés bathymétriques de la zone d'immersions de la Lambarde de 2004 à 2021.

Service Accès Nautique du port, 2021. Levés bathymétriques de la zone d'immersions de Grand Pont de 2014 à 2020.

ANNEXE A : CONSIGNES DU SYSTEME Q.S.E (QUALITE SECURITE ENVIRONNEMENT)