



HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN

La sable maritime belge est-il voué à devenir une ressource rare ?

Justin Hergot

Mémoire présenté pour l'obtention
du titre de Master en Sciences Nautiques

Promoteur: Koen Vastmans
année académique: 2020 - 2021

Avant-propos

Ce mémoire traite de la menace de rareté qui pèse sur le sable marin belge. Cette problématique est abordée d'un point de vue économique et environnemental.

Je tiens à dédier ce mémoire, qui marque l'achèvement de mes études, à mes parents qui n'ont cessés de croire en moi. Je tiens également à remercier mon promoteur Monsieur Vastmans pour l'autonomie dont j'ai pu bénéficier pour aborder ce sujet.

Résumé

Dans moins d'un siècle et au rythme d'extraction prédit, le sable marin belge entrera dans une phase de rareté, si aucune mesure supplémentaire n'est prise. C'est préoccupant pour l'avenir de la défense côtière.

L'entrée en vigueur en 2021 de la nouvelle surface de référence faisant partie des nouvelles mesures environnementales, limitant verticalement la profondeur d'extraction, est un premier pas pour assurer la durabilité économique du sable marin. La Directive-cadre stratégie pour le milieu marin devait permettre d'atteindre le bon état écologique en 2020 dans les eaux marines belges, et plus globalement dans les mers européennes. Cependant, il faudra plus de temps pour accomplir cet objectif et d'autres contraintes environnementales devront être implémentées. Les secteurs de la pêche commerciale et de l'énergie éolienne offshore seront principalement visés pour leur incidence sur les descripteurs du bon état écologique. Une incidence non-négligeable par rapport à celle de l'extraction de sable. Une comptabilité environnementale des eaux marines belges devrait remplacer l'actuelle car elle ne reflète pas la dégradation environnementale de chaque activité.

L'importance socio-économique déclinante de l'extraction de sable par rapport à d'autres activités se ressent dans le dernier plan d'aménagement des espaces marins où moins d'espace lui est attribué en faveur des énergies renouvelables.

Abstract

In less than a century and at the predicted extraction rate, Belgian marine sand will enter a scarcity phase, if no further action is taken. This is worrying for the future of coastal defense.

The entry into force in 2021 of the new reference surface as part of the new environmental measures, vertically limiting the extraction depth, is a first step to ensure the economic sustainability of marine sand. The Marine Strategy Framework Directive was intended to achieve good environmental status by 2020 in Belgian marine waters, and more generally, in European seas. However, it will take longer to achieve this goal, and other environmental constraints will have to be implemented. The commercial fishing and offshore wind energy sectors will be mainly targeted for their impact on the descriptors of good environmental status. A non-negligible impact compared to sand extraction. An environmental accounting of Belgian marine waters should replace the current one as it does not reflect the environmental degradation of each activity.

The declining socio-economic importance of sand extraction in relation to other activities is reflected in the latest marine spatial plan, where less space is allocated to it in favor of renewable energy.

Table des matières

Listes des figures	xiii
Listes des tableaux	xix
Liste des annexes	xxi
Liste des abréviations	xxiii
Introduction	1
Chapitre 1 Le contexte historique de l'extraction de sable en Belgique	3
Chapitre 2 L'emploi du sable marin.....	5
2.1 Le secteur du béton.....	5
2.2 La protection côtière	6
Chapitre 3 La réglementation.....	9
3.1 La législation relative à l'extraction de sable	9
3.2 Les intervenants dans la gestion de l'extraction de sable	10
3.2.1 Le Service Plateau continental.....	10
3.2.2 L'Institut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO)	10
3.2.3 L'Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord (UGMM)	10
3.2.4 La Commission consultative	10
3.2.5 Ministre de l'Economie	11
3.2.6 Ministre de la mer du Nord	11
3.3 Les zones d'extraction de sable et la zone d'exploration	11
3.3.1 Les zones fermées à l'extraction.....	12
3.3.2 La cartographie des volumes de sable disponibles	12
3.4 Le volume d'extraction autorisé	16
3.4.1 Les exceptions.....	17
3.5 Les redevances	17

3.6	L'extraction de sable en pratique	18
3.6.1	L'autorisation de concession, les types de navire d'extraction et la méthode d'exploitation autorisée.....	18
3.6.2	Profondeur d'extraction maximale par zone de contrôle	18
3.6.3	Les zones interdites	19
3.6.4	Distance de sécurité.....	19
3.7	Le contrôle de l'extraction de sable	19
3.7.1	Le contrôle de l'activité.....	20
3.7.2	Le contrôle de l'impact de l'extraction sur le milieu marin	21
3.8	Les dommages.....	22
3.9	Les autorisations de concessions	22
3.9.1	Demande d'une nouvelle concession ou de prorogation et/ou demande d'extension d'une concession.....	22
3.9.2	L'évaluation de l'incidence sur l'environnement	23
3.9.3	Arrêt d'une concession	24
Chapitre 4	Les volumes d'extraction annuel et les réserves	25
4.1	L'évolution des volumes de sable extraits	25
4.2	L'évolution des réserves de sable	27
4.2.1	Avant le 1 ^{er} janvier 2021 (avant la nouvelle surface de référence).....	27
Chapitre 5	La nouvelle surface de référence.....	31
5.1	Les effets de la nouvelle limite d'extraction sur la contrainte de cisaillement du fond marin.....	31
5.1.1	Les simulations pour le scénario 3.....	32
5.1.2	L'amélioration du scénario 3	34
5.1.3	Remarques sur les effets de la nouvelle limite d'extraction sur la contrainte de cisaillement du fond marin	35

5.2	Les quantités et qualités des ressources géologiques de sable dans une perspective de durabilité	35
5.2.1	Les différentes qualités de sable exploité	35
5.2.2	Projet de recherche scientifique TILES	36
5.2.3	Interrogation sur les quantités et la qualité des réserves de sable dans une perspective de durabilité	37
Chapitre 6	La Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)	43
6.1	Généralités	43
6.2	Mise en œuvre nationale	43
6.2.1	Le cadre réglementaire	44
6.3	Coordination internationale.....	44
6.4	La définition du bon état écologique à travers les descripteurs pour les eaux marines belges	45
6.5	Le troisième rapport fédéral en matière d'environnement	45
6.5.1	Résumé du rapport	45
6.5.2	Pressions anthropiques et impacts sur le milieu marin.....	46
6.5.3	Etat du milieu marin	48
6.6	Les conclusions de l'implémentation de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin	49
Chapitre 7	Les rapports scientifiques sur l'extraction de sable	51
7.1	Suivi de l'impact de l'extraction du sable sur les fonds marins	51
7.1.1	Les zones de monitoring actives	53
7.1.2	Les zones de monitoring passives (ou fermées)	59
7.1.3	Conclusion sur le suivi de l'impact de l'extraction du sable sur les fonds marins	63
7.2	Effets de l'extraction sur l'intégrité des fonds marins et les conditions hydrographiques.....	63

7.3	Effets de l'extraction sur la vie des sols	64
Chapitre 8	Le plan d'aménagement des espaces marin 2020-2026 (PAEM)	67
8.1	Analyse spatiale des espaces marins	68
8.2	Vision à long terme, objectifs et indicateurs, et choix stratégiques en matière d'aménagement.....	69
8.2.1	Postulat spatiaux.....	69
8.2.2	Objectifs économiques, environnementaux et de sécurité	69
8.2.3	Choix stratégiques en matière d'aménagement pour l'extraction du sable.....	70
Chapitre 9	L'analyse socio-économique de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin.....	73
9.1	L'importance socio-économique de l'énergie offshore et de l'extraction d'agrégats dans la PBMN	73
9.1.1	L'énergie offshore	74
9.1.2	L'extraction du sable.....	75
9.2	Le coût de la dégradation du milieu marin de la PBMN	75
9.2.1	La pêche commerciale	78
9.2.2	L'énergie offshore.....	79
9.2.3	L'extraction d'agrégats.....	79
Chapitre 10	La confiance en la régulation du marché	81
10.1	L'économie de l'environnement	81
10.1.1	Les effets externes	81
10.1.2	L'internalisation des effets externes	82
10.1.3	Valorisation de l'environnement	85
10.2	L'économie des ressources naturelles	87
Conclusion.....		89
Bibliographie		93

Annexe 1 Sous-zones fermées à l'extraction en 202197

Listes des figures

Figure 1 Les différentes utilisations (avec leur part en %) du sable marin en 2016 (secteur privé). Parmi les différentes utilisations, on retrouve : béton prêt à l'emploi, béton préfabriqué, produits en béton préfabriqué, asphalte, drainage, fondations et tranchées, sable de remplissage, travaux sur la plage et autre.	5
Figure 2 Localisation des zones de contrôles (et des secteurs) et de la zone d'exploration dans la PBMN.	11
Figure 3 La partie belge de la mer du Nord avec les zones de contrôle (et secteurs associés) et la zone d'exploration (en noir). La zone de monitoring du Thorntonbank (THREF) est indiquée en rouge et la zone directive habitats "Bancs de Flandre" en vert.	12
Figure 4 Représentation du volume de sable disponible comme étant le volume de sable compris entre la surface de référence (en rouge) et la surface bathymétrique (en noir).	13
Figure 5 Les 5 zones de contrôle avec les sous-zones fermées à l'extraction en 2021 en rouge.	14
Figure 6 Aperçu des détenteurs de concessions pour l'extraction de sable dans la PBMN avec leurs quotas d'extraction pour 2018.	16
Figure 7 Surface de référence de la zone de contrôle 1 (Thorntonbank) telle que définie dans le Plan spatial marin 2020-2026. Profondeur en m LAT. La zone de référence pour le monitoring de l'impact de l'extraction et des parcs éoliens est indiquée en rouge.	18
Figure 8 Epaisseur (m) de la couche de sable exploitable dans la zone de contrôle 1 (Thorntonbank), délimitée conformément au Plan spatial marin 2020-2026. Profondeur en m LAT. Dans les zones incolores, la profondeur d'extraction maximale a été atteinte ou a déjà été dépassée. La zone de référence pour le monitoring de l'impact de l'extraction et des parcs éoliens est indiquée en rouge.	19
Figure 9 Exemple d'un bon de registre des extractions.	21
Figure 10 Tableau de déclaration mensuelle des chiffres d'extraction contenant plusieurs colonnes : date de chargement, heure de début de chargement, numéro de série du bon de registre, nom du navire, lieu de chargement, nom du navire de transport, lieu de déchargement, destination et volume effectif déchargé (m ³).	21
Figure 11 Diagramme du processus de traitement d'une demande de concession par le Service Plateau continental et l'UGMM.	23

Figure 12 Evolution de l'extraction de sable marin dans la PBMN de 1976 à 2019. Graphique basé sur les données des registres d'extraction.....	26
Figure 13 Répartition des activités de dragage sur la période 2015-2019 sur les différents bancs de sable (secteur d'extraction/zone de contrôle) (en %).	27
Figure 14 Historique cartographique des changements consécutifs des délimitations des secteurs d'extraction de sable dans la PBMN de 1977 à 2021.....	28
Figure 15 Evolution de la réserve légale utile en fonction de l'évolution de la délimitation des secteurs d'extraction et de l'activité d'extraction. La réserve légale utile (en jaune), le volume cumulé extrait (en orange) basé sur les données des registres, les changements de délimitation des secteurs d'extraction (en vert).	29
Figure 16 Haut : bathymétrie de la zone d'extraction 2br (Buiten Ratel) ; milieu : bathymétrie de la nouvelle limite d'extraction pour le scénario 3 dans la zone d'extraction 2br ; bas : différence entre la bathymétrie originale et la nouvelle limite d'extraction pour le scénario 3.	32
Figure 17 Modification de la contrainte de cisaillement du fond sur le plateau continental pour le scénario de la nouvelle limite d'extraction 3.	33
Figure 18 Variation minimale et maximale de la contrainte de cisaillement du fond pour les différents secteurs d'extraction à l'extérieur de la zone tampon (extérieur), dans la zone tampon (tampon) et dans la zone d'extraction (intérieur), pour le scénario 3.....	34
Figure 19 Zone en dehors de la zone tampon où la différence de contrainte de cisaillement au fond est supérieure à 10 % (en km ²) et volume à extraire (en millions m ³), en fonction de l'augmentation du niveau de la limite d'extraction.....	34
Figure 20 Coupe transversale le long du profil AB (voir figure suivante) à travers les surfaces BAS et ECOS pour l'Oostdyck. Profondeur en mètre MLLWS.....	38
Figure 21 Différence de profondeur entre la bathymétrie (BAS) et la forme de base (ECOS) de l'Oostdyck (secteur 2od). A-B égale au profil de la figure précédente.	38
Figure 22 Aperçu des différents scénarios au moyen d'une coupe transversale schématique d'un banc de sable.	39
Figure 23 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES0 en gris (BAS-5m).	39
Figure 24 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES1 en jaune (RES1 = SDS+1m).	40
Figure 25 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES3 en rouge (RES3 = (SDS + ECOS)/2 avec RES3 ≥ RES1).	40

Figure 26 Résumé des résultats par descripteur utilisé pour l'actualisation de l'évaluation initiale pour les eaux marines belges. L'unité de mesure utilisée est indiquée dans la note en bas de la figure.....	46
Figure 27 Monitoring scientifique pour évaluer l'impact environnemental direct et indirect du dragage.	51
Figure 28 Haut : emplacement des zones de monitoring (en rouge) et des lignes de référence DECCA (en bleu). Les zones de contrôle sont en orange. Bas : chronologie des différents relevés MBES des zones de monitoring et lignes de référence DECCA dont il est question dans ce chapitre.....	52
Figure 29 Volumes extraits sur base des données de l'EMS pour les périodes 2003-2007, 2003-2013, 2003-2019 et le volume annuel (cumulatif) extrait sur la période 1976-2019 sur la base des registres.....	53
Figure 30 Volumes extraits (histogramme en gris). Différences bathymétriques calculées à partir de la différence entre le modèle bathymétrique de référence (2004-2006) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relèvements MBES (points noirs) et les données EMS (ligne rouge) pour HBMC.	54
Figure 31 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (03/07/2019) et le modèle de référence bathymétrique de la zone de contrôle 4c (2004-2006). Droite : différence bathymétrique sur la période 2003-2019 sur la base des données EMS. L'emplacement de la zone de contrôle 4c est indiqué par une ligne continue noire (MRP 2014 – 2020) et une ligne pointillée noire (MRP 2020-2026). La zone de surveillance HBMC est indiquée par une ligne rouge.	54
Figure 32 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la rétrodiffusion moyenne (points noirs) dans la zone de monitoring HBMC. Bas : modèles de rétrodiffusion successifs de la zone de monitoring HBMC par campagne MBES (mois/année).	55
Figure 33 Volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et différence bathymétrique calculées à partir de la différence entre le modèle de référence bathymétrique (2000) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relèvements MBES (points noirs) et des données EMS (ligne rouge) pour TBMAB.	55
Figure 34 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (20/11/2019) et le modèle de référence bathymétrique de la zone de contrôle 1a (2000). Droite : différence	

bathymétrique au cours de la période 2003 à 2019 sur la base des données EMS. Bas : profil bathymétrique. La délimitation de la zone de contrôle 1a et la zone de monitoring TBMAB sont indiquées respectivement en noir et en rouge.	56
Figure 35 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la rétrodiffusion moyenne (points noirs) dans la zone de monitoring TBMAB. Bas : modèles de rétrodiffusion successifs de la zone de monitoring TBMAB par campagne MBES (mois/année).....	57
Figure 36 Volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et différence bathymétrique calculées à partir de la différence entre le modèle de référence bathymétrique (2003) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relèvements MBES (points noirs) et des données EMS (ligne rouge) pour ODMA.....	57
Figure 37 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (20/09/2019) et le modèle bathymétrique de référence de la zone de contrôle 2od (2003). Droite : différence bathymétrique entre 2003 et 2019 selon les données EMS. L'emplacement de la zone de contrôle 2od est délimité par une ligne noire. La zone de monitoring ODMA est délimitée par une ligne rouge.	58
Figure 38 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la valeur moyenne de rétrodiffusion (points noirs) dans la zone de monitoring ODMA. Bas : modèles successifs de rétrodiffusion de la zone de monitoring ODMA par campagne MBES (mois/année).....	58
Figure 39 Corrélation entre les données MBES et EMS pour les zones de monitoring.	59
Figure 40 (a) Localisation de la zone BRMC fermé à l'exploitation sur le Buiten Ratel (zone de contrôle 2br). (b) Localisation des zones KBMA et KBMB fermées à l'exploitation sur le Kwintebank (zone de contrôle 2kb). (c) Evolution bathymétrique des zones BRMC, KBMA et KBMB basée sur des relèvements MBES. Une erreur systématique de 0,3 m est prise en compte (barres d'erreur).	60
Figure 41 Profil bathymétrique de KBMB et KBMA (Localisation des profils à la Figure 40b).	61
Figure 42 Différence de profondeur entre les relèvements bathymétriques récents de juillet 2019 des lignes de référence DECCA dans les trois zones de contrôle et les modèle de référence bathymétrique pour ces trois zones. Arrière-plan : profondeur extraite basée sur les données EMS jusqu'en juillet 2019.	62

Figure 43 Relation entre le volume extrait d’après l’EMS (à l’horizontal) et la différence de volume calculée entre les relèvements MBES pour chaque survey. Les points sont représentés dans une couleur différente pour chaque zone (rouge/vert/bleu). La zone où les volumes extraits sont plus grands que les volumes différentiels calculés se situe dans la partie en blanc. La zone où les volumes extraits sont plus petits que les volumes différentiels calculés se situe dans la partie grise. La droite régression a été calculée pour toutes les zones prises ensemble. L’équation de la droite de régression et le coefficient de détermination r^2 sont indiqués.....	62
Figure 44 Vue d’ensemble du plan d’aménagement des espaces marins 2020-2026.....	67
Figure 45 Gauche : PAEM 2020-2026 relatif aux secteurs d'extraction d'agrégats; droite : PAEM 2020-2026 relatif aux zones d'énergies renouvelables.	71
Figure 46 Répartition du coût de la dégradation de l'environnement par activité et mesures spécifiques (en % du coût total des mesures existantes).....	78
Figure 47 Marché hypothétique de la préservation de l'environnement.....	83
Figure 49 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 4 – secteur 4a.....	97
Figure 50 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 4 – secteur 4a.....	98
Figure 51 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2od.....	99
Figure 52 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2od.	100
Figure 53 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2br.	101
Figure 54 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2br.....	102
Figure 55 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2kb.....	103
Figure 56 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2kb.....	104
Figure 57 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 1 – secteur 1a.....	105
Figure 58 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 1 – secteur 1a.....	106

Listes des tableaux

Tableau 1 Superficies et volumes de sable disponibles des sous-zones fermées à l'extraction en 2021.	14
Tableau 2 Superficies et volumes de sable disponibles des différents secteurs après la fermeture des sous-zones à l'extraction en 2021.	15
Tableau 3 Aperçu de la compatibilité entre les principales activités et les principaux usagers de la PBMN.....	68
Tableau 4 Aperçu des principales données économiques de l'économie belge de la mer du Nord.	74
Tableau 5 Estimation du coût annuel des mesures visant à réduire ou minimiser la dégradation du milieu marin. Le coût de la dégradation est détaillé par mesure et par secteur. Il y a un grand nombre de mesures pour lesquelles aucune donnée n'est disponible.	76
Tableau 6 Estimation du coût annuel des mesures supplémentaires pour atteindre le bon état écologique.	78
Tableau 7 Biens et services écosystémiques fournis par l'environnement marin belge.	86

Liste des annexes

- Annexe 1 Sous-zones fermées à l'extraction en 2021

Liste des abréviations

- BEE Bon Etat Ecologique
- BSE Biens et Services Ecosystémiques
- DCSMM Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin
- EIA Etude d'Incidence sur l'Environnement
- EIE Etude d'Impact Environnemental
- EMS Electronic Monitoring System
- ETP Equivalent Temp Plein
- LAT Lowest Astronomical Tide
- MBES Multi-Beam Echo Sounder
- PAEM Plan d'Aménagement des Espaces Marins
- PBMN Partie Belge de la Mer du Nord
- SDS Shallowest Discordant Surface
- SPF Service Public Fédéral
- THSD Trailing Suction Hopper Dredger
- TILES Transnational and Integrated Long-term Marine Exploitation Strategies
- UGMM Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord

Introduction

L'année dernière, lors de la rédaction de mon mémoire de bachelier, les recherches que j'ai pu réaliser m'ont amené à la conclusion suivante: il est difficile de répondre à des questions portant sur la rareté du sable dans le futur lorsque l'on considère le sable comme une seule et unique ressource naturelle. Ne pouvant apporter de réponses claires, j'ai décidé de me focaliser le prolongement de mon mémoire de bachelier sur un type précis de sable. Comme cela a été démontré l'année dernière, il est également primordial de traiter la problématique de la rareté du sable à l'échelle où elle est créée, c'est-à-dire à l'échelle locale voire régionale. Mon choix s'est donc tout naturellement porté vers le sable marin belge. Le sable marin belge est un type de sable précis attaché à une zone géographique délimitée, sur lequel des données probantes existent et sont actualisées à un intervalle de temps relativement court. Ce choix m'a permis d'éliminer les inconnues auxquelles j'ai dû faire face dans mon précédent mémoire, surtout les inconnues concernant l'impact environnemental de l'exploitation du sable.

Le sujet de la rareté du sable marin belge est justement intéressant parce qu'il peut être traité rigoureusement d'un point de vue économique mais aussi d'un point de vue environnemental. Pour commencer, nous saisissons le contexte historique qui a mené à l'extraction du sable dans la partie belge de la mer du Nord. Nous verrons ensuite quels secteurs sont demandeurs de sable marin. L'évolution de la demande sera mise en lien avec l'évolution des extractions. Nous nous attarderons sur la réglementation applicable à l'extraction du sable marin ainsi que sur les mesures mises en place pour réduire son impact environnemental. Dans la continuité de ce mémoire, la problématique de rareté des réserves de sable marin et les mesures prises pour assurer sa durabilité économique seront abordées. L'importance socio-économique de l'extraction du sable par rapport à d'autres activités sera discutée et mise en perspective avec l'analyse du plan d'aménagement des espaces marins. Enfin, des solutions seront proposées afin résoudre la problématique environnementale et de durabilité économique liée à l'exploitation du sable.

Chapitre 1 Le contexte historique de l'extraction de sable en Belgique

Au fil du temps, le nombre de sites d'extraction terrestre de sable probable a diminué pour différentes raisons. L'exploitation de certains sites d'extraction terrestres n'est pas envisageable du fait de contraintes spatiales, environnementales, de rentabilité et de viabilité économique. En effet, l'extraction de sable est dommageable pour la faune, la flore et les êtres humains. Les humains subissent les nuisances dues au bruit, à la poussière et à la circulation des camions. Par conséquent, les différentes politiques environnementales et d'aménagement du territoire entrées en vigueur ont limité peu à peu l'extraction de sable sur terre.

Une alternative au sable terrestre se devait d'être à proximité des consommateurs. Le sable est consommé régionalement dû à son faible ratio valeur/poids et son coût de transport relativement élevé. Dès lors, le sable marin s'est imposé comme l'alternative. Depuis le début de son exploitation, dans les années 70, la part du sable marin dans la production totale de sable belge n'a cessé d'augmenter. De plus, son prix de revient inférieur à celui du sable de rivière a contribué à son attractivité d'un point de vue économique.

En Belgique, l'offre de sable provient de la terre et des rivières, des importations de l'étranger, des matières premières secondaires (issues du recyclage ou de sous-produit) et de la mer du Nord.

Chapitre 2 L'emploi du sable marin

Le sable marin est utilisé dans le secteur du béton et pour la protection du littoral belge.

2.1 Le secteur du béton

Chaque année, 3 à 4 millions de m³ de sable marin sont extraits et près de 75% sont utilisés dans le secteur du béton comme matière première de base. Le secteur du béton belge s'est progressivement tourné vers le sable marin comme substitut au sable de rivière en provenance des Pays-Bas et d'Allemagne. En se substituant en partie à d'autres types de sable, le sable marin a incontestablement acquis une grande importance sociale et économique en Belgique au cours des 40 dernières années.

Le sable marin est utilisé à différentes fins, toutes reprises à la Figure 1. On extrait majoritairement du sable moyen (diamètre compris entre 250 et 500 µm) car il est utilisé pour le béton prêt à l'emploi et le béton préfabriqué.

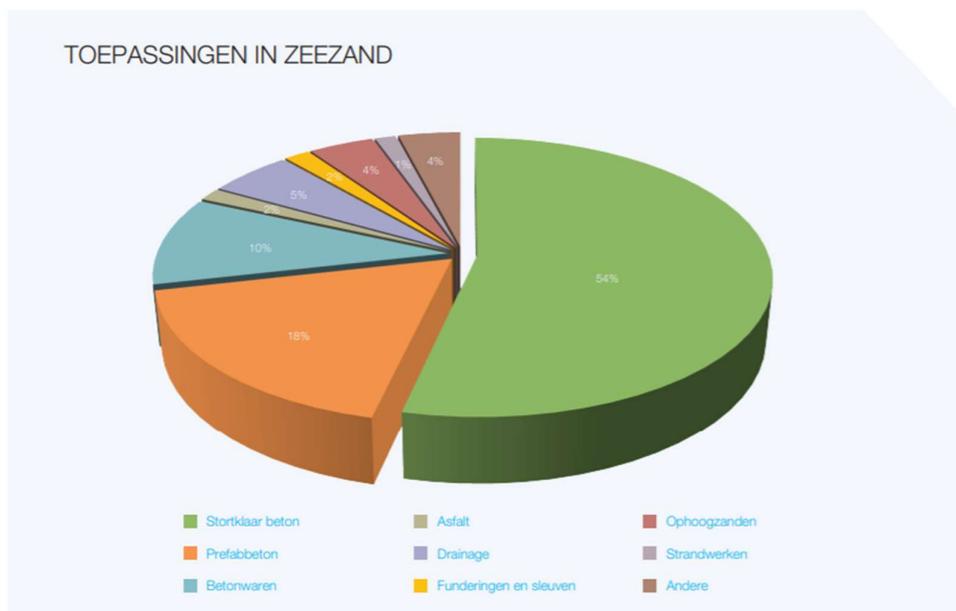


Figure 1 Les différentes utilisations (avec leur part en %) du sable marin en 2016 (secteur privé). Parmi les différentes utilisations, on retrouve : béton prêt à l'emploi, béton préfabriqué, produits en béton préfabriqué, asphalte, drainage, fondations et tranchées, sable de remplissage, travaux sur la plage et autre.

Source : [22]

Au départ, l'industrie de la construction avait quelques réticences à utiliser du sable marin à cause de sa teneur en sel et de la présence de coquillages. Ces réticences n'ont pas tenues

longtemps car même s'il est vrai que le sable marin doit en général faire l'objet de traitements plus ou moins élaborés, le sable belge fait figure d'exception. Le sable extrait de la partie belge de la mer du Nord (PBMN) est très pur et sa composition très constante, de sorte qu'il peut être utilisé presque non-traité. De surcroît, il s'avère que le sable marin a exactement la même origine géologique et la même composition minéralogique que ses équivalents terrestres. Lors du Quaternaire, l'ère géologique la plus récente, les particules minérales d'origine érosive emportées par les fleuves et le vent se sont déposées dans la partie sud de la mer du Nord. Les courants marins et les vagues ont ensuite lentement transporté et abrasé ces particules, les mélangeant aux fragments de coquillages. C'est avec ce matériau sédimentaire brassé et sans arrêt remodelé par les courants marins que les bancs de sable actuels se sont lentement édifiés. Toutefois, du au triage des sédiments par les courants marins, la concentration en particules fines (limon et argile) est très faible. Si ce sable est utilisé pour la préparation du béton, il devient alors nécessaire d'ajouter une fraction fine pour obtenir un fuseau granulométrique optimal.

Le terme agrégats reprend à la fois le sable mais aussi les graviers. En Belgique, le terme agrégats est couramment employé pour décrire uniquement le sable puisque les graviers ne sont pratiquement pas exploités. Leur hétérogénéité physico-chimique doublée de leur qualité médiocre font que ces graviers n'ont qu'un intérêt économique limité à l'utilisation comme ballast pour la construction de conduites de gaz sous-marines ou de murs de quai.

2.2 La protection côtière

En 2007, le gouvernement flamand après un test révélant une protection insuffisante de la côte, a commencé l'élaboration du Plan directeur pour la sécurité côtière qui a été approuvé le 10 juin 2011. Ce plan vise à améliorer la protection de la côte contre les effets d'une onde de tempête millénaire et de l'élévation du niveau de la mer de 30 cm d'ici 2050.

La côte belge, longue de seulement 67 km, est utilisée à son plein potentiel. Le littoral côtier est divisé en zones résidentielles, naturelles, touristiques et industrielles. La mise en œuvre d'un plan était une nécessité socio-économique lorsque l'on sait qu'en 2010, un tiers de la côte belge n'était plus suffisamment protégé face à une onde de tempête millénaire. Ces tempêtes exceptionnelles peuvent occasionner un bilan humain et économique qui se chiffre en milliers de victimes et en milliards d'euros.

Dans le cadre de l'implémentation du Plan directeur, les mesures "vertes"¹ correspondent au nourrissage des plages et des dunes. Le but est de renforcer les plages et les dunes qui s'étendent derrière elles. Le nourrissage des plages par pulvérisation est une mesure essentielle pour la défense côtière puisqu'elle permet de créer et d'entretenir des plages plus larges et hautes. Ce sont ces mêmes plages qui protégeront la côte contre les inondations survenant lors d'une forte onde de tempête.

L'autorisation accordée par le gouvernement fédéral, après une évaluation de l'impact environnemental, permet d'extraire jusqu'à 20 millions de m³ de sable de la partie belge de la mer du Nord sur une période de 10 ans. Le nourrissage des plages et des dunes est donc entièrement supporté par l'extraction de sable dans la PBMN.

Aujourd'hui la plupart des travaux sont achevés ou en cours d'achèvement. Les plages et les dunes sont contrôlées chaque année afin d'adapter leur gestion en conséquence. L'efficacité du nourrissage des plages et des dunes est analysée périodiquement pour contrecarrer l'érosion qui se poursuit ainsi que l'élévation future du niveau de la mer. Les volumes nécessaires à la maintenance sont estimés à environ 500 000 m³ par an [15].

Il est à noter que des réparations liées aux dommages causés par les tempêtes comme celle de Saint-Nicolas en 2013, Dieter en 2017 et Ciara en 2020 sont à prévoir.

Les mesures dites "grises", plus conséquentes, sont mises en œuvre là où la protection offerte par l'édification de plage réhaussée et élargie se révèle insuffisante. La construction d'un mur anti-tempête, d'une extension de la zone d'amortissement des vagues, d'une digue plus large ou d'un barrage anti-tempête sont des exemples de mesures supplémentaires qui peuvent être prises. Ces ouvrages requièrent eux-aussi de grandes quantités de sable pour la fabrication du béton.

¹ Le projet de recherche CREST a confirmé que le nourrissage des plages représente une solution durable pour la défense côtière.

Chapitre 3 La réglementation

3.1 La législation relative à l'extraction de sable

L'extraction de sable dans la partie belge de la mer du Nord (PBMN) est une compétence fédérale qui est régie par des lois, des arrêtés royaux et ministériels :

- loi du 13 juin 1969 sur l'exploration et l'exploitation des ressources non vivantes de la mer territoriale et du plateau continental (loi plateau continental) ;
- loi du 20 janvier 1999 visant la protection du milieu marin et l'organisation de l'aménagement des espaces marins sous juridiction de la Belgique (loi MMM) ;
- arrêté royal du 12 août 2000 instituant la Commission consultative chargée d'assurer la coordination entre les administrations concernées par la gestion de l'exploration et l'exploitation du plateau continental et de la mer territoriale et en fixant les modalités et les frais de fonctionnement ;
- arrêté royal du 1^{er} septembre 2004 relatif aux conditions, à la délimitation géographique et à la procédure d'octroi de concessions d'exploration et d'exploitation des ressources minérales et autres ressources non vivantes dans la mer territoriale et du plateau continental (AR procédure) ;
- arrêté royal du 23 juin 2010 relatif à la stratégie pour le milieu marin concernant les espaces marins belges ;
- arrêté royal du 27 octobre 2016 relatif à la procédure de désignation et de gestion des aires marines protégées (AR Natura 2000) ;
- arrêté royal du 21 octobre 2018 fixant les règles relatives à l'évaluation des incidences sur l'environnement en application de la loi du 13 juin 1969 sur l'exploration et l'exploitation des ressources non vivantes de la mer territoriale et du plateau continental (AR EIE) ;
- arrêté royal du 22 mai 2019 relatif à l'établissement du plan d'aménagement des espaces marins pour la période 2020 – 2026 dans les espaces marins belges (AR MRP) ;
- arrêté ministériel du 28 septembre 2020 relatif à l'établissement des profondeurs d'exploitation maximales pour l'exploitation de sable et de gravier dans les espaces marins belges.

3.2 Les intervenants dans la gestion de l'extraction de sable

3.2.1 Le Service Plateau continental

Le Service Plateau continental (SPF Economie) est responsable de la délivrance des permis d'exploitation, de la gestion des concessions d'exploration et d'exploitation, de la mise à jour des réglementations connexes, du contrôle de l'extraction du sable en mer et l'étude de son impact environnemental.

3.2.2 L'Institut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO)

Les chercheurs de l'ILVO évaluent l'impact biologique de l'extraction du sable marin.

3.2.3 L'Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord (UGMM)

L'UGMM est un service scientifique de la Direction Opérationnelle Milieux naturels (DO Nature) de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB). La fonction de ce service est l'approbation du rapport d'évaluation d'impact environnemental et la rédaction d'une conclusion motivée.

3.2.4 La Commission consultative

La Commission consultative est chargée d'assurer la coordination entre les administrations concernées par la gestion de l'exploration et l'exploitation du sable. Cette commission se réunit au minimum une fois par an. La Commission consultative a les missions spécifiques suivantes [18] :

- coordonner l'analyse des demandes de concessions et formuler un avis sur ces demandes ;
- assurer le suivi des différentes études menées sur l'impact environnemental de l'extraction de sable sur le plateau continental ;
- examiner le rapport triennal ;
- conseiller l'adoption de mesures correctives en cas d'impact négatif de l'extraction sur l'environnement ;
- formuler des avis politiques préparatoires sur tous les aspects connexes relatifs à l'extraction du sable.

3.2.5 Ministre de l'Économie

Le ministre fédéral de l'Économie accorde ou non l'autorisation de concession en se basant sa décision sur l'avis de la Commission consultative et celui du ministre de la mer du Nord.

3.2.6 Ministre de la mer du Nord

Le rôle du ministre fédéral en charge de la protection du milieu marin est de transmettre un avis motivé au ministre fédéral de l'économie qui tient compte de la conclusion motivée de l'UGMM. Cet avis doit inclure les conditions liées à l'autorisation Natura 2000.

3.3 Les zones d'extraction de sable et la zone d'exploration

L'extraction de sable est uniquement autorisée dans les secteurs de l'une des 5 zones de contrôle définies par la loi :

- zone 1 : Thornton Bank ;
- zone 2 : Flemish Banks (Kwintebank, Buiten Ratel et Oostdyck) ;
- zone 3 : Sierra Ventana ;
- zone 4 : Hinder Banks (Noordhinder, Westhinder et Oosthinder) ;
- zone 5 : Bligh Bank.

Chaque zone de contrôle comprend un ou plusieurs secteurs (Figure 2).

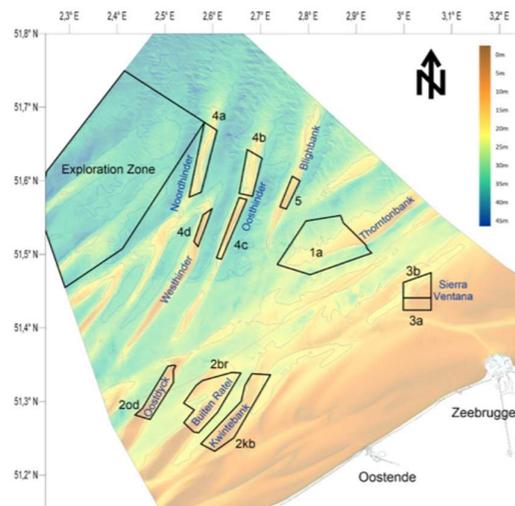


Figure 2 Localisation des zones de contrôles (et des secteurs) et de la zone d'exploration dans la PBMN.

Source : [19]

Les projets exceptionnels constitue une dérogation à cette règle. Dans ce cas très particulier, le ministre de l'Economie peut accorder un permis d'extraction de sable en dehors des zones de contrôle. Un projet est exceptionnel s'il est limité dans le temps et pour lequel plus de 100 000 m³ de sable ou de gravier sont extraits par mois.

Aux 5 zones de contrôle s'ajoute une zone d'exploration pour la prospection de nouvelles ressources de sable. Elle est définie dans le nord-ouest de la PBMN (Figure 2). Si la prospection s'avérait positive, le ministre de l'Economie pourrait y définir de nouveaux secteurs d'exploitation, après avis du ministre compétent pour la mobilité maritime.

3.3.1 Les zones fermées à l'extraction

La zone de référence du Thornton Bank (THREF ; zone de contrôle 1) sert à monitorer l'impact environnemental de l'extraction de sable et des parcs éoliens (Figure 3).

L'extraction de sable pourrait être rétablie dans cette zone à partir du 1^{er} mai 2023, dépendamment d'un avis favorable de la Commission consultative sur la réouverture.

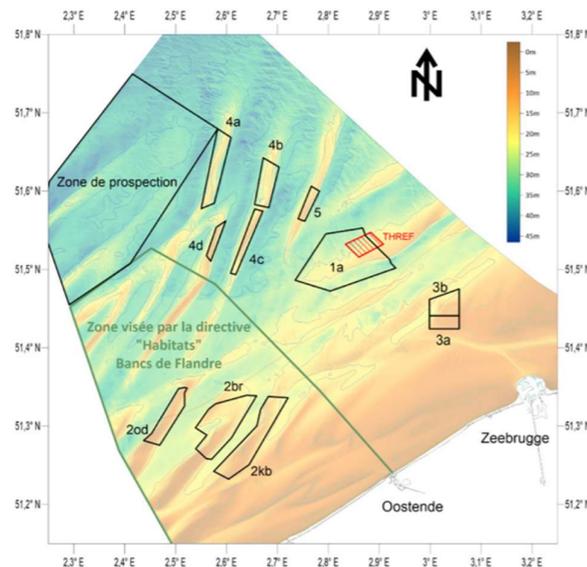


Figure 3 La partie belge de la mer du Nord avec les zones de contrôle (et secteurs associés) et la zone d'exploration (en noir). La zone de monitoring du Thorntonbank (THREF) est indiquée en rouge et la zone directive habitats "Bancs de Flandre" en vert.

Source : [18]

3.3.2 La cartographie des volumes de sable disponibles

Chaque zone de contrôle possède une surface de référence propre (plus de précisions au Chapitre 5). La cartographie des volumes de sable disponibles correspond aux volumes

compris entre les différentes surfaces de références et la surface bathymétrique (Figure 4). Ces cartes permettent de déterminer les sous-zones (au sein des zones contrôle) où l'exploitation doit ou non être autorisée. Lorsque la différence de profondeur entre la surface de référence et la surface bathymétrique d'une sous-zone devient nulle, celle-ci sera fermée. En tenant compte des données bathymétrique et d'extraction (EMS) les plus récentes, les délimitations des zones d'extraction sont réévaluées et ajustées si nécessaire pour l'année suivante.

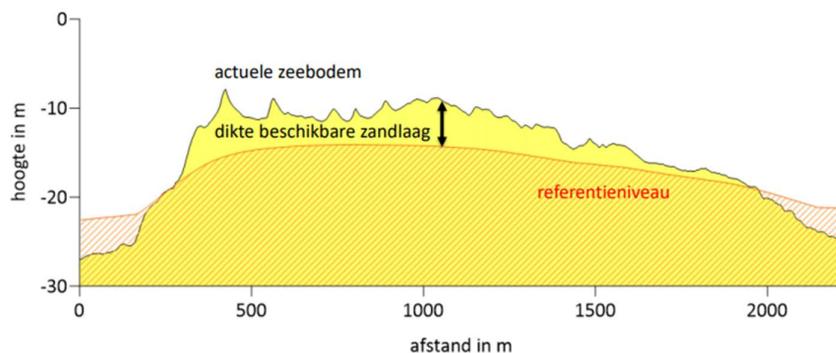


Figure 4 Représentation du volume de sable disponible comme étant le volume de sable compris entre la surface de référence (en rouge) et la surface bathymétrique (en noir).

Source : [8]

3.3.2.1 Les sous-zones fermées

La surface de référence constitue la limite inférieure d'extraction permmissible. Une fois cette limite dépassée, cette sous-zone sera interdite à l'extraction. En 2021, 11 sous-zones ont été fermées (Figure 5). Ces sous-zones sont réparties entre les zones de contrôle 1, 2 et 4. Elles représentent 24% de la superficie totale des zones de contrôle et 2% de la réserve de sable que renferment ces mêmes zones (Tableau 1 et Tableau 2). L'impact de la nouvelle délimitation des zones d'extraction n'a abouti finalement qu'à une perte de volume limitée.

Il est intéressant de noter que l'exploitation est souvent concentrée dans certaines sous-zones, ces mêmes sous-zones qui sont ensuite fermées. Par exemple, 45% du volume extrait entre 2017 et 2019 dans la zone de contrôle 1 a eu lieu dans les sous-zones fermées en 2021. Les secteurs 2br et 2od sont d'autres exemples (Annexe 1 Sous-zones fermées à l'extraction en 2021).

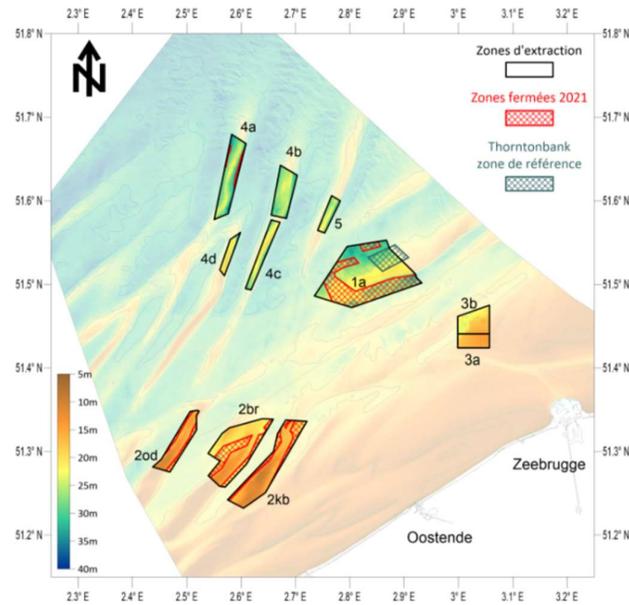


Figure 5 Les 5 zones de contrôle avec les sous-zones fermées à l'extraction en 2021 en rouge.

Source : [8]

Tableau 1 Superficies et volumes de sable disponibles des sous-zones fermées à l'extraction en 2021.

Source : tableau adapté depuis [8]

	superficie en 10^6 m ²	volume en 10^6 m ³
secteur 4a - area 1	0,97	0,27
secteur 4a - area 2	0,41	0,18
secteur 2od - area 1	1,41	0,04
secteur 2od - area 2	2,4	0,06
secteur 2br - area 1	7,33	1,85
secteur 2br - area 2	4,26	0,27
secteur 2kb - area 1	3,57	0,06
secteur 2kb - area 2	4,41	0,57
secteur 2kb - area 3	0,28	0,04
secteur 1a - area 1	1,93	0,84
secteur 1a - area 2	28,71	6,65
total	55,68	10,83

Tableau 2 Superficies et volumes de sable disponibles des différents secteurs après la fermeture des sous-zones à l'extraction en 2021.

Source : tableau adapté depuis [8]

	superficie en 10 ⁶ m ²	volume update 2019 en 10 ⁶ m ³
secteur 1a	71,35	82,53
secteur 2kb	32,54	59,60
secteur 2br	37,4	73,84
secteur 2od	15,74	48,62
secteur 3a/3b	19,94	89,29
secteur 4a	19,07	79,05
secteur 4b	13,79	62,25
secteur 4c	9,13	58,83
secteur 4d	4,50	33,63
secteur 5	5,46	41,20
total	228,92	628,84

Il existe des critères pour décider de la fermeture d'une sous-zone, à savoir :

- limitation du nombre de zones ;
- réduction au minimum du volume positif de sable disponible (volume se trouvant au-dessus de la surface de référence) ;
- profondeur d'extraction moyenne autorisée inférieure à 0 m ;
- 50% de la superficie sous la surface de référence (valeur médiane inférieure à 0 m).

Inversement, pour qu'une sous-zone reste ouverte :

- la zone contiguë doit être excavable ;
- réduction au minimum du volume négatif de sable disponible (volume se trouvant en-dessous de la surface de référence) ;
- profondeur d'extraction moyenne autorisée supérieure à 1 m ;
- 90% de la superficie au-dessus de la surface de référence.

3.4 Le volume d'extraction autorisé

L'ensemble des concessionnaires peuvent extraire 15 millions de m³ de sable sur une période de 5 ans (soit 3 millions de m³ par an comme moyenne mobile sur 5 ans)². Seuls les volumes extraits pour le secteur du béton et dans la zone de contrôle 2 pour la suppléance des plages sont pris en ligne de compte dans les 15 millions de m³ extractible. Par conséquent, les volumes extraits dans les zones de contrôle 1, 3 et 4 dans le cadre de la protection côtière ne sont pas comptabilisés.

Généralement, les autorisations accordées aux entreprises privées sont pour des concessions ordinaires tandis que les services régionaux tel que la Division Côtière et la Division Accès maritime du Ministère de la mobilité et des travaux publics disposent de concessions pour des projets exceptionnels (Figure 6). Les concessions pour projets exceptionnels octroyées aux autorités flamandes le sont dans le cadre du Plan directeur de la sécurité côtière, de la gestion des voies navigables, ...

Concessiehouder	Toegekend maximaal ontginningsvolume voor 2018
Charles Kestelijn NV	100.000 m ³
Dranaco NV	100.000 m ³
SATIC NV	150.000 m ³
TV Zeezand Exploitatie NV	100.000 m ³
Alzagri NV	200.000 m ³
Van Oord België	100.000 m ³
Belmagri NV	200.000 m ³
CBR - Sagrex	600.000 m ³
De Hoop Bouwgrondstoffen BV c.o. SATIC NV	100.000 m ³
DEME Building Materials NV	1.000.000 m ³
Vlaamse overheid – MDK – Afdeling Kust	1.200.000 m ³
Vlaamse overheid – Maritieme Toegang	350.000 m ³
DC Industrial NV	800.000 m ³
NHM NV	550.000 m ³
Betonzentrale Van den Braembussche	200.000 m ³

Figure 6 Aperçu des détenteurs de concessions pour l'extraction de sable dans la PBMN avec leurs quotas d'extraction pour 2018.

Source : [22]

Les quotas d'extraction maximale sont renouvelés chaque année pour tous les concessionnaires. La Commission consultative, en se basant sur l'examen du volume total extrait et des volumes extraits par chacun des concessionnaires durant les 5 dernières années, soumet des propositions de quotas au ministre de l'Economie. Le ministre de l'Economie se fonde sur ces propositions pour fixer le quota d'extraction maximal par concessionnaire pour l'année suivante.

² Les volumes extraits pour des projets exceptionnels ne sont pas pris en compte, à l'exception des volumes extraits dans la zone de contrôle 2 (zone d'habitat des bancs de Flandre).

Un nouveau concessionnaire se voit automatiquement octroyer un volume d'extraction de 100 000 m³. S'il souhaite extraire un volume plus important, une demande motivée doit être soumise auprès du SPF Economie. Cette demande peut être acceptée ou refusée.

3.4.1 Les exceptions

Le volume maximum d'extraction dans la zone de contrôle 2 est limité à 1 578 000 m³ par an pendant la période 2020-2025 afin de protéger la zone d'habitat des bancs de Flandre (Figure 3).

Dans la zone de contrôle 4 (Hinder Banks), l'extraction d'un maximum de 35 millions de m³ de granulats marins est autorisée sur une période de 10 ans.

3.5 Les redevances

Tous les concessionnaires³ doivent s'acquitter d'une redevance annuelle minimale de 18 592,02 €⁴ plus un montant au prorata du volume extrait. Les redevances par m³ sont ajustées annuellement et varient selon la qualité du sable [19]:

- sable des zones de contrôle 1, 2, 4 et 5 : 0,73 €/m³ en 2021 ;
- sable de la zone de contrôle 3 (qualité inférieure) : 0,48 €/m³ en 2021.

Les redevances ont augmentés par rapport à 2020 [18]:

- sable des zones de contrôle 1, 2, 4 et 5 : 0,54 €/m³ ;
- sable de la zone de contrôle 3 (qualité inférieure) : 0,35 €/m³.

L'intégralité des redevances sont destinées à financer [18]:

- l'examen continu de l'incidence des activités d'exploration et d'extraction de sable sur le milieu marin ;
- le contrôle de l'extraction de sable ;
- l'organisation des journées d'étude, des groupes de travail, des projets de recherche et des événements, nationaux et internationaux ;
- la recherche de nouvelles zones d'exploitation.

³ Les services publics régionaux ne payent pas de redevance.

⁴ 12 394,68 € pour le SPF Economie et 6 197,34 € pour l'UGMM.

3.6 L'extraction de sable en pratique

3.6.1 L'autorisation de concession, les types de navire d'extraction et la méthode d'exploitation autorisée

Une autorisation de concession est exigée pour toute extraction. Les zones de contrôle et les secteurs d'extraction où le concessionnaire peut procéder à l'extraction de sable sont stipulés sur cette autorisation. L'autorisation de concession fixe également la validité de la concession (10 ans généralement).

Les dragues à élinde traînante (THSD) sont employables dans toutes les zones de contrôles, alors que l'utilisation des dragues aspiratrices stationnaires est restreinte à la zone de contrôle 3.

L'extraction doit se dérouler sur une zone contiguë et en couches de maximum 0,5 m d'épaisseur.

3.6.2 Profondeur d'extraction maximale par zone de contrôle

Les profondeurs maximales d'extraction correspondantes à la surface de référence sont référencées par rapport au niveau des plus basses mers astronomiques (LAT).

À titre d'exemple, la surface de référence (Figure 7) et les profondeurs maximales d'extraction (Figure 8) pour la zone de contrôle 1 sont présentées ci-dessous.

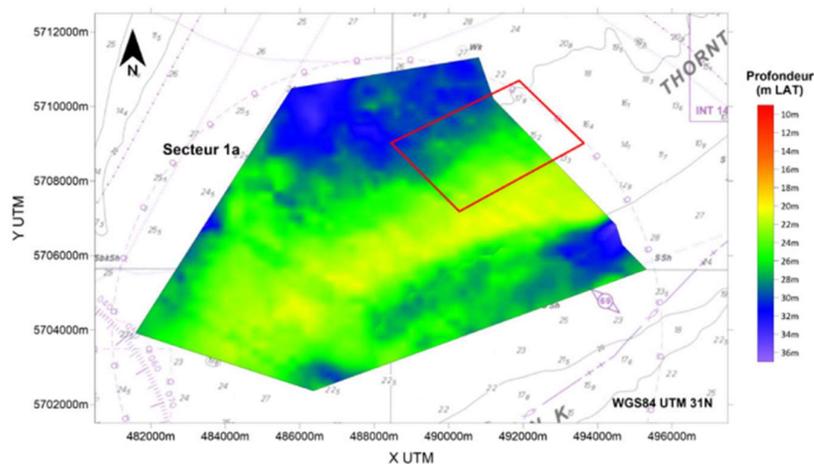


Figure 7 Surface de référence de la zone de contrôle 1 (Thorntonbank) telle que définie dans le Plan spatial marin 2020-2026. Profondeur en m LAT. La zone de référence pour le monitoring de l'impact de l'extraction et des parcs éoliens est indiquée en rouge.

Source : [18]

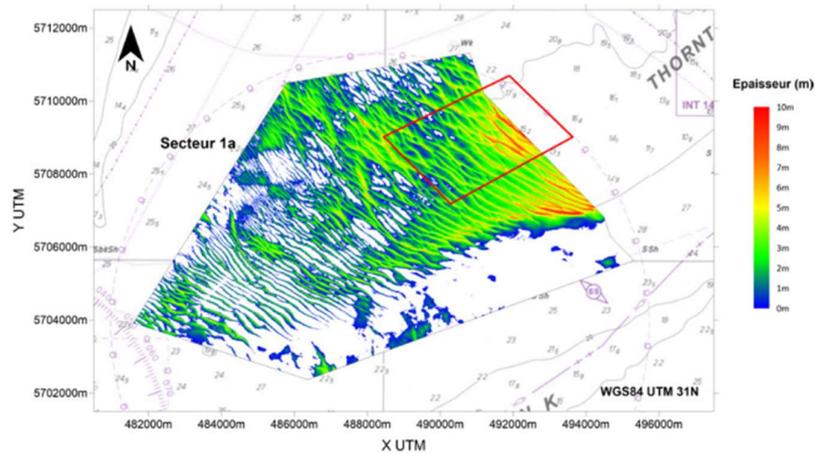


Figure 8 Epaisseur (m) de la couche de sable exploitable dans la zone de contrôle 1 (Thorntonbank), délimitée conformément au Plan spatial marin 2020-2026. Profondeur en m LAT. Dans les zones incolores, la profondeur d'extraction maximale a été atteinte ou a déjà été dépassée. La zone de référence pour le monitoring de l'impact de l'extraction et des parcs éoliens est indiquée en rouge.

Source : [18]

3.6.3 Les zones interdites

Dans le but de préserver le milieu marin et/ou la pêche en mer, l'exploitation de sable dans certaines zones peut être, à titre exceptionnel, temporairement restreinte ou interdite. Des restrictions peuvent également être imposées dans les zones militaires pour des raisons de sécurité nationale.

3.6.4 Distance de sécurité

Les distances de sécurité minimales à respecter lors des opérations d'extraction :

- 250 m des câbles en service ;
- 1000 m des conduites de gaz.

3.7 Le contrôle de l'extraction de sable

L'activité d'extraction elle-même est contrôlée, ainsi que son impact sur le milieu marin.

3.7.1 Le contrôle de l'activité

3.7.1.1 L'Electronic Monitoring System (EMS)

Sur chaque navire d'extraction, la présence d'un EMS ou boîte noire est obligatoire⁵. Le code du concessionnaire et le numéro de voyage devront être encodés manuellement dans l'EMS pour chaque voyage.

L'EMS enregistre les données suivantes [18] :

- l'identification du navire d'extraction ;
- la date et l'heure (U.T.C.) d'un enregistrement ;
- la position du navire d'extraction ;
- la vitesse du navire d'extraction (en nœud) ;
- l'état de fonctionnement des pompes (marche/arrêt) ;
- l'état de l'extraction (actif/non actif).

Dès que le volume dragué est mesuré, le commandant de bord a le devoir d'introduire le volume effectivement extrait (m³) dans l'EMS.

L'EMS a d'abord été conçu pour vérifier si les concessionnaires se conforment aux conditions imposées dans les autorisations de concessions, même si aujourd'hui il est également utilisé comme instrument de mesure.

3.7.1.2 Le registre

Un registre des extractions doit être tenu à bord. Les bons numérotés (en trois exemplaires) contenus dans le registre mentionnent, entre autres, le lieu de chargement, le volume chargé et déchargé, le lieu de déchargement et la destination finale (Figure 9). Le numéro de série du bon du registre doit être identique au numéro de voyage entré dans l'EMS. Dès qu'un registre est entièrement rempli, il doit être renvoyé au Service du Plateau continental.

⁵ L'EMS est placé aux frais du concessionnaire.

Figure 9 Exemple d'un bon de registre des extractions.

Source : [18]

3.7.1.3 Les chiffres d'extraction

Le concessionnaire doit soumettre tous les mois un tableau récapitulatif des volumes extraits au Service Plateau continental (Figure 10).

Naam bedrijf:		CP		Jaar/Maand:		Totaal volume (m³): 0		
Datum laden	Starttijd laden	Bonnummer register	Naam ontginningsvaartuig	Laadplaats	Naam transportvaartuig	Losplaats	Bestemming	Effectief gelost volume (m³)

Figure 10 Tableau de déclaration mensuelle des chiffres d'extraction contenant plusieurs colonnes : date de chargement, heure de début de chargement, numéro de série du bon de registre, nom du navire, lieu de chargement, nom du navire de transport, lieu de déchargement, destination et volume effectif déchargé (m³).

Source : [18]

3.7.2 Le contrôle de l'impact de l'extraction sur le milieu marin

Le contrôle de l'impact de l'extraction de sable sur les fonds marins est rendu possible grâce aux mesures réalisées par un échosondeur multifaisceaux (MBES) dans les zones de contrôle. Les deux types de mesures enregistrées par l'échosondeur, à savoir des mesures

bathymétriques et de rétrodiffusion (backscatter) sont compilées pour établir deux types de cartographie détaillée des fonds marins. L'évolution de ces cartes permet de tirer les conclusions, dans le cas des cartes bathymétriques, de l'impact de l'extraction sur la profondeur et la morphologie des fonds marins, et dans le cas des cartes de rétrodiffusion, sur la nature des sédiments et plus largement, sur les habitats marins (voir 7.1).

3.8 Les dommages

Les concessionnaires doivent prendre toutes les mesures nécessaires pour préserver le milieu marin sous peine de devoir réparer ou compenser les dommages au milieu marin qui sont liés à l'utilisation de leur concession. Ces mesures peuvent revêtir différentes formes : plan d'urgence, assurance ou garantie financière.

3.9 Les autorisations de concessions

3.9.1 Demande d'une nouvelle concession ou de prorogation⁶ et/ou demande d'extension d'une concession

La première étape est de remplir un dossier de demande de concession, auquel il faut joindre le rapport de l'étude sur l'impact environnemental (EIE). La seconde étape est d'envoyer ce dossier au SPF Economie et à l'UGMM.

Le processus de traitement d'une demande de concession est détaillé à la Figure 11.

⁶ Une demande de prorogation d'une concession doit être introduite au moins un an avant son échéance.

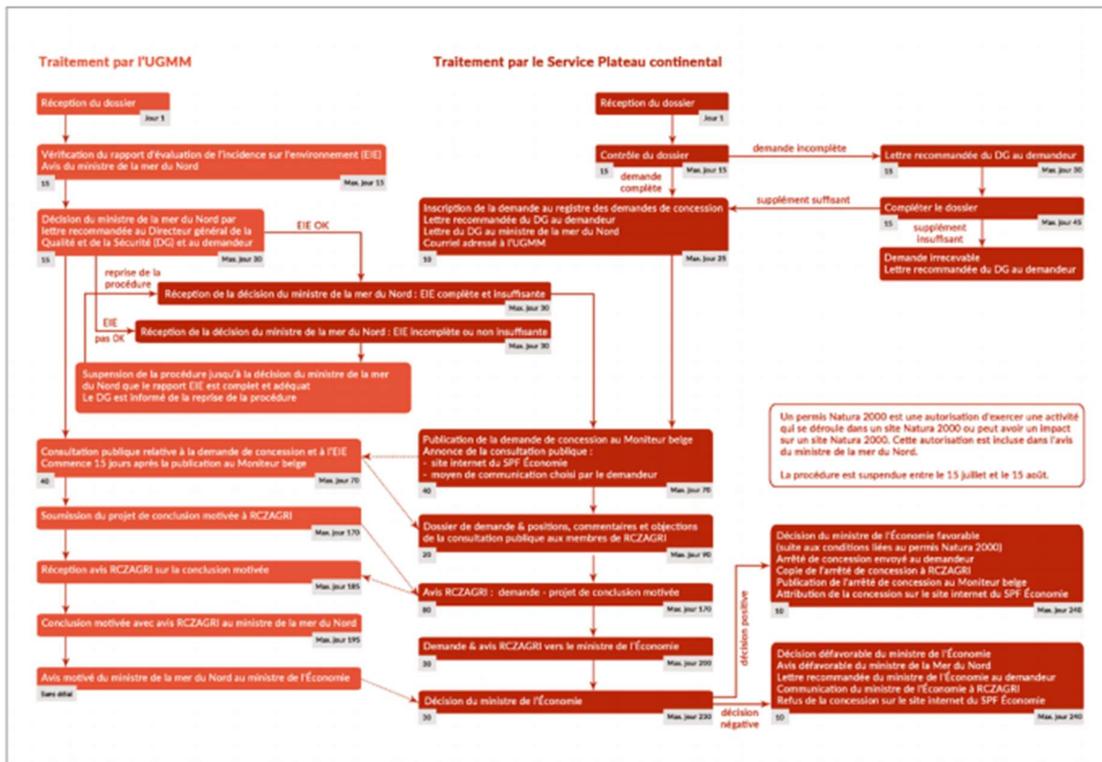


Figure 11 Diagramme du processus de traitement d'une demande de concession par le Service Plateau continental et l'UGMM.

Source : [18]

3.9.2 L'évaluation de l'incidence sur l'environnement

Le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIA), basé sur le rapport de l'étude sur l'impact environnemental (EIE), est examiné par l'UGMM. L'UGMM rédige par la suite une conclusion motivée qui synthétise son avis sur l'acceptabilité de l'activité proposée du point de vue du milieu marin. La conclusion est intégrée dans l'arrêté de concession.

3.9.2.1 Le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement

Le demandeur a la charge d'établir le rapport d'étude sur l'impact environnemental (EIE). Les principaux éléments que doit contenir ce rapport sont repris ci-dessous [18]:

- une description de l'activité : sa localisation, les caractéristiques physiques, les principales caractéristiques de la phase d'exploitation (y compris la consommation d'énergie) et la prévision du type et la quantité attendue de résidus, les émissions et déchets générés au cours de l'activité ;

- une description des alternatives raisonnables examinées par le demandeur, les arguments pour l'option choisie et une comparaison des impacts environnementaux respectifs ;
- une description de l'état actuel de l'environnement (référence) et un aperçu de son évolution possible si l'activité n'est pas réalisée ;
- une description des impacts environnementaux significatifs probables de l'activité (directe, indirecte, secondaire, cumulative et transfrontière, positive et négative, à tout moment) en raison de facteurs tels que l'existence de l'activité et des technologies utilisées, l'utilisation des ressources naturelles et les risques pour la santé humaine, le patrimoine culturel et l'environnement ;
- une description de la compatibilité avec d'autres activités maritimes ;
- une description des mesures prévues pour éviter, prévenir, réduire ou, si possible compenser tous les effets environnementaux négatifs importants identifiés ;
- une évaluation spécifique pour l'exploitation de la zone de contrôle 2.

3.9.2.2 *La conclusion motivée*

À supposer que l'activité l'UGMM juge l'activité proposée comme acceptable, la conclusion motivée précisera les points suivants [18]:

- les conditions particulières dans lesquelles l'activité est acceptable ;
- les dispositions spécifiques pour le suivi des effets de l'activité ;
- une compensation pour financer des avantages environnementaux qui contrebalanceraient les effets néfastes de l'activité ;
- l'évaluation et les conditions associées à la compensation (le cas échéant).

3.9.3 Arrêt d'une concession

Une concession peut prendre fin par expiration, par renonciation et par retrait (déchéance) si le concessionnaire ne respecte pas les conditions d'exploitation.

Chapitre 4 Les volumes d'extraction annuel et les réserves

4.1 L'évolution des volumes de sable extraits

Dans les années à venir, on prédit que la demande de sable s'élèvera à une moyenne de 3,5 millions de m³ par an. Cette prédiction correspond à la limite d'extraction de 15 millions de m³ sur 5 ans auquel s'ajoute un volume de 500 000 m³ par an pour la maintenance des plages. Nonobstant, de vastes projets d'infrastructures et/ou de poldérisation pourraient influencer grandement l'évolution future de la demande de sable.

En 1976, lorsque l'extraction de sable a débutée en Belgique, la production annuelle était de seulement 29 000 m³ (Figure 12). Les volumes d'extraction annuels ont directement montré une tendance à la hausse marquée de quelques pics. Comme par exemple en 1991 et 1997 où l'extraction a culminé en raison de la construction de gazoducs sous-marins.

Au cours de la dernière décennie, le volume annuel de sable extrait a principalement fluctué entre 2 et 4 millions de m³. En 2019, l'extraction de sable représentait 3,5 millions de m³. 55% a été déchargé dans les ports belges, 15% a été utilisé pour la maintenance des plages et 30% a été exporté à l'étranger (Pays-Bas, France et Royaume-Uni). 13 % de ce qui a été exporté à l'étranger est revenu alimenter le marché belge [19].

L'évolution des volumes de sable extraits est représentée à la Figure 12. Dès 1997, les volumes de sable extraits par année ont été découpés selon leurs utilisations finales.

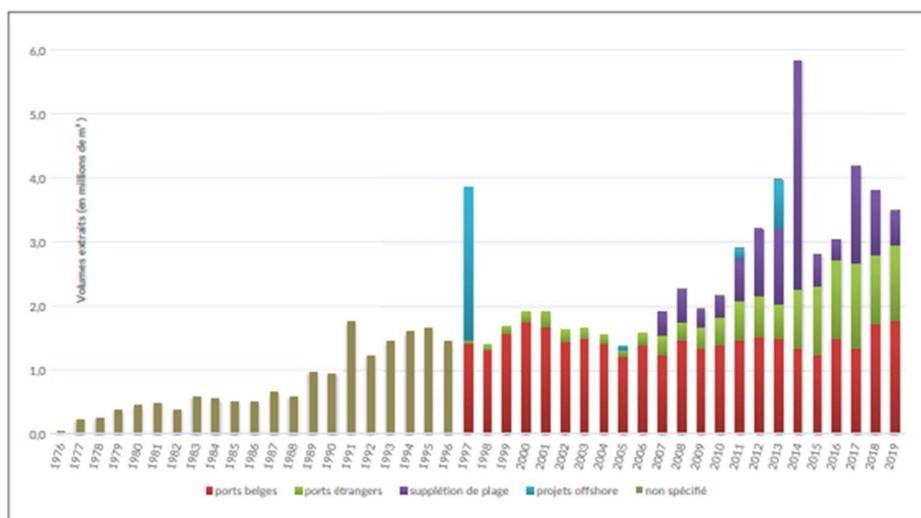


Figure 12 Evolution de l'extraction de sable marin dans la PBMN de 1976 à 2019. Graphique basé sur les données des registres d'extraction.

Source : [19]

L'interprétation du graphique permet de faire ressortir quelques éléments intéressants. On constate tout d'abord que la période 2011-2019 a été marquée par de larges volumes de sable utilisés pour la supplétion des plages sous le "Plan directeur sécurité côtière". Un record de $3,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ont été extraits à cette fin en 2014, soit 60% de l'extraction annuelle. En 2017, c'est près de 40% qui ont été utilisés pour la supplétion des plages [19].

Ensuite, les chiffres nous montrent que le volume de sable extrait à des fins industriels pour les ports belges et les ports étrangers a nettement augmenté. $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ont été extrait en 2013 contre $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 2019, soit une hausse de 50% en seulement 6 ans. Malgré cela, la caractéristique la plus intéressante reste l'augmentation constante, presque linéaire du volume de sable déchargé dans les ports étrangers sur la période 2006-2017. En pourcentage, de 2013 à 2017, ce volume d'export est passé de 27% à plus de 50% du volume de sable extrait à des fins industriels. L'évolution du volume d'exportation vers les ports étrangers doit être suivie même s'il est vrai que la tendance était à la baisse en 2018.

La répartition des activités de dragage sur la période 2015-2019 (Figure 13) indique que plus de 48% de l'extraction a eu lieu dans la zone de contrôle 1, 21% dans la zone de contrôle 2, 13% dans la zone de contrôle 3 et 18% dans la zone de contrôle 4. La répartition mentionnée ici a normalement évolué suite aux changements, initiés par le plan d'aménagement des espaces marins 2020-2026, des limites des zones existantes et à la

création de la nouvelle zone de contrôle 5 sur le Blighbank. La nouvelle surface de référence entrée en vigueur en 2021 devrait également apporter son lot de changements. Il n'existe pas encore de données permettant de juger de l'influence de ces mesures sur la répartition des activités de dragage.

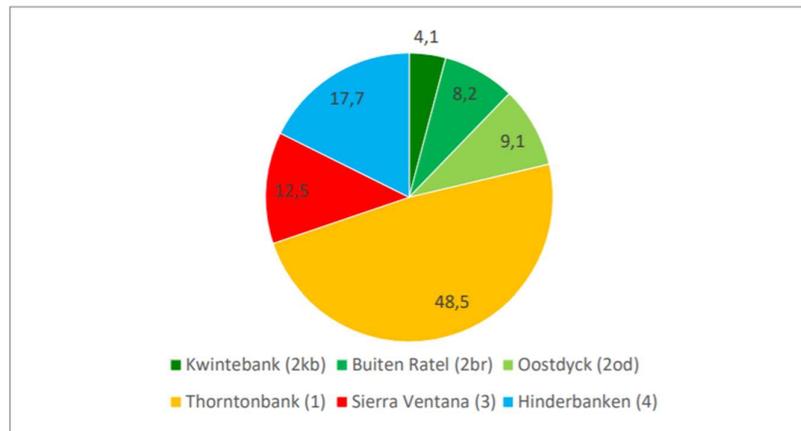


Figure 13 Répartition des activités de dragage sur la période 2015-2019 sur les différents bancs de sable (secteur d'extraction/zone de contrôle) (en %).

Source : [19]

4.2 L'évolution des réserves de sable

Le sujet de ce mémoire pose beaucoup de questions qui tournent autour de la même notion subjective et temporelle, les ressources de sable. À l'échelle de la PBMN, il faut différencier les ressources de sable de la réserve légale utile. Les ressources correspondent au volume total de sable présent dans la PBMN alors que la réserve légale utile représente le volume de sable effectivement exploitable.

4.2.1 Avant le 1^{er} janvier 2021 (avant la nouvelle surface de référence)

La réserve légale utile de sable était estimée sans aucune considération pour les différentes qualités de sable. La surface occupée par chacun des bancs de sable dans les différents secteurs d'extraction était déterminée à l'aide de l'isobathe⁷ de 20 m. Puisqu'il n'y a pas d'extraction dans les chenaux de navigation, on pouvait raisonnablement considérer que les surfaces orange (Figure 14) délimitées par les frontières des secteurs et l'isobathe de 20 m correspondaient à la surface totale utile pour l'extraction. Par conséquent, le volume de

⁷ Courbe de profondeur

sable que représentait la réserve légale utile était calculé en multipliant cette surface totale utile par 5 m. La limite verticale légale d'extraction en vigueur avant le 1^{er} janvier 2021 se situait à 5 m en-dessous d'un niveau de référence.

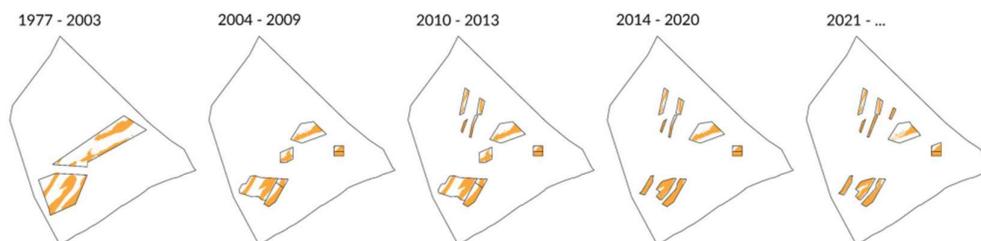


Figure 14 Historique cartographique des changements consécutifs des délimitations des secteurs d'extraction de sable dans la PBMN de 1977 à 2021.

Source : [23]

En 1977, la réserve légale utile était estimée à $954 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; en 2010 cette même réserve était estimée à seulement $590 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (Figure 15). En 2021, la réserve légale utile s'élève à 66% de la réserve initiale, c'est-à-dire $629 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. On constate que la diminution conséquente et la variation de la réserve légale utile sont surtout provoquées par les différents plans d'aménagements des espaces marins (PAEM) qui se sont succédés dans le temps. Ces différents plans ont eu pour conséquence de modifier les délimitations des secteurs d'extraction, diminuant ainsi la surface utile (Figure 14). Les volumes cumulés d'extraction de sable ont un effet moindre sur la diminution de la réserve légale utile. De 1977 à 2016, 77% de la diminution de la réserve légale utile est attribuable à la variation de la superficie totale utile des secteurs d'extraction contre 23% pour l'activité d'extraction elle-même.

C'est cohérent lorsque l'on sait que la superficie totale restreinte de la PBMN regroupe de nombreuses activités. Cela implique un contexte où l'ensemble des acteurs présents se disputent la superficie disponible. Pour le secteur de l'extraction, c'est ce contexte qui contrôle le volume de la réserve légale utile plutôt que l'activité d'extraction elle-même.

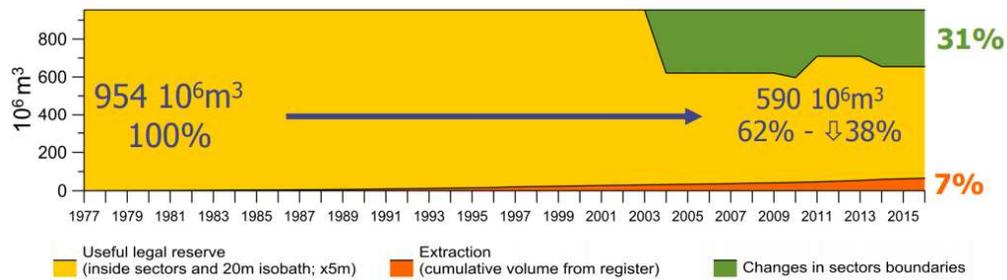


Figure 15 Evolution de la réserve légale utile en fonction de l'évolution de la délimitation des secteurs d'extraction et de l'activité d'extraction. La réserve légale utile (en jaune), le volume cumulé extrait (en orange) basé sur les données des registres, les changements de délimitation des secteurs d'extraction (en vert).

Source : [17]

La réserve légale utile ne tient en aucun cas compte de la qualité de sable. Or, la durabilité économique de l'extraction du sable sur le long-terme dépend précisément des réserves de sable réelles, qui dépendent à leur tour des différentes qualités de sable présentes. Le projet TILES⁸ a été créé dans cette optique. Les débouchés de ce programme permettent entre autres de visualiser et de quantifier les réserves de sable réelles en fonction des différentes qualités présentes.

⁸ Transnational and Integrated Long-term Marine Exploitation Strategies

Chapitre 5 La nouvelle surface de référence

Une nouvelle surface de référence, limitant verticalement la profondeur d'extraction, a été définie le 1^{er} janvier 2021 indépendamment pour chaque secteur d'extraction, et ce sur la base de critères scientifiques et économiques.

5.1 Les effets de la nouvelle limite d'extraction sur la contrainte de cisaillement du fond marin

Dans le cadre de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin, la Belgique utilise différents indicateurs pour évaluer l'impact des activités humaines en mer. Ces indicateurs sont regroupés en plusieurs descripteurs qui, ensemble, doivent faire l'objet d'un suivi pour atteindre le bon état écologique dans les eaux marines belges (plus d'informations au Chapitre 6). Parmi ces descripteurs, le descripteur 7, relatif aux conditions hydrographiques, utilise la contrainte de cisaillement du fond. L'impact humain doit être pris en compte lorsque la contrainte de cisaillement moyenne du fond augmente de plus de 10%, ou que la variation du ratio entre la durée de la sédimentation et la durée de l'érosion se situe en dehors de l'intervalle [-5% ; 5%]. En outre, il est précisé que l'impact doit rester à une distance inférieure à la racine carrée de la superficie de la zone d'activité, mesurée à partir des limites de la zone. Cette zone est une "zone tampon", où une augmentation ou une diminution de la contrainte de cisaillement du fond de plus de 10% est autorisée [10].

Le principal défaut de l'ancienne limite d'extraction fixée à 5 m en-dessous du niveau de référence est qu'elle ne prenait pas en compte la géologie des zones de contrôle, ni de la relativité de l'impact par secteur. Cette limite a eu pour conséquence, la fermeture des zones où sont concentrées les qualités de sable les plus intéressantes économiquement (sable moyen à grossier) alors que les zones renfermant une qualité de sable économiquement moins intéressante (sable fin) sont restées ouvertes.

Depuis que cette limite a été définie par le Service Plateau continental en 2000, la durabilité économique de l'extraction de sable est devenue un enjeu majeur. La nouvelle limite d'extraction a donc pour objectif de limiter l'impact de l'extraction dans les zones les plus sensibles écologiquement et d'augmenter la durabilité économique, en tenant compte des volumes et des qualités de sables disponibles. Trois scénarios ont été envisagés dans

lesquels le volume totale des réserves, c'est-à-dire le volume total qui pourrait être extrait, diminue d'environ $1\,050\,10^6\text{ m}^3$ à $927\,10^6\text{ m}^3$, $538\,10^6\text{ m}^3$ ou $599\,10^6\text{ m}^3$ respectivement.

5.1.1 Les simulations pour le scénario 3

Les simulations ont été réalisées en utilisant le scénario 3 car il est le plus approprié conformément aux critères du descripteur 7. À la Figure 16, la bathymétrie originale, la bathymétrie de la nouvelle limite d'extraction et la différence entre les deux sont modélisées pour le secteur 2br (Buiten Ratel). La différence entre la bathymétrie originale et la bathymétrie après extraction varie entre 0 et 7 m dans ce secteur.

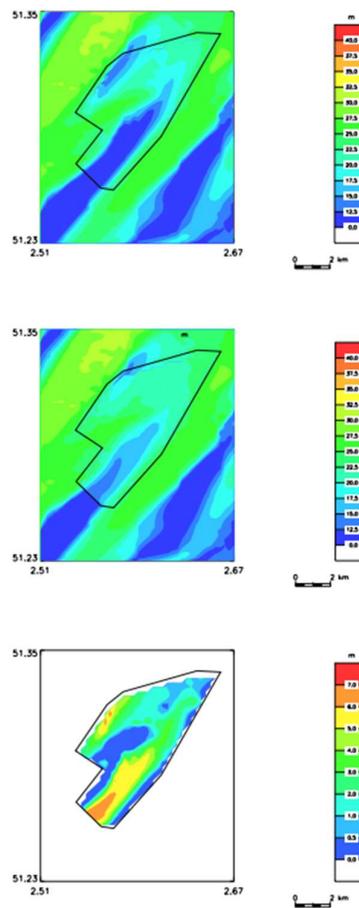


Figure 16 Haut : bathymétrie de la zone d'extraction 2br (Buiten Ratel) ; milieu : bathymétrie de la nouvelle limite d'extraction pour le scénario 3 dans la zone d'extraction 2br ; bas : différence entre la bathymétrie originale et la nouvelle limite d'extraction pour le scénario 3.

Source : [20]

Pour le scénario 3, les changements de la contrainte de cisaillement du fond induit par l'extraction jusqu'à la nouvelle limite d'extraction ont été évalués. L'objectif principal était

de déterminer si, en dehors de la zone tampon pour chaque secteur d'extraction, la contrainte de cisaillement du fond augmente ou diminue de plus de 10%. Les changements de la contrainte de cisaillement du fond engendrés par la nouvelle limite d'extraction sont représentés à la Figure 17. On peut voir qu'à l'intérieur des secteurs d'extraction, en raison de l'approfondissement, la contrainte de cisaillement diminue. En dehors des secteurs d'extraction, la contrainte de cisaillement augmente. De plus, on peut voir que la zone d'influence est considérable, s'étendant jusqu'à la côte, mais que les changements en dehors de la zone tampon restent limités.

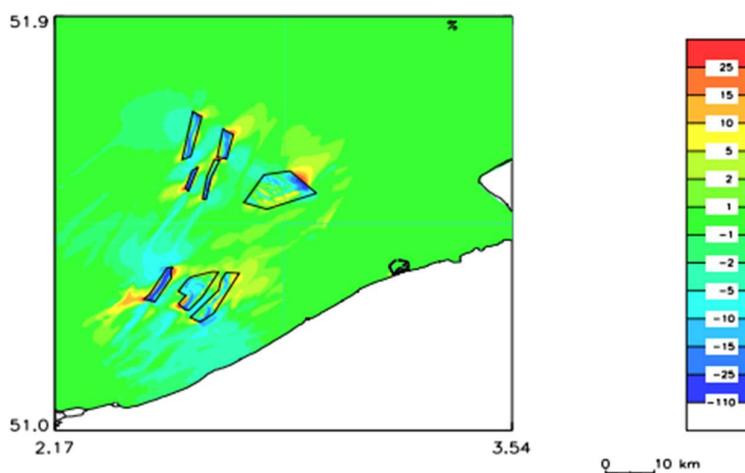


Figure 17 Modification de la contrainte de cisaillement du fond sur le plateau continental pour le scénario de la nouvelle limite d'extraction 3.

Source : [20]

La Figure 18 montre, pour le scénario 3, la variation minimale et maximale de la contrainte de cisaillement du fond marin pour les différents secteurs d'extractions à l'intérieur du secteur d'extraction, dans la zone tampon et à l'extérieur de la zone tampon. Les influences les plus importantes sont observées pour le secteur d'extraction 2od (Oostdyck). On constate que la plus forte diminution de la contrainte de cisaillement (-56%) se situe à l'intérieur de ce secteur, tandis que la plus forte augmentation (+73%) se situe dans la zone tampon entourant ce secteur. En dehors de la zone tampon autour du secteur 2od, dans une zone de 4,90 km², l'augmentation de la contrainte de cisaillement est supérieure à 10% (avec un maximum de +13,6%). Cela signifie que le scénario 3, le scénario le plus modéré, est en contradiction avec le descripteur 7.

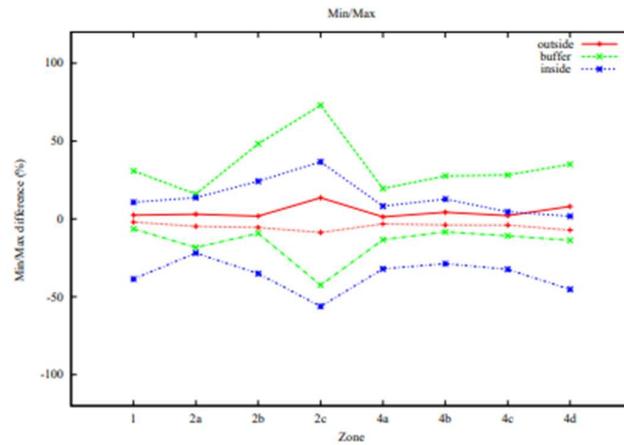


Figure 18 Variation minimale et maximale de la contrainte de cisaillement du fond pour les différents secteurs d'extraction à l'extérieur de la zone tampon (extérieur), dans la zone tampon (tampon) et dans la zone d'extraction (intérieur), pour le scénario 3.

Source : [20]

5.1.2 L'amélioration du scénario 3

Les simulations démontrent que la nouvelle limite d'extraction proposée par le scénario 3 rencontre un problème. Parmi les solutions étudiées, une solution se démarque car elle permet de limiter la diminution du volume de sable extractible. Cette solution consiste à remonter le niveau de la nouvelle limite d'extraction de 4 m dans l'entièreté du secteur d'extraction (Figure 19). Le désavantage est la diminution considérable par rapport au volume initial qui aurait pu être extrait si on avait appliqué la limite d'extraction du scénario 3 dans ce secteur. Sur les $104,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ initialement disponibles pour l'extraction dans le secteur 2od, il ne subsiste que $48,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

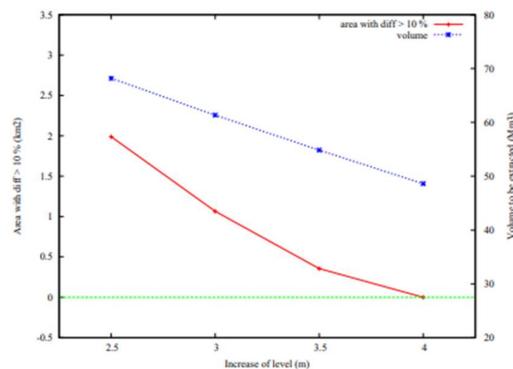


Figure 19 Zone en dehors de la zone tampon où la différence de contrainte de cisaillement au fond est supérieure à 10% (en km^2) et volume à extraire (en millions m^3), en fonction de l'augmentation du niveau de la limite d'extraction.

Source : [20]

5.1.3 Remarques sur les effets de la nouvelle limite d'extraction sur la contrainte de cisaillement du fond marin

Il convient de souligner que les critères du descripteur 7 ont été actualisés en 2018 pour devenir plus strictes. Désormais, la contrainte de cisaillement du fond doit être calculée en tenant compte des effets conjoints des courants et des vagues sur le fond [12]. Le rôle des bancs de sable dans la protection contre l'érosion côtière pourrait également être pris en considération à l'avenir. En effet, les bancs de sable permettent de briser les vagues plus au large.

Le concept de zone tampon a été abandonné parce-ce qu'une zone d'activité plus large équivalait à une zone tampon plus large. Cela avait pour conséquence la minimisation des problèmes en rapport avec le descripteur 7 lorsque la superficie des zones d'activité était revue à la hausse. De surcroît, la zone tampon n'incluait pas la dimension écologique de la zone concernée.

Les simulations de la contrainte de cisaillement du fond marin pour la nouvelle limite d'extraction du scénario 3 amélioré restent valables pour tous les secteurs d'extraction (à l'exception de la zone de contrôle 5 créée en 2020), et ce malgré les changements apportés aux critères du descripteur 7. Seuls les volumes de sable extractibles ont été légèrement impactés suite aux modifications des délimitations des secteurs d'extraction.

5.2 Les quantités et qualités des ressources géologiques de sable dans une perspective de durabilité

5.2.1 Les différentes qualités de sable exploité

La qualité du sable est dépendante du site d'extraction puisque chaque banc de sable a une distribution granulométrique particulière et de la teneur en coquillage. On distingue trois qualités de sable au sein des zones de contrôle (du moins intéressant au plus intéressant économiquement) :

- le sable très fin utilisé comme sable d'appoint pour la production d'asphalte ;
- le sable fin pour la production du mortier, de béton et d'asphalte, utilisé comme sable de drainage et pour la maintenance des plages ;
- le sable moyen à grossier pour la production de béton.

Il est impératif pour l'industrie de l'extraction de connaître quelle qualité de sable on trouve dans les différents secteurs d'extraction pour être à même de fournir la qualité de sable demandée par le marché.

5.2.2 Projet de recherche scientifique TILES

Pour anticiper sur l'offre et la demande future de sable marin, il est urgent de mettre en place des stratégies de gestion adaptative à long terme pour l'exploitation de cette ressource géologique. Ces stratégies doivent impérativement s'appuyer sur des connaissances géologiques exhaustives sur la distribution, la composition et la dynamique des ressources géologiques de sable. La constitution d'une telle base de connaissance est en cours pour la PBMN sous le projet de recherche scientifique TILES. Le projet doit permettre à long terme de fournir des prévisions sur la quantité et la qualité des ressources géologiques de sable.

Dans un contexte où l'on veut améliorer la durabilité des réserves de sable, l'analyse des scénarios d'utilisation des réserves, mais aussi sur les impacts environnementaux attendus, sont importantes. Il s'agit principalement de prédictions sur le degré d'approfondissement des fonds marins avant que des changements majeurs ne surviennent dans le régime des courants et des vagues. La façon dont les sédiments marins changent, avec les implications pour la biodiversité font aussi l'objet de prédictions. À cet égard, la nature géologique du sous-sol est importante. Jusqu'à présent, elle n'est jamais prise en compte dans les études portant sur l'impact environnemental de l'extraction de sable.

En prévision de la définition de seuils d'exploitation durables, une modélisation 4D des réserves de sable doit être réalisée en tenant compte des conditions géologiques limites mentionnées précédemment.

Un dernier aspect consiste à rassembler toutes ces informations dans un outil d'aide à la prise de décision sur des sujets concernant l'utilisation des réserves de sable à grande échelle et à long terme.

Tous ces défis ont été intégrés dans le projet de recherche TILES.

5.2.3 Interrogation sur les quantités et la qualité des réserves de sable dans une perspective de durabilité

Lors de la conception de la nouvelle surface de référence, un certain nombre d'éléments ont dû être pris en considération:

- En vue de protéger autant que possible l'intégrité des fonds marins, l'extraction doit être limitée à l'ensemble homogène supérieur des sédiments. Dans cette couche, la qualité du sable reste plus ou moins constante. Si l'extraction se poursuivait jusqu'aux couches sous-jacentes, cela modifierait la nature des sédiments à la surface du fond marin et, par conséquent, la qualité du sable disponible pour l'extraction.

Pour déterminer la limite inférieure de cette couche homogène, une cartographie géologique (sismique) complète et détaillée est nécessaire. C'est important car la présence et l'épaisseur des couches géologiques varient dans la PBMN. Le résultat est une nouvelle surface définie par le Service Plateau continental : SDS (Shallowest Discordant Surface). Il s'agit d'une surface pour l'ensemble de la PBMN avec la profondeur de la première hétérogénéité trouvée dans la composition du fond marin.

La limite SDS + 1m est devenu la nouvelle limite inférieure absolue d'extraction de la nouvelle surface de référence. L'extraction a été limitée à une profondeur de 1 m au-dessus du SDS compte tenu de l'imprécision et des erreurs possibles dans les mesures sismiques et leur interprétation.

- Les bancs de sable jouent un rôle essentiel dans la protection de la côte belge, la préservation maximale de leur morphologie est donc une priorité. Cependant, on consent à ne conserver que la forme de base, ce qui permet d'ouvrir à l'exploitation l'important volume de sable des dunes, la partie mobile du banc.

La forme de base des différents bancs de sable dans les zones de contrôle peut être approchée de deux manières différentes avec le BAS et l'ECOS⁹ (Figure 20 et Figure 21).

⁹ Osculatory – Enveloppe Surface

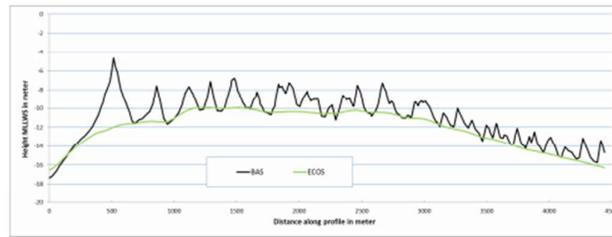


Figure 20 Coupe transversale le long du profil AB (voir figure suivante) à travers les surfaces BAS et ECOS pour l'Oostdyck. Profondeur en mètre MLLWS.

Source : [7]

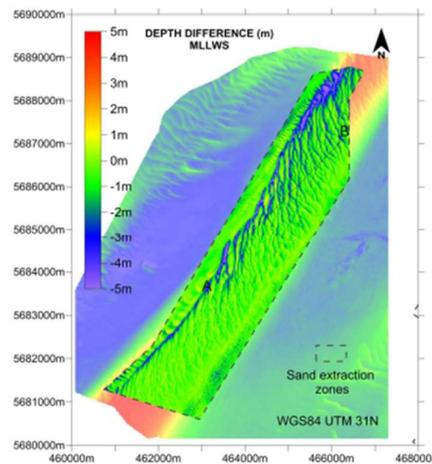


Figure 21 Différence de profondeur entre la bathymétrie (BAS) et la forme de base (ECOS) de l'Oostdyck (secteur 2od). A-B égale au profil de la figure précédente.

Source : [7]

Les changements occasionnés par l'entrée en vigueur du plan d'aménagement des espaces marins en 2020 n'ont pas pu être intégrés puisque les volumes extractibles dont il est question plus bas ont été calculés plusieurs années en amont de l'implémentation de la nouvelle surface de référence.

5.2.3.1 Développement de scénarios

Un ensemble de scénarios a été élaboré à partir de la limite SDS et du modèle bathymétrique détaillé des zones de contrôle (BAS) ou de la forme de banc modélisée (ECOS) (Figure 22). La réserve totale de sédiments homogènes Holocène (différence entre BAS et SDS) et de sédiments dynamiques (différence entre BAS et ECOS) est calculée et comparée pour les différents scénarios.

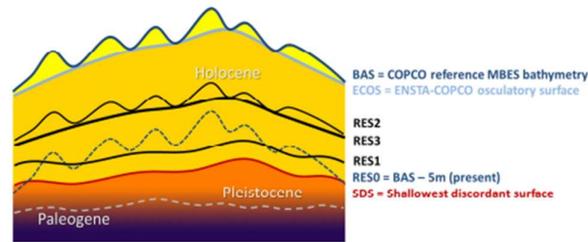


Figure 22 Aperçu des différents scénarios au moyen d'une coupe transversale schématisée d'un banc de sable.

Source : [7]

- Le scénario de base (RES0) correspond à l'ancienne limite d'extraction située à 5 m sous l'ancien niveau de référence. La nature des sédiments présents n'était pas prise en compte, et permettait donc l'extraction jusqu'à une profondeur supérieure à celle de la couche homogène supérieure (Holocène) (Figure 23).

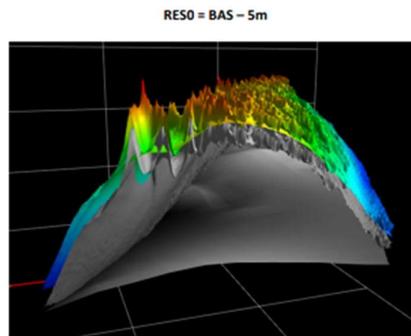


Figure 23 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES0 en gris (BAS-5m).

Source : [7]

- Le scénario 1 (RES1 = SDS + 1 m) offre le volume le plus important mais ne respecte pas le critère de conservation de la forme de base des bancs (Figure 24). Ce scénario a été retenu pour la zone de contrôle 3 (Sierra Ventana) en raison de sa nature spécifique. L'alternance des déversements et de l'extraction entraîne un changement continu de la morphologie du fond marin. Ainsi, seul la nature des sédiments à la surface du fond-marin ne doit pas être altérer.

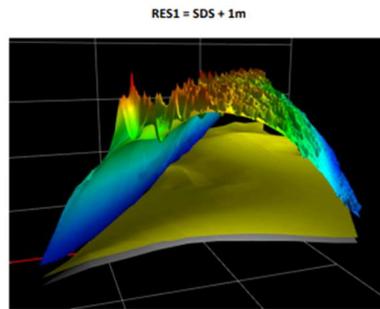


Figure 24 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES1 en jaune ($RES1 = SDS+1m$).

Source : [7]

- Le scénario 3 (RES3) permet de conserver partiellement la morphologie des bancs. L'utilisation de BAS à la place de la forme modélisée des bancs (ECOS) permet également d'ajouter le volume des dunes de sable (volume dynamique) au volume total disponible. La nouvelle surface de référence est à mi-chemin entre SDS et ECOS (Figure 25).

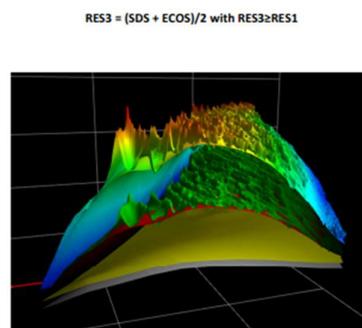


Figure 25 Coupe transversale 3D de l'Oostdyck avec RES3 en rouge ($RES3 = (SDS + ECOS)/2$ avec $RES3 \geq RES1$).

Source : [7]

Les volumes disponibles pour chacun des scénarios peuvent être estimés. La tendance générale, par rapport au scénario de base (RES0), est un déplacement des volumes disponibles vers l'Oostdyck, la partie orientale du Thornton Bank et les Hinder Banks.

5.2.3.2 Sélection d'un scénario

Le scénario 3 a été retenu parmi les différents scénarios étant donné qu'il représente le meilleur compromis entre les critères. Comme expliqué précédemment, la surface de référence du scénario 3 (RES3) doit être remontée de 4 m dans le secteur d'extraction 2od (Oostdyck) pour remplir les conditions hydrographiques imposées par le descripteur 7 (voir 5.1).

En 2017, le volume maximal disponible à l'intérieur des limites des secteurs était estimé à $599 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de sable. 4 ans plus tard, en 2021, la réserve de sable¹⁰ est estimée à $629 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. On observe que l'implémentation en 2020 du plan d'aménagement des espaces marins a eu pour effet d'accroître les réserves de sable.

Pour autant, le volume extractible ne correspond pas aux réserves de sable. En effet, la distribution spatiale du sable est fragmentée, en particulier dans la zone de contrôle 1, ce qui réduit largement les quantités extractibles. En outre, le sable n'est pas extrait jusqu'aux limites des secteurs d'extraction car cela entraînerait des infractions à la réglementation et causerait un impact direct sur les fonds marins en dehors des secteurs d'extraction. Par ailleurs, si l'extraction dépasse la nouvelle surface de référence, les sous-zones touchées seront fermées alors que les réserves de sable qu'elles renferment n'auront pas été exploitées à 100%.

Même si ce n'est pas une tâche aisée de déterminer quelle part des réserves de sable est réellement extractible, une extraction de 50% du volume disponible semble réaliste compte tenu des arguments énumérés ci-dessus. Le volume de sable réellement extractible représenterait dès lors $315 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, soit une extraction possible pendant encore 90 ans au rythme d'extraction prédit pour les années à venir ($3,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ par an). Dans moins d'un siècle, le sable marin belge ne devrait plus être légalement disponible et être considérée comme une commodité rare. Ce pronostic ne tient pas compte d'une nouvelle augmentation combinée des volumes d'extraction autorisés et des chiffres d'extraction ou des modifications qui vont être apportés en 2026 par le nouveau plan d'aménagement des espaces marins ou des volumes supplémentaires pour des projets spéciaux (pour la défense côtière ou la construction offshore), qui diminuerait les prévisions. Les volumes de sable qui vont potentiellement être découverts dans la zone de prospection et qui pourrait augmenter les prévisions ne sont également pas pris en compte.

¹⁰ Les réserves de sable données au 3.3.2.1 doivent encore être corrigées avec les données EMS de 2020.

Chapitre 6 La Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)

6.1 Généralités

La Directive-cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM) adoptée le 17 juin 2008 est la réponse européenne à la prise de conscience collective de la pression croissante que subissent les équilibres naturels dans les milieux et du fait que les ressources disponibles ne sont pas inépuisables. Selon le DCSMM :

Le milieu marin est un patrimoine précieux qu'il convient de protéger, de préserver et, lorsque cela est réalisable, de remettre en état. L'objectif final est de maintenir la diversité biologique et de préserver la diversité et le dynamisme des océans et des mers : d'offrir aux générations suivantes un milieu marin durable [12].

La Directive-cadre stratégie pour le milieu marin en tant que pilier de la Politique maritime européenne¹¹ doit permettre d'atteindre cet objectif. Elle vient remplacer les premières mesures qui avaient été prises dans une approche sectorielle et qui avait mené à un arsenal désordonné de mesures politiques, législations, conventions, ... aussi bien au niveau national, régional, européen qu'international.

6.2 Mise en œuvre nationale

La Belgique, comme tous les membres de l'Union européenne qui jouxtent la mer, est tenue d'élaborer une stratégie pour le milieu marin en vue d'arriver au "Bon Etat Ecologique" (BEE) en 2020. Cette stratégie doit formuler au travers d'objectifs, appelés descripteurs, comment le bon état écologique sera atteint. Les descripteurs peuvent faire référence à l'état du milieu marin comme la biodiversité (D1), les réseaux trophiques (D4), l'intégrité des fonds marins (D6) et les populations de poissons exploités à des fins commerciales (D3) ou ils peuvent faire référence aux pressions anthropiques comme les espèces non indigènes (D2), la pêche (D3), l'eutrophisation (D5), la dégradation physique du sol marin (D6), les

¹¹ Politique qui régit les activités en mer.

propriétés hydrographiques (D7), les contaminants (D8), la sécurité alimentaire (D9), les déchets marins (D10) et l'énergie y compris les sources sonores sous-marines (D11).

L'Europe avait imposé le suivi d'un calendrier pour la réalisation du bon état écologique :

- 2012 :
 - évaluation initiale de la PBMN ;
 - description de bon état écologique par l'intermédiaire des descripteurs ;
 - analyse socio-économique des activités présentes dans la PBMN.
- 2014 : élaboration d'un programme de surveillance du milieu marin et des pressions anthropiques
- 2016 : application d'un programme de mesures destinées à protéger le milieu marin
- 2018 : révision sexennale de l'évaluation initiale pour juger des résultats atteints
- 2020 : date limite pour atteindre le bon état écologique

6.2.1 Le cadre réglementaire

En Belgique, le monitoring des effets de l'extraction de sable sur le milieu marin était déjà une obligation légale sous la législation nationale (loi plateau continental du 13 juin 1969). Désormais, c'est une obligation légale sous une législation supranationale avec la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin. L'arrêté royal du 23 juin 2010 transpose partiellement cette directive dans le droit belge.

6.3 Coordination internationale

Le milieu marin ne s'arrêtant pas aux frontières, la Directive-cadre exige que les états membres s'entendent sur l'élaboration d'une stratégie commune et sur la fixation de valeurs seuils spécifiques par région ou sous-région marine. La partie belge de la mer du Nord ne représentant que 0,5 % de la mer du Nord et bordant les eaux de trois pays limitrophes, la Belgique ne peut atteindre ces objectifs environnementaux de manière unilatérale sans mettre en place une étroite coopération internationale. La Belgique peut se reposer sur la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique nord-est (OSPAR) pour coopérer avec ses pays voisins.

6.4 La définition du bon état écologique à travers les descripteurs pour les eaux marines belges¹²

Les descripteurs pertinents en termes d'extraction du sable sont repris ci-dessous sous deux grandes catégories :

- pressions anthropiques et impacts sur le milieu marin :
 - D6 : intégrité des fonds marins (habitats benthiques) ;
 - D7 : conditions hydrographiques ;
 - D11 : sources sonores sous-marines.
- état du milieu marin :
 - D6 : intégrité des fonds marins (habitats benthiques).

Les descripteurs ne sont pas discutés en profondeur dans cette section. Ils sont directement comparés avec les résultats des suivis scientifiques de l'extraction de sable pour déterminer si les objectifs environnementaux ont été atteints et si les mesures ont eu l'effet escompté.

6.5 Le troisième rapport fédéral en matière d'environnement

En octobre 2018, le rapport "Actualisation de l'évaluation initiale pour les eaux marines belges" dans le cadre de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin est paru. Ce rapport fédéral constitue un état de l'environnement marin sur la base de 50 indicateurs et objectifs environnementaux définies en 2012.

6.5.1 Résumé du rapport

Dans la partie belge de la mer du Nord (PBMN), malgré une évolution positive observée de certains descripteurs, le bon état écologique (BEE) n'était pas atteint en 2018 (Figure 27). Pour certains descripteurs, le monitoring n'avait démarré que récemment et il fallait encore recueillir des données avant de pouvoir tirer des conclusions. C'était le cas du descripteur D7 relatif aux conditions hydrographiques. Pour d'autres descripteurs, comme le descripteur D11, des connaissances plus approfondies et un fondement scientifique étaient encore nécessaires pour compléter l'évaluation de certains aspects liés aux bruits sous-marin [6].

¹² L'implémentation belge de la DCSMM, de la Directive-cadre Eau, de la directive Oiseaux et Habitats ne représente pas moins qu'un total cumulé de 50 objectifs environnementaux et indicateurs y afférents à atteindre dans les eaux marines belges.



Figure 26 Résumé des résultats par descripteur utilisé pour l'actualisation de l'évaluation initiale pour les eaux marines belges. L'unité de mesure utilisée est indiquée dans la note en bas de la figure.

Source : [6]

6.5.2 Pressions anthropiques et impacts sur le milieu marin

6.5.2.1 Perturbation physique et perte physique du fond marin (D6)

L'étendue spatiale de la perte physique est limitée car l'espace utilisé par les éoliennes, les câbles d'énergie et de télécommunication, les épaves, les pylônes et les stations radar dans la PBMN est limité. En outre, les infrastructures portuaires s'étendant vers l'intérieur des terres par rapport à la ligne de base, elles n'influencent pas la superficie de la perte physique. La plus grande perturbation du type d'habitat initial est causée par le déversement de pierres destinées à protéger les gazoducs.

La perturbation physique se limite aux localisations effectives des activités humaines. La pêche est omniprésente dans la PBMN. Cependant, c'est l'intensité de la pêche dans une zone à proximité de la côte qui est responsable des perturbations enregistrées, même s'il

est vrai que le dragage et le déversement de matériaux de dragage participent également à la perturbation physique dans cette zone. Les perturbations engendrées par l'extraction d'agrégats sont situées plus au large. Elles concernent surtout les sables et les sédiments grossiers bien qu'aucune augmentation ou diminution n'ai été enregistrée sur la période 2011-2016 [6].

6.5.2.2 *Changements hydrographiques (D7)*

L'étendue cumulée des changements hydrographiques permanents est passée de 15,57 km² en 2011 à 23,69 km² en 2016. Cette augmentation est uniquement attribuable à la construction des parcs éoliens offshore.

Des études récentes ont montrées que la présence des éoliennes pouvait perturber localement le patron d'érosion et de sédimentation sur une superficie d'environ 0,066 km² autour de chaque éolienne. Pour l'ensemble des 233 éoliennes qui étaient installées dans la PBMN à la fin de 2016, les changements hydrographiques cumulés s'étendaient sur 15,38 km² [6].

6.5.2.3 *Bruit sous-marin et autres formes d'énergie (D11)*

L'eau est un milieu propice à la propagation du bruit : les ondes acoustiques se déplacent 5 fois plus rapidement dans l'eau que dans l'air. Les sources de bruit anthropogène enregistrées dans le milieu marin sont soit de courte durée et le plus souvent répétitives (bruit impulsif), soit de plus longues durées et continues (bruit ambiant).

Le bon état écologique est atteint lorsque l'introduction d'énergie (bruits sous-marins) s'effectue à des niveaux qui ne nuisent pas au milieu marin. C'est dans cette optique que des objectifs ont été définis pour le bruit impulsif et le bruit ambiant.

Les principales sources de bruit impulsif dans les eaux belges entre 2011 et 2016 ont été le battage des pieux et la destruction des munitions présentes en mer (UxO). Les niveaux sonores élevés peuvent être nocifs pour les animaux marins, notamment les marsouins. Le déplacement temporaire de marsouins ont été observés lors du battage des pieux des éoliennes offshore. 226 fondations d'éoliennes offshore et 4 stations haute tension offshore ont été construites sur le fond marin de 2009 à 2016. Cela donne une idée du nombre de fois que la norme a été dépassée et que les marsouins ont été perturbés dans un rayon d'environ 20 km.

Suite aux résultats du monitoring qui a montré des niveaux sonores supérieurs à 185 dB re 1µPa (normalisé à 750 m de la source), des mesures de limitation du bruit ont été imposées dans le cadre de la construction des futurs parcs éoliens.

Le niveau du bruit ambiant est nettement inférieur au niveau mesuré à proximité des sources de bruit impulsifs. Le bruit ambiant sous-marin a une composante naturelle et une composante anthropogène. Les sources de bruit ambiant sont multiples et sont le plus souvent inidentifiables. Il devient dès lors difficile d'attribuer les augmentations des niveaux de bruit ambiant à des activités humaines spécifiques. Néanmoins, il évident que l'augmentation des activités humaines, notamment la navigation, les travaux de dragage, l'extraction de sable, la pêche et la production d'énergie éolienne au cours du siècle dernier a provoqué une augmentation du bruit ambiant sous l'eau [6].

6.5.3 Etat du milieu marin

Les descripteurs d'état D1, D4 et D6 ont une importance capitale puisqu'ils décrivent l'état, la structure et les processus de l'écosystème. Ces descripteurs sont associés respectivement à la biodiversité, aux réseaux trophiques et à l'intégralité du fond marin. En raison de leur lien mutuel étroit et de leur chevauchement, les descripteurs D1 et D6 seront traités conjointement.

6.5.3.1 Habitats marins benthiques (D1, D6)

L'état de l'habitat infralittoral¹³ de sable moyen à grossier s'est dégradé sur l'entièreté de la superficie du plateau continental belge. La principale cause est l'omniprésence de la pêche et dans une très faible mesure le déversement des déblais de dragage et l'extraction d'agrégats. L'influence du déversement des déblais de dragage est évalué défavorable pour 0,64% de l'habitat infralittoral. En ce qui concerne l'influence de l'extraction d'agrégats, elle est jugée défavorable pour 4,27% de l'habitat infralittoral de sable grossier. Par contre, l'évaluation de l'extraction d'agrégats n'indique pas d'influence défavorable sur l'état du benthos. Dans les zones où une activité d'extraction intensive (supérieur à 10 000 m³/an) a eu une influence sur la sédimentologie, on constate seulement une évolution manifeste au

¹³ L'étage infralittoral est une zone peu profonde propice au développement d'algues photophiles. Il correspond à la zone intertidale qui est constamment immergée, sauf lors de certaines grandes marées basses de vives eaux. Sa limite inférieure varie selon la turbidité.

niveau de la communauté benthique. Les zones du Buiten Ratel (1,3 km²) et du Thorntonbank (2,5 km²) sont concernées [6].

6.6 Les conclusions de l'implémentation de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin

Un rapport de la Commission européenne rend compte de l'implémentation de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin en 2020. Ce rapport reconnaît que la structure fournie par la directive a permis de mettre en place le suivi de l'état du milieu marin et des principales pressions subies. En revanche, ce rapport admet aussi que le délai légal disponible pour atteindre le bon état écologique était trop ambitieux. Les stratégies marines des Etats membres doivent également être affinées en fonction des résultats des mesures prises¹⁴. De plus, il est vrai que la directive-cadre présente quelques lacunes en ce qui concerne la réglementation de certaines activités, pour lesquelles une législation plus spécifique dans un cadre juridique national, régional ou communautaire est nécessaire.

Cette situation peut être liée à toute une série de facteurs, tels que la complexité de l'analyse et de la gestion du milieu marin et de l'établissement de rapports scientifiques à ce sujet, le manque de volonté politique pour financer et faire appliquer les mesures nécessaires de manière adéquate, ou le manque d'implication de certains secteurs économiques et privés. Ce rapport de la Commission européenne est donc mitigé [14].

¹⁴ Pour autant, il n'est pas certain que les mesures prises et les connaissances disponibles soient suffisantes.

Chapitre 7 Les rapports scientifiques sur l'extraction de sable

En dehors du panache sédimentaire généré dans le sillage des dragues, on peut affirmer que l'impact environnemental de l'extraction de sable n'est pas visible depuis la surface. La Figure 27 schématise les impacts directs et indirects qu'implique le dragage.

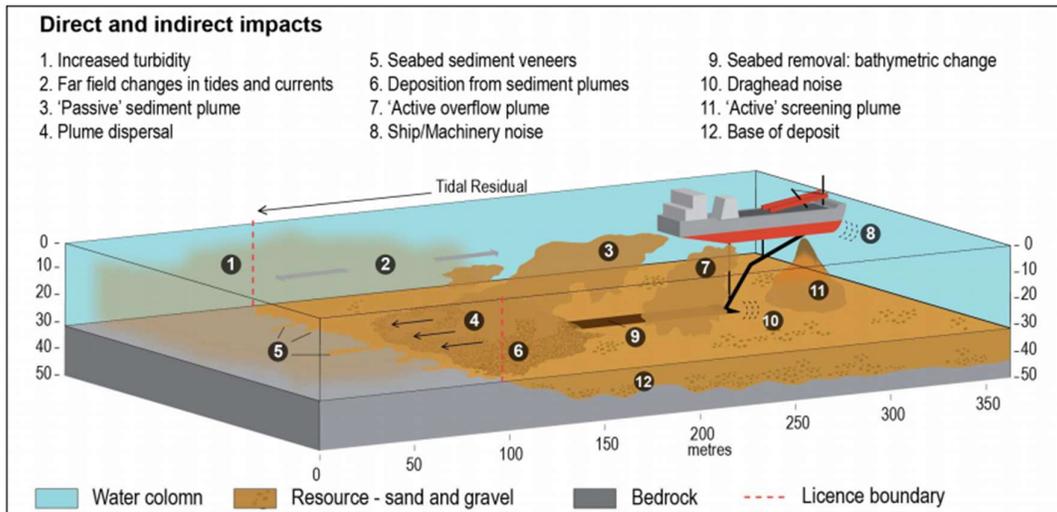


Figure 27 Monitoring scientifique pour évaluer l'impact environnemental direct et indirect du dragage.

Source : [16]

7.1 Suivi de l'impact de l'extraction du sable sur les fonds marins

Le monitoring de l'impact repose sur les relèvements successifs réalisés à l'aide d'un sondeur multifaisceaux (MBES). À partir de ces séries de données chronologiques, il est possible de suivre l'évolution de la bathymétrie et de la nature des sédiments du fond marin. Les séries chronologiques sont constituées d'une part de modèles de terrain des zones de monitoring, où l'impact local dans une zone réduite est étudié en détail, et d'autre part d'une série de relèvements le long des lignes de référence DECCA fixe à travers les bancs de sable, afin d'évaluer l'impact de l'extraction sur le long terme et à l'échelle de la PBMN (Figure 28).

Les données MBES et EMS sont complémentaires car l'Electronic Monitoring System (EMS) enregistre des données en continu sur l'extraction de sable (Figure 29). La délimitation des

zones de monitoring se fait sur la base des volumes d'extractions EMS, de sorte que l'accent soit mis sur l'évolution des zones les plus exploitées.

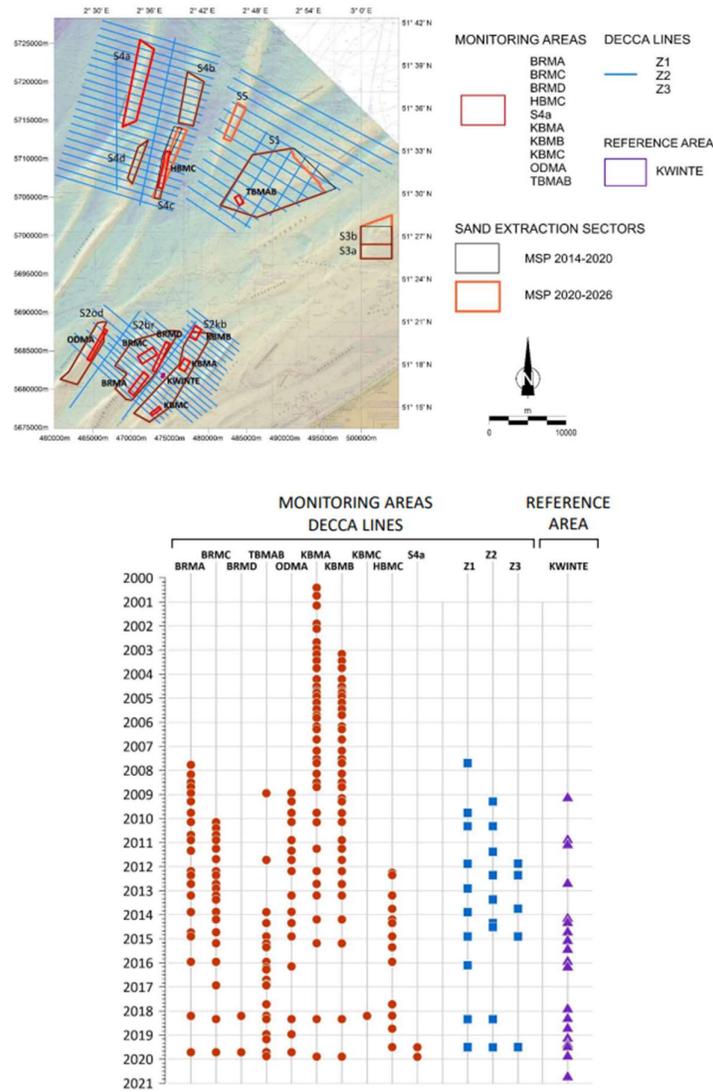


Figure 28 Haut : emplacement des zones de monitoring (en rouge) et des lignes de référence DECCA (en bleu). Les zones de contrôle sont en orange. Bas : chronologie des différents relevés MBES des zones de monitoring et lignes de référence DECCA dont il est question dans ce chapitre.

Source : [23]

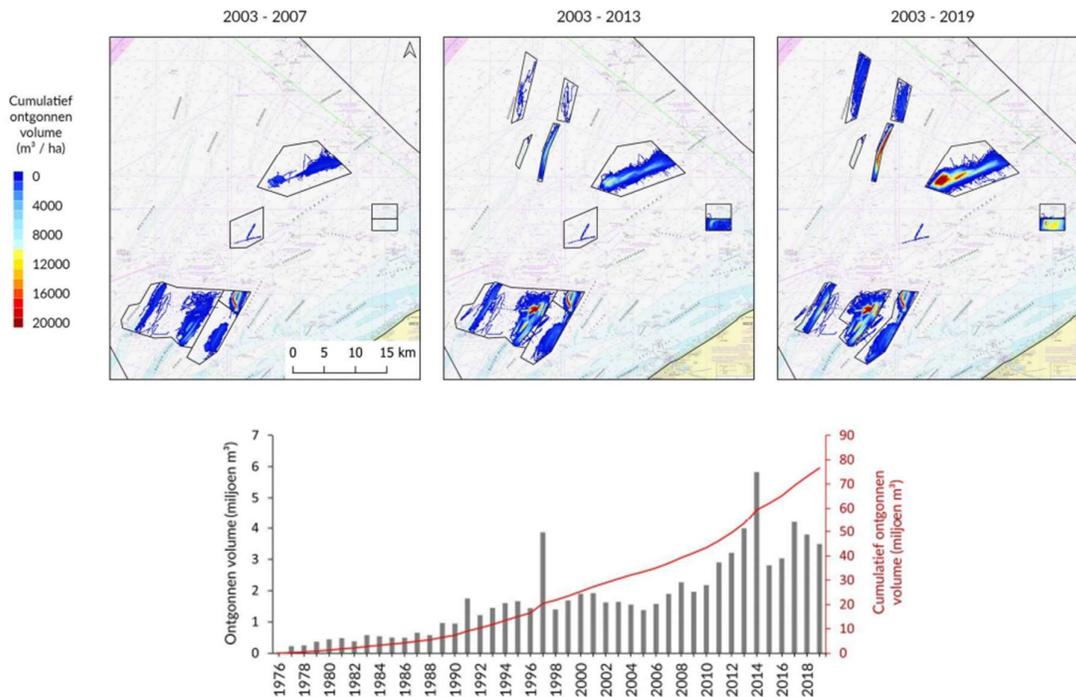


Figure 29 Volumes extraits sur base des données de l'EMS pour les périodes 2003-2007, 2003-2013, 2003-2019 et le volume annuel (cumulatif) extrait sur la période 1976-2019 sur la base des registres.

Source : [4]

7.1.1 Les zones de monitoring actives

Les zones de monitoring actives HBMC, TBMAC et ODMA permettent de tirer de conclusions claires sur l'impact de l'extraction sur les zones de contrôle (zones d'extraction) actives.

7.1.1.1 La zone de monitoring HBMC

La zone de monitoring HBMC (2,8 km²), établie en 2012 sur l'Oosthinder, dans la partie centrale de la zone de contrôle 4c est utilisée exclusivement pour le nourrissage des plages. L'extraction y est particulièrement intensive, de 2012 à 2019, un total de 3,4 10⁶ m³ de sable a été extrait sur période effective de 24 mois. Cela correspond à environ 60% du volume total extrait de la zone de contrôle 4c pour la même période (Figure 30).

La bathymétrie moyenne de la zone de monitoring HBMC à diminuer d'environ 2 m entre 2012 et 2019.

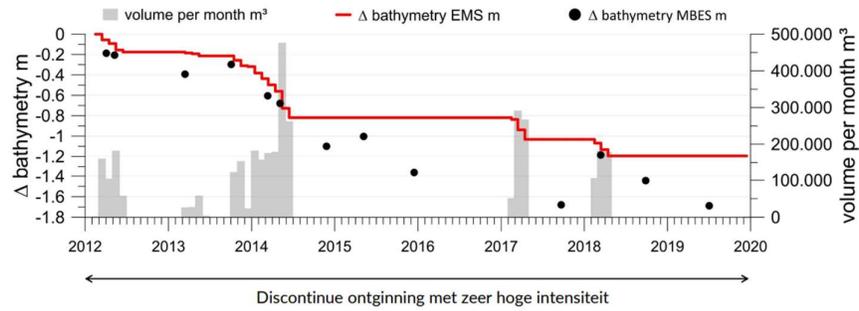


Figure 30 Volumes extraits (histogramme en gris). Différences bathymétriques calculées à partir de la différence entre le modèle bathymétrique de référence (2004-2006) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relèvements MBES (points noirs) et les données EMS (ligne rouge) pour HBMC.

Source : [23]

La Figure 31 permet de mettre en lumière la relation qui existe entre la diminution de la bathymétrie (données MBES à gauche) et le volume extrait (données EMS à droite) grâce à leur corrélation spatiale.

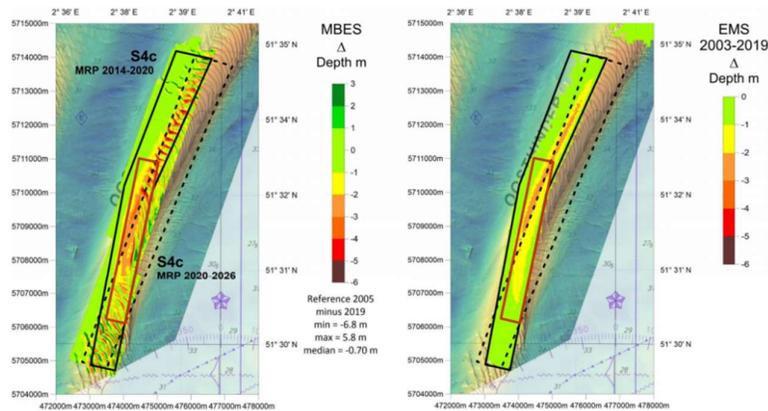


Figure 31 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (03/07/2019) et le modèle de référence bathymétrique de la zone de contrôle 4c (2004-2006). Droite : différence bathymétrique sur la période 2003-2019 sur la base des données EMS. L'emplacement de la zone de contrôle 4c est indiqué par une ligne continue noire (MRP 2014 – 2020) et une ligne pointillée noire (MRP 2020-2026). La zone de surveillance HBMC est indiquée par une ligne rouge.

Source : [23]

La rétrodiffusion moyenne (BS) a diminué de 2012 à 2019 de -4 dB (Figure 32). Il est probable que la couche de surface avec une abondance de fragments de coquillage ait été extraite et que la couche sous-jacente de sable plus fin soit progressivement exposée.

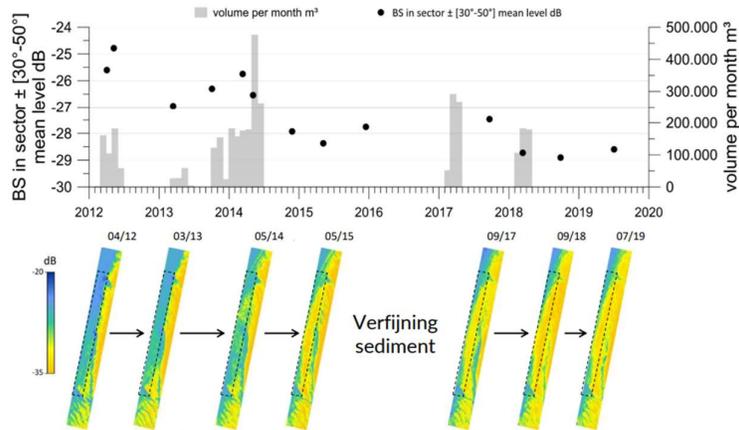


Figure 32 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la rétrodiffusion moyenne (points noirs) dans la zone de monitoring HBMC. Bas : modèles de rétrodiffusion successifs de la zone de monitoring HBMC par campagne MBES (mois/année).

Source : [23]

7.1.1.2 La zone de monitoring TBMA B

La zone de monitoring TBMA B (0,8 km²) a été établie en 2008 dans partie ouest du Thorntonbank, dans la zone de contrôle 1a. Le sable est principalement utilisé à des fins industrielles. De 2006 à 2019, un total 1,9 10⁶ m³ de sable a été extrait dans cette zone. À partir de 2018, les volumes d'extraction ont progressivement diminué suite à la migration de l'exploitation vers la partie est du banc (Figure 33).

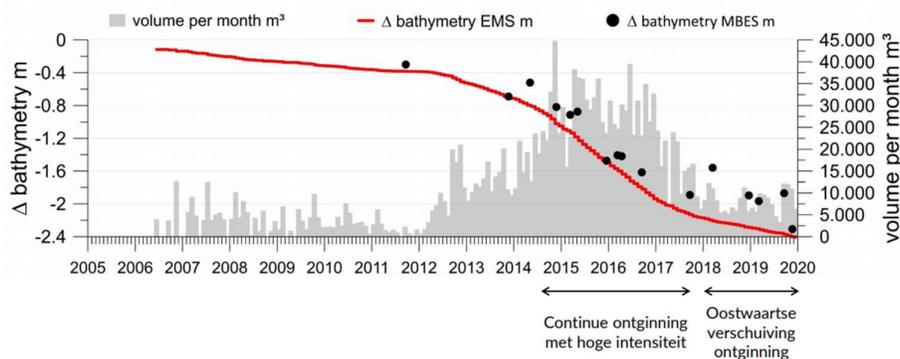


Figure 33 Volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et différence bathymétrique calculées à partir de la différence entre le modèle de référence bathymétrique (2000) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relevements MBES (points noirs) et des données EMS (ligne rouge) pour TBMA B.

Source : [4]

Une claire dépression orientée sud-ouest – nord-est est identifiable sur la Figure 34. Là où l'extraction était la plus concentrée, une différence de profondeur allant jusqu'à 5 m est apparue localement. L'évolution du profil bathymétrique le long de cette dépression montre

que l'ancienne limite de 5 m a été atteinte au sommet de certaines dunes hydrauliques¹⁵ de sable en 2016 (Figure 34). La bathymétrie est alors restée stable parce-que l'extraction a fortement diminué autour du profil.

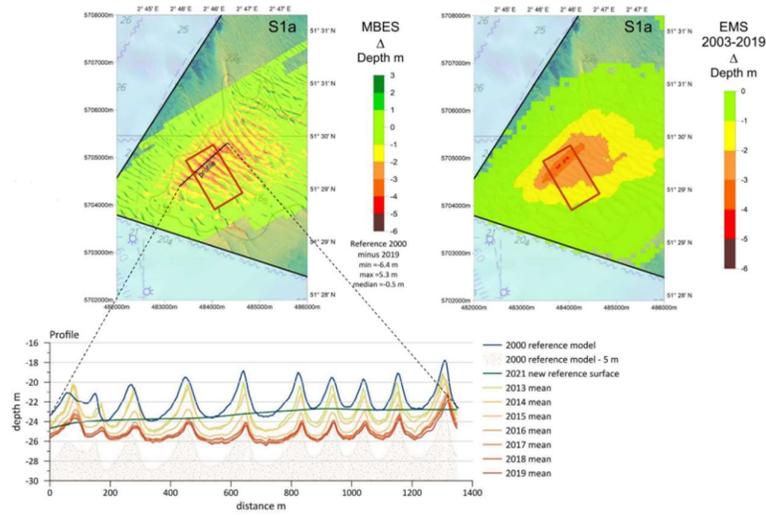


Figure 34 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (20/11/2019) et le modèle de référence bathymétrique de la zone de contrôle 1a (2000). Droite : différence bathymétrique au cours de la période 2003 à 2019 sur la base des données EMS. Bas : profil bathymétrique. La délimitation de la zone de contrôle 1a et la zone de monitoring TBMAB sont indiquées respectivement en noir et en rouge.

Source : [23]

La rétrodiffusion moyenne (BS) a augmenté de 2014 à 2016 de 2 dB (Figure 35). Cette évolution reflète une progression vers un fond marin plus rugueux et peut s'expliquer par le grand nombre de sillages (laissés par une tête de dragage) sur le fond marin. Le tamisage des sédiments pendant l'extraction affecte aussi la rétrodiffusion en laissant les coquillages et les fractions plus grossières visibles. Après 2017, le niveau de rétrodiffusion moyen se stabilise autour de -19 dB.

¹⁵ Les dunes hydrauliques sont des dunes formées non sous l'action du vent, mais par celle du courant marin, sous la mer.

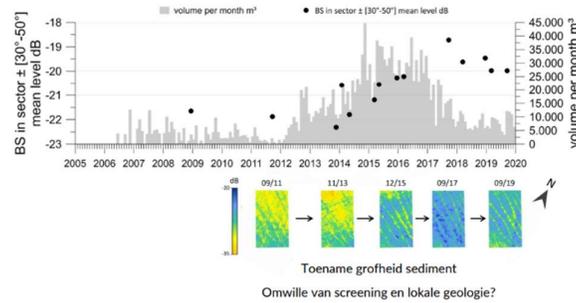


Figure 35 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la rétrodiffusion moyenne (points noirs) dans la zone de monitoring TBMAB. Bas : modèles de rétrodiffusion successifs de la zone de monitoring TBMAB par campagne MBES (mois/année).

Source : [23]

7.1.1.3 La zone de monitoring ODMA

La zone de monitoring ODMA (1,7 km²) a été établie en 2007 sur le flanc est de l'Oostdyck, dans la zone de contrôle 2od. Au total, 1,2 10⁶ m³ de sable ont été extraits dans cette zone depuis 2005 (Figure 36). Cela représente environ 47% du volume total extrait dans la zone de contrôle 2od sur la même période.

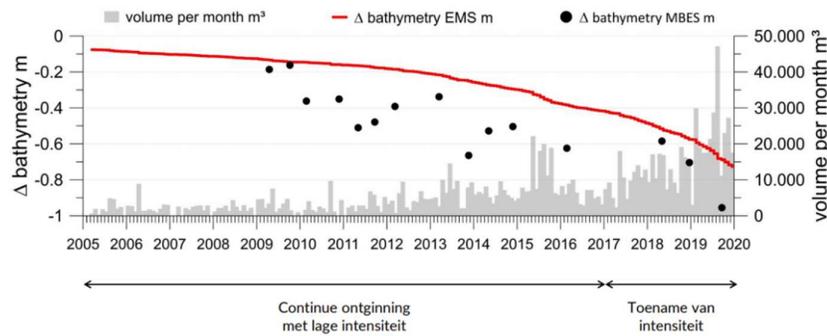


Figure 36 Volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et différence bathymétrique calculées à partir de la différence entre le modèle de référence bathymétrique (2003) et les différents modèles bathymétriques dérivés des relèvements MBES (points noirs) et des données EMS (ligne rouge) pour ODMA.

Source : [23]

Les variations bathymétriques de +4 m à -4 m observables à la Figure 37 à gauche sont principalement causées par la migration des dunes hydrauliques. La différence de profondeur calculée à partir des données EMS pour la période 2003 – 2019 montre une dépression de -1 à -2 m le long de l'axe longitudinal de la zone de monitoring (Figure 37 à droite).

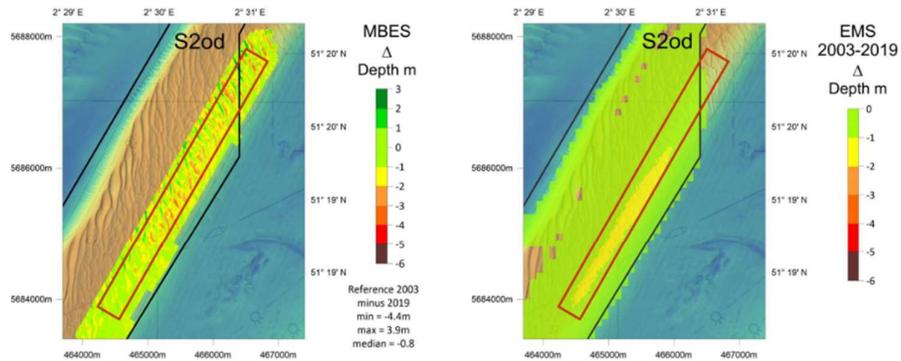


Figure 37 Gauche : différence entre le dernier modèle bathymétrique (20/09/2019) et le modèle bathymétrique de référence de la zone de contrôle 2od (2003). Droite : différence bathymétrique entre 2003 et 2019 selon les données EMS. L'emplacement de la zone de contrôle 2od est délimité par une ligne noire. La zone de monitoring ODMA est délimitée par une ligne rouge.

Source : [23]

La rétrodiffusion moyenne (BS) s'est maintenue autour de -30 dB sans montrer de tendance significative (Figure 38 en haut). L'absence de changements significatifs suggère que la faible intensité d'extraction n'a eu qu'un impact limité sur la nature des sédiments dans cette zone (Figure 38 en bas). En partie grâce à la migration et à la dynamique des vagues de sable, la faible intensité d'extraction n'a pas dépassé le seuil de résilience du système sédimentaire.

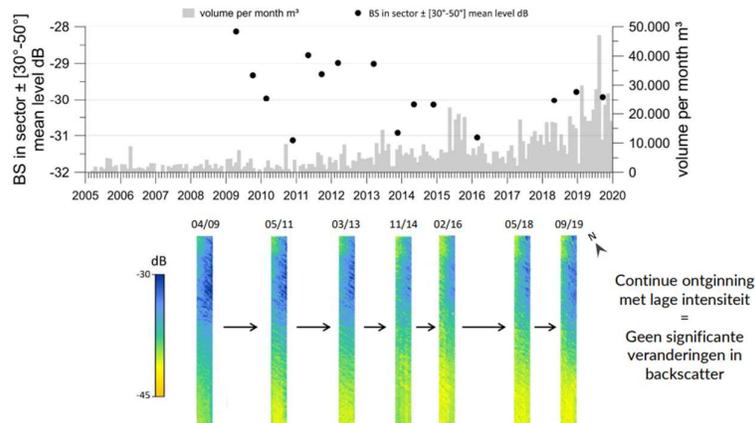


Figure 38 Haut : volumes mensuels extraits (histogramme en gris) et évolution de la valeur moyenne de rétrodiffusion (points noirs) dans la zone de monitoring ODMA. Bas : modèles successifs de rétrodiffusion de la zone de monitoring ODMA par campagne MBES (mois/année).

Source : [23]

7.1.1.4 Corrélation entre les données MBES et EMS pour les zones de monitoring

L'écart vertical entre les variations bathymétriques calculées à partir des données MBES et EMS (Figure 39) peut s'expliquer par un certains nombres d'erreurs systématiques, à savoir :

- sur- ou sous-estimation des volumes extraits dans les données EMS ;
- écarts (anomalies ou déviations) par rapport aux modèles bathymétriques ;
- connaissance de la dynamique sédimentaire spécifique à chaque zone.

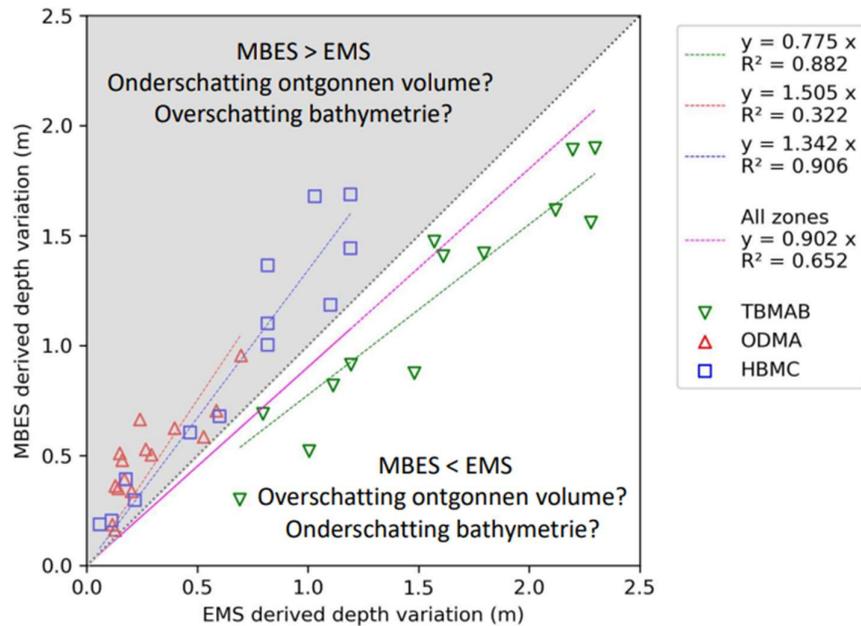


Figure 39 Corrélation entre les données MBES et EMS pour les zones de monitoring.

Source : [23]

7.1.2 Les zones de monitoring passives (ou fermées)

Suite au dépassement de l'ancienne limite légale de 5 m en-dessous du niveau de référence, deux zones sur le Kwintebank (KBMA le 15/02/2003 et KBMB le 01/10/2010) et une zone sur le Buiten Ratel (BRMC le 01/01/2015) ont été fermées à l'extraction.

Les relèvements MBES se sont poursuivis après la fermeture de ces zones afin de déterminer si, après la cessation de l'exploitation, une nouvelle érosion du fond marin ou, au contraire, une restauration progressive du fond marin a eu lieu.

Dans la zone BRMC, la baisse de la bathymétrie moyenne s'est arrêtée en 2014, juste avant la fermeture de la zone le 01/01/2015. Entre 2015 et 2019, la bathymétrie moyenne a augmenté de 0,3 m au total (Figure 40c).

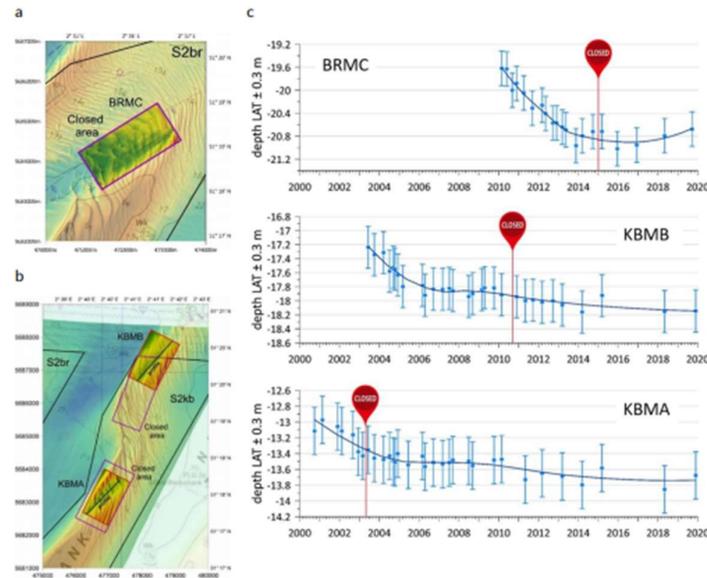


Figure 40 (a) Localisation de la zone BRMC fermée à l'exploitation sur le Buiten Ratel (zone de contrôle 2br). (b) Localisation des zones KBMA et KBMB fermées à l'exploitation sur le Kwintebank (zone de contrôle 2kb). (c) Evolution bathymétrique des zones BRMC, KBMA et KBMB basée sur des relevements MBES. Une erreur systématique de 0,3 m est prise en compte (barres d'erreur).

Source : [23]

Après la fin de l'exploitation dans la zone de monitoring KBMA en février 2003, la bathymétrie moyenne est pratiquement restée stable de 2005 à 2019, avec une légère baisse d'environ 0,2 m entre 2010 et 2011 (Figure 40c). Les données MBES les plus récentes confirment que la dépression central du Kwintebank n'a pas repris et que l'on assiste à une reconstruction de la morphologie des dunes hydrauliques (Figure 41).

Les deux zones de monitoring KBMB et KBMA ont évolué de manière très similaire. Après la fermeture de la zone KBMB à l'exploitation en octobre 2010, une légère baisse de la bathymétrie moyenne a été enregistrée jusqu'en 2013 mais aucune augmentation ou érosion sédimentaire significative n'a eu lieu.

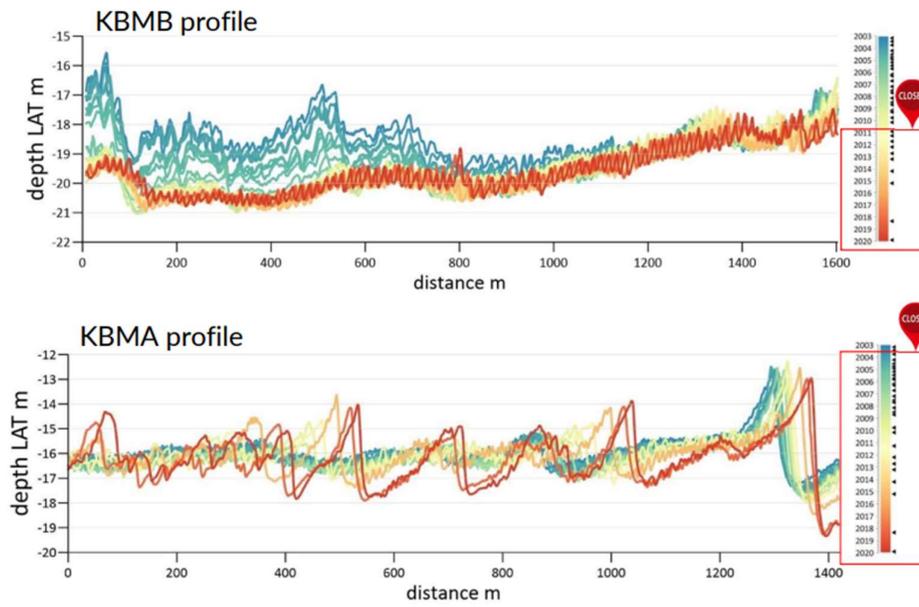


Figure 41 Profil bathymétrique de KBMB et KBMA (Localisation des profils à la Figure 40b).

Source : [23]

7.1.2.1 Les lignes de référence DECCA fixe

Les relevements MBES le long des lignes de référence DECCA fournissent des informations permettant de comparer l'évolution des parties exploitées et non-exploitées d'une même zone de contrôle (Figure 42). Ils permettent également d'analyser la corrélation entre les données MBES et EMS de manière générale (Figure 43).

Certaines conclusions peuvent être tirées :

- la corrélation entre les volumes EMS et les volumes dérivés MBES est bonne avec un coefficient de détermination de 0,96 ;
- la régression linéaire ($y = -0,87x$) indique que les volumes EMS sont majoritairement supérieurs aux volumes dérivés MBES, suggérant une surestimation des chiffres EMS ou une redistribution des sédiments ;
- une légère diminution de la bathymétrie a été observée dans certaines parties des zones de contrôle où aucune extraction n'a eu lieu.

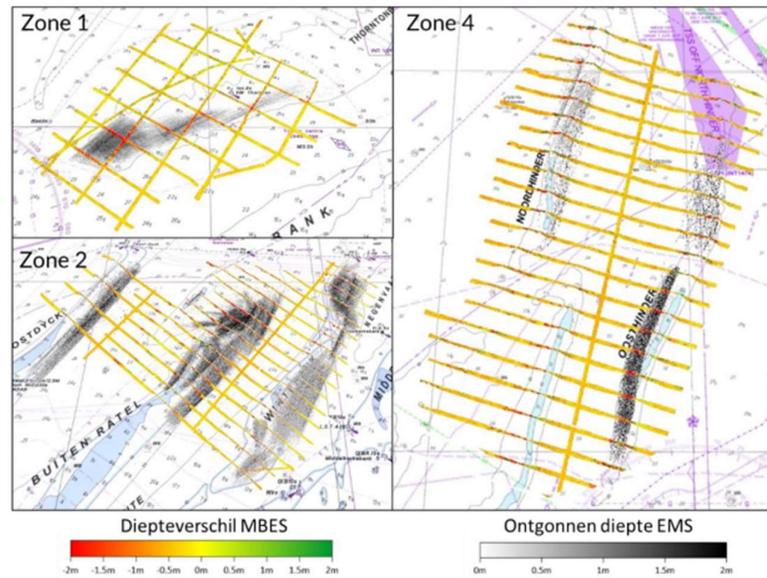


Figure 42 Différence de profondeur entre les relevements bathymétriques récents de juillet 2019 des lignes de référence DECCA dans les trois zones de contrôle et les modèle de référence bathymétrique pour ces trois zones. Arrière-plan : profondeur extraite basée sur les données EMS jusqu'en juillet 2019.

Source : [4]

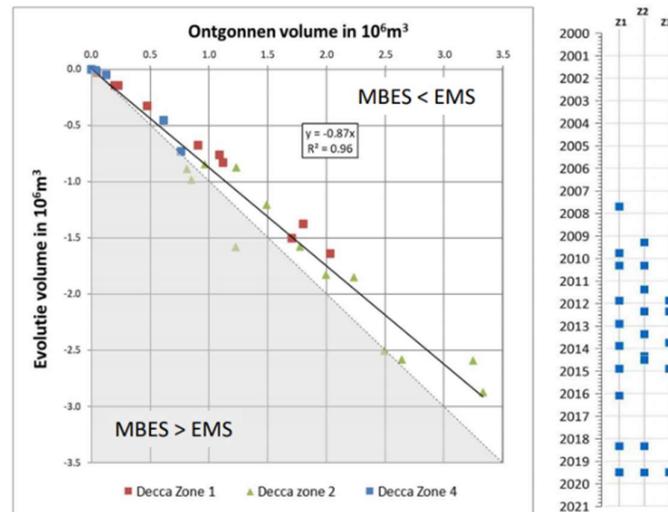


Figure 43 Relation entre le volume extrait d'après l'EMS (à l'horizontal) et la différence de volume calculée entre les relevements MBES pour chaque survey. Les points sont représentés dans une couleur différente pour chaque zone (rouge/vert/bleu). La zone où les volumes extraits sont plus grands que les volumes différentiels calculés se situe dans la partie en blanc. La zone où les volumes extraits sont plus petits que les volumes différentiels calculés se situe dans la partie grise. La droite régression a été calculée pour toutes les zones prises ensemble. L'équation de la droite de régression et le coefficient de détermination r^2 sont indiqués.

Source : [23]

7.1.3 Conclusion sur le suivi de l'impact de l'extraction du sable sur les fonds marins

Premièrement, les séries bathymétriques chronologiques sont relativement stables après la fermeture des zones de monitoring KBMA, KBMB et BRMC car l'impact de l'extraction sur la bathymétrie est limité dans le temps à la période d'extraction elle-même. De plus, l'impact est local et non cumulatif. Par conséquent, l'intensité et la fréquence d'extraction sont les seuls à déterminer l'impact sur la bathymétrie : aucune érosion significative n'est observée dans ces zones après l'arrêt de l'extraction. Dans KBMA, on assiste même à un rétablissement léger de la morphologie dunaire du fond marin. Depuis des décennies, l'absence de resédimentation confirme le caractère non renouvelable des ressources de sable.

Deuxièmement, les séries de rétrodiffusion chronologiques montrent un changement de la nature des sédiments à la suite de l'extraction dans les zones de monitoring TBMAB et HBMC. Ce changement est déterminé par la stratification initiale du fond marin et la concentration des fractions les plus grossières par tamisage (qui dépend de l'intensité avec laquelle la couche de sédiment superficielle est extraite).

Enfin, les zones de monitoring actives et passives permettent de souligner la capacité de l'industrie de l'extraction à migrer en quelques années d'un site d'extraction à un autre en réponse à la fermeture d'une zone de monitoring où la profondeur d'extraction a excédé l'ancienne limite légale de 5m.

7.2 Effets de l'extraction sur l'intégrité des fonds marins et les conditions hydrographiques

Les changements sont souvent faibles, mais peuvent néanmoins être préjudiciables à l'environnement des fonds marins.

Jusqu'à présent, les modifications des propriétés de la colonne d'eau n'étaient visible que dans le champ proche des activités d'extraction. Les spectres de taille des particules montrent à la fois une composante liée à la colonne d'eau et une composante liée au fond marin. Une fraction du sable libéré lors de la l'extraction se dépose sur le fond marin dans le champ proche tandis qu'une fraction composée de particules plus fines se dispersent dans la colonne d'eau plus loin. Selon les dernières estimations, par événement de dragage et

pour un navire de $\pm 12\ 000\ \text{m}^3$, environ 16 tonnes de matériaux à grains fins seront introduits dans la colonne d'eau [3]. En 2019, à titre d'exemple, jusqu'à trois navires ont opéré dans le secteur 4a par jour, en extrayant deux fois par jour. Il reste à prédire où les particules fines se déposent et comment cela affecte l'environnement des fonds marins, notamment dans les zones de lits de gravier où la biodiversité est plus riche. Dans les zones à risque de la biodiversité du gravier où aucune épaisseur de sable n'a été mesurée par les plongeurs en 2006-2007, une couverture de sable de 8-10 cm a été mesurée en 2019. Le sable était principalement constitué de matériaux perméables moyens à grossiers. Cependant, les pores de cette couverture de sable contiennent des matériaux à grains fins. La question de savoir si cela entraîne un colmatage des pores susceptible de réduire les fonctions que le fond marin fournit à l'écosystème doit être étudiée plus en avant. On sait d'ores et déjà que l'expansion du sable sur les zones de gravier entraîne une homogénéisation des fonds marins, ce qui réduit la structure pour les espèces benthiques et épibenthiques. Par rapport aux données historiques, la cartographie des fonds marins et les observations visuelles tendent à indiquer une présence croissante de sable.

Enfin, pour plusieurs zones de récupération, il existe des indications selon lesquelles, malgré la récupération des structures dunaires après l'extraction, l'évolution de la hauteur des dunes reste légèrement négative.

En remarque, il convient de souligner que la détection des changements reste une question complexe. En outre, la détection est sensible à de nombreux facteurs qui nécessitent encore des recherches. Une meilleure quantification de l'évolution des descripteurs du bon état écologique nécessite des avancées scientifiques et méthodologiques pour les prises de mesures [21].

7.3 Effets de l'extraction sur la vie des sols

L'influence des activités d'extraction de sable sur la vie du sol dépend de l'intensité d'extraction et des composantes de l'écosystème dans la zone de contrôle étudiée.

Dans la zone de contrôle 1 (Thornton Bank) et après que cette zone soit devenue l'épicentre de l'extraction de sable dans la BPNS, un effet clair sur la composition des sédiments dû à l'extraction du sable a été observé. D'une part, on constate une nette augmentation de matériaux fins correspondant à la fraction des matériaux qui s'est dispersée dans la colonne

d'eau pendant l'extraction. D'autre part, on remarque une densification dû à l'exposition d'une nouvelle couche géologique et au criblage des matériaux lors de l'extraction. Cela a conduit à une augmentation de la richesse en espèces, de la biomasse et de la densité du macrobenthos dans les sites les plus intensément exploités. Les espèces de sable moyen à grossier ont cédés leur places à des densités élevées d'espèces appréciant le sable fin. En ce qui concerne la communauté d'épibenthos et de poissons démersaux, celle-ci est altérée avec des densités accrues d'espèces opportunistes. Ces espèces sont attirées par une plus grande disponibilité de nourriture, probablement due à une plus grande quantité de matière organique libérée au cours de l'extraction du sable, combinée à une augmentation des densités de macrobenthos.

L'étude du secteur d'extraction 4c (Oosthinder), dans lequel la composition des sédiments a également changée, est intéressante car son exploitation est caractérisée par des pics d'extraction élevés entrecoupés de périodes sans aucune extraction. L'extraction a causé ici une diminution générale de taille médiane des grains. Ce raffinement a eu pour conséquence un changement de la communauté de macrobenthos, qui est passée d'une communauté typique de sable grossier à une communauté de sable moyen. Aucun effet n'a été observé pour les communautés d'épibenthos et de poissons démersaux. Le raffinement n'affecte pas ces communautés plus au large.

Les résultats du monitoring environnemental démontre que la réponse biologique dans les zones de contrôle dépend du contexte géologique local du banc de sable, de la fréquence et de l'intensité de l'extraction, et de la résilience des espèces présentes [24].

Chapitre 8 Le plan d'aménagement des espaces marin 2020-2026 (PAEM)

La partie belge de la mer du Nord (PBMN) ne fait que 3447 km² et pourtant, de nombreuses activités y prennent place parmi lesquelles :

- le navigation (trafic maritime) ;
- la pêche ;
- la pose et l'exploitation de câbles de communication, de câbles électriques et de gazoducs ;
- le déversement de boue de dragage ;
- les activités militaires ;
- l'installation et l'exploitation de parc éoliens.

Les plans d'aménagement des espaces marins ont pour but de concilier les utilisations que chacune des activités ont de la partie belge de la mer du Nord (Figure 44). L'aménagement doit être repensé continuellement pour s'adapter à l'évolution des besoins des différentes activités.

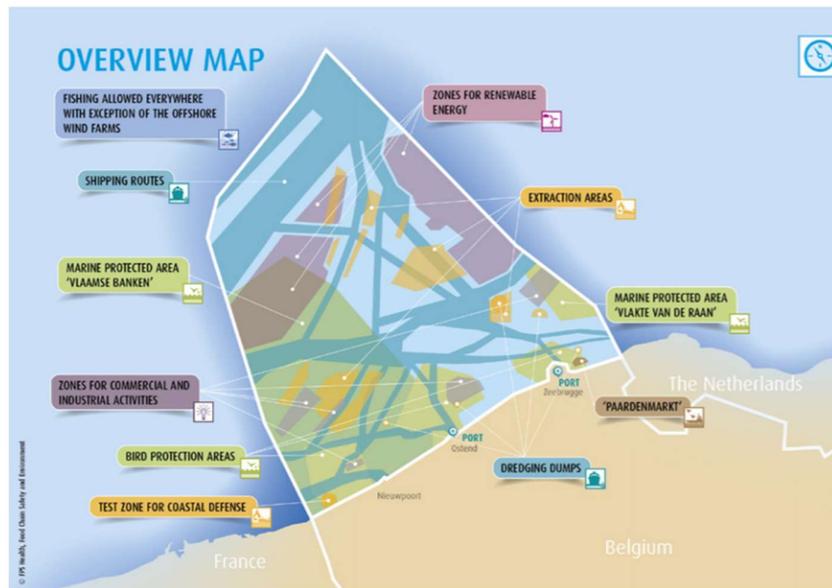


Figure 44 Vue d'ensemble du plan d'aménagement des espaces marins 2020-2026.

Source : [19]

8.1 Analyse spatiale des espaces marins

Le Tableau 3 présente de manière succincte la compatibilité de l'extraction d'agrégats avec les principales activités et les principaux usagers de la PBMN. Toutes les combinaisons sont envisagées d'un point de vue théorique, même si d'un point de vue pratique, certaines d'entre elles sont interdites par la loi et/ou des réglementations comme c'est le cas pour l'extraction d'agrégats et les parcs éoliens offshore. Cette analyse théorique est donc à concevoir comme une analyse des possibilités de développement du plan d'aménagements des espaces marins.

Tableau 3 Aperçu de la compatibilité entre les principales activités et les principaux usagers de la PBMN.

Source : tableau adapté depuis [1]

	Câbles et pipelines	Parcs éoliens offshore	Autres moyens de production et de stockage d'énergie	Défense côtière
Extraction d'agrégats	Compatible avec des mesures de sécurité (p. ex. distances de sécurité).			Compatible avec des mesures. Le sable extrait est utilisé pour la protection de la côte.

	Pylônes, bouées, radars, plateformes et recherches, ...	Navigation	Activités militaires
Extraction d'agrégats	Compatible avec des mesures de sécurité relatives, entre autres, à la densité des infrastructures dans la zone.	Compatible avec des mesures de nature temporaire lors de l'extraction d'agrégats.	Incompatible si des exercices militaires sont en cours

	Pêche commerciale	Travaux de dragage	Tourisme
Extraction d'agrégats	Compatible avec des mesures de sécurité de nature temporaire lors de l'extraction d'agrégats. Risque de dommages aux navires dans les zones d'extraction et incompatibilité entre l'extraction d'agrégats et les zones de filets dormants.	Compatible avec des mesures lors des opérations simultanées de dragage et d'extraction d'agrégats. Les déblais de dragage déversés peuvent être utilisés pour la défense côtière à condition que le sable réponde à certaines exigences de qualité.	Compatible avec des mesures de nature temporaires lors de l'extraction d'agrégats.

8.2 Vision à long terme, objectifs et indicateurs, et choix stratégiques en matière d'aménagement

8.2.1 Postulat spatiaux

Les postulats spatiaux sont des considérations qui se révèlent importantes lors d'une prise de décision puisqu'ils représentent les conditions générales indissociables à une activité.

En principe, le sable pourrait être exploité partout dans la PBMN. Pour des raisons de sécurité, aucune extraction de sable n'est autorisée à l'intérieur des parcs éoliens et à proximité des câbles et pipelines. Les autres facteurs qui interviennent également lors de l'attribution des secteurs d'extraction sont la qualité du sable (suivant l'utilisation envisagée), la demande croissante de sable, la distance jusqu'à la côte, des considérations économiques, la situation géographique actuelle des concessions et la protection de l'environnement (zone naturelle des Flemish Banks).

La production et le stockage d'énergie nécessite une zone de sécurité de 500 m. Un domaine de considération important est lié à l'économie et à la rentabilité. La distance par rapport aux ports, les conditions optimales de vent, de houle et de courants ont été des critères déterminants pour la désignation de ces zones. Ces zones doivent se trouver à une distance suffisante de la côte pour préserver un horizon ouvert.

8.2.2 Objectifs économiques, environnementaux et de sécurité

La vision et les objectifs à long terme du plan d'aménagement des espaces marins 2020-2026 sont transposés en objectifs concrets pour la PBMN. Les objectifs concrets pertinents concernant l'extraction du sable sont repris ci-dessous.

8.2.2.1 Objectifs environnementaux

Le PAEM devra contribuer à la réalisation d'un bon état écologique (BEE) au sens de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin.

8.2.2.2 Objectifs en matière de sécurité

Les objectifs du Masterplan Kustveiligheid devront être intégralement exécutés.

8.2.2.3 Objectifs économiques

Le PAEM devra garantir pour la période 2020-2026, suffisamment d'espace pour l'organisation de l'économie bleue¹⁶. Les secteurs d'extraction du sable seront définis et les concessions attribuées en tenant compte des besoins liés à la protection contre la mer et la demande de sable pour la construction à terre, ainsi que l'impact environnemental, y compris le caractère non renouvelable du sable.

À propos de la production d'énergie renouvelable et durable, le PAEM devra contribuer de manière importante à l'accomplissement de l'objectif déterminé par l'Union européenne de 32% d'énergie renouvelable sur l'ensemble de la consommation d'un Etat membre à l'horizon 2030. Une zone supplémentaire de concession dédiée à la production d'énergie à partir de l'eau, des courants ou des vents sera créée. Enfin, suffisamment d'espace devra être prévu pour la recherche de formes améliorées ou nouvelles de production d'énergie renouvelable et durable.

8.2.3 Choix stratégiques en matière d'aménagement pour l'extraction du sable

Lors de la transition vers le nouveau plan d'aménagement des espaces marins en 2020, il a été décidé de maintenir les 4 zones de contrôle existantes parce-ce que chacune de ces zones contiennent des types de sable spécifiques.

Quelques modifications majeures ont cependant eu lieu, notamment dans le secteur d'extraction 4a (représentant un volume de sable disponible de 79,05 10⁶ m³) qui a été fermé à l'extraction pour accueillir la nouvelle zone d'énergie renouvelable du Noordhinder Nord pour une période de maximum 30 ans. Cela correspond à la période d'exploitation du parc éolien qui y sera implanté, de l'étude des sols jusqu'à la mise hors service des éoliennes. Sur le Bligh Bank, une zone de contrôle supplémentaire a été ouverte, la numéro 5. Il s'agit d'une compensation pour avoir renoncé à un volume de sable important dans le secteur d'extraction 1a. La concession octroyée à Elia Asset N.V. pour un câble sous-marin a réduit le secteur d'extraction 1a à l'est.

¹⁶ Concept économique relatif à un groupe de secteurs économiques et d'activités qui font un usage des ressources marines.



Figure 45 Gauche : PAEM 2020-2026 relatif aux secteurs d'extraction d'agrégats; droite : PAEM 2020-2026 relatif aux zones d'énergies renouvelables.

Source : [2]

Chapitre 9 L'analyse socio-économique de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin

9.1 L'importance socio-économique de l'énergie offshore et de l'extraction d'agrégats dans la PBMN

L'analyse économique et sociale comparative des secteurs de l'énergie offshore et de l'extraction du sable récapitule les indicateurs socio-économiques standards : la valeur ajoutée brute, l'emploi et la valeur de production. Le Tableau 4 offre un aperçu des indicateurs socio-économiques afférents aux différents secteurs économiques présents dans la partie belge de la mer du Nord.

74 Chapitre 9 L'analyse socio-économique de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin

Tableau 4 Aperçu des principales données économiques de l'économie belge de la mer du Nord.

Source : tableau adapté depuis [13]

	Valeur ajoutée brute (millions €)	Année	Emploi (ETP ¹⁷)	Année	Valeur de production (millions €)	Année	Sources
Pêche et aquaculture ¹⁸	50,6	2016	363	2016	81,815	2015	Département Landbouw en Visserij 2016
Navigation	2298	2013	8710	2013	s/o		Union royale des armateurs belges 2014
Ports ¹⁹	16532	2015	114773	2015	400	2010	BNB 2016
Energie éolienne offshore ²⁰	1000	2015	15 000 – 16 000	2010 - 2030	2560	2017	Belgian offshore platform 2017
Extraction d'agrégats	s/o		124	2016	16,151	2016	SPF Economie, Zeegra
Dragage/déversement en mer ²¹	s/o		240 – 560		s/o		Zeegra
Tourisme ²²	335,814	2007	27 000	2013	2803,5	2014	Compendium Kust & Zee 2015, Westtoer 2013
Pêche récréative	5		s/o		s/o		VLIZ 2018

9.1.1 L'énergie offshore

En 2020, neuf projets de parcs éoliens et/ou énergétiques ont abouti. Cela représente 399 éoliennes construites, pour une capacité totale de 2230 à 2280 MW, soit l'équivalent de 10% de la production totale d'électricité belge. Ces neuf premiers projets correspondent à un investissement de 8 milliards d'euros.

À ce jour, de nouveaux projets sont en cours de développement et/ou ont obtenu des permis de construction et d'exploitation grâce au nouveau plan d'aménagement des espaces marins 2020 – 2026.

¹⁷ Équivalent temps plein

¹⁸ Les données incluent l'aquaculture sur terre. L'aquaculture en mer fait actuellement défaut dans le PBMN.

¹⁹ Les chiffres présentés dans le tableau concernent les 4 ports maritimes belges : Ostende, Zeebrugge, Gand et Anvers.

²⁰ Les valeurs du tableau sont des valeurs estimées fournies par le secteur.

²¹ Les valeurs du tableau sont des valeurs estimées fournies par le secteur.

²² Seules les données de 2007 sont disponibles pour la valeur ajoutée brute pour le secteur du tourisme.

En 2018, l'exploitation du secteur de l'énergie éolienne requérait 1400 emplois (ETP²³). Entre temps, l'aboutissement des parcs éoliens les plus récents ont occupés et continueront d'occuper environ 500 personnes par an supplémentaire sur une période d'exploitation de 20 ans. À terme, l'emploi total dans le secteur belge de l'énergie éolienne devrait atteindre 15 000 – 16 000 emplois.

Le prix de l'électricité a fortement diminué de 2008 à 2017, passant de 70 EUR/MWh²⁴ à 32 EUR/MWh. Pour 2017, la valeur de la production s'élevait à 2 560 millions d'euros. La valeur ajoutée du secteur est estimée à 1 milliard d'euros par an (local et export) [5].

9.1.2 L'extraction du sable

En 2016, le secteur de l'extraction d'agrégats employait 124 ETP pour ces activités dans la PBMN. Le chiffre d'affaires du secteur pour cette année s'élevait 16 151 209 euros pour une production d'agrégats marins à des fins commerciales de 1 341 486 tonnes, toutefois aucune information sur la valeur ajoutée brute n'est disponible [13].

9.2 Le coût de la dégradation du milieu marin de la PBMN

Un aperçu du coût de la dégradation du milieu marin de la PBMN est donné. Ce coût est calculé à partir du coût annuel des mesures existantes pour réduire ou minimiser la dégradation et des coûts de restauration basés sur l'instauration de nouvelles mesures visant à atteindre le bon état écologique (Tableau 5 et Tableau 6). Le coût total de la dégradation du milieu marin s'élèvera à au moins 2 649 941 euros par an après l'implémentation des nouvelles mesures [13].

Le coût de dégradation dont il est question ici ne reflète en aucun cas les coûts importants associés à la dégradation de la PBMN par la réduction ou la perte de services écosystémiques (voir 10.1.3 Valorisation de l'environnement).

²³ Equivalent Temp Plein

²⁴ mégawattheure

76 Chapitre 9 L'analyse socio-économique de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin

Tableau 5 Estimation du coût annuel des mesures visant à réduire ou minimiser la dégradation du milieu marin. Le coût de la dégradation est détaillé par mesure et par secteur. Il y a un grand nombre de mesures pour lesquelles aucune donnée n'est disponible.

Source : tableau adapté depuis [13]

Mesures existantes	Secteurs ciblés	Autorité publique	Personnel (ETP)	Budget de fonctionnement	Sources
Permis (y compris l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIA) et les évaluations appropriées)	Energie offshore, extraction d'agrégats	DMM	4	200 000	DMM Budget et personnel communs à l'ensemble des activités et des secteurs
Définition des objectifs de conservation et élaboration de plans de gestion/politique pour les zones marines protégées	s/o				
Conditions et restrictions applicables aux parcs éoliens et aux câbles	Energie offshore				
Conditions et restrictions applicables aux parcs éoliens et aux câbles	Energie offshore	UGMM	s/o	s/o	
Conditions et restrictions de l'extraction de sable	Extraction d'agrégats	Service Plateau continental	3	305 000	SPF Economie – Service Plateau continental
Conditions et restrictions de l'extraction de sable (meetdienst Oostende)	Extraction d'agrégats	UGMM		101 000	
Conditions et restrictions de l'extraction de sable (surveillance)	Extraction d'agrégats	UGMM		411 000	
Conditions et restrictions de l'extraction de sable (surveillance)	Extraction d'agrégats	ILVO		411 000	
Etat et restrictions du déversement des sédiments dragués	Dragage et déversement	s/o	s/o		
Mesures spatiales intégrées dans le plan d'aménagement des espaces marins (2014-2020) liées au secteur de l'énergie éolienne	Energie offshore	DMM	3	100 000	DMM
Activités interdites dans les ZPS et accords d'utilisations	Pêche commerciale,	DMM	0,5		DMM Budget et personnel commun à l'ensemble des activités et des secteurs
Interdiction de la pêche de mollusques et crustacés	pêche récréative				

Mesures existantes	Secteurs ciblés	Autorité publique	Personnel (ETP)	Budget de fonctionnement	Sources
Interdiction de l'introduction intentionnelle (sauf avec permis) et non intentionnelle d'organismes non indigènes via les eaux de ballast	Navigation				
Mise en œuvre des mesures de la politique commune de la pêche (PCP)	Pêche commerciale	Dienst Zeevisserij	5		Dienst Zeevisserij
Interdiction de la pêche de mollusques et crustacés					
Mise en œuvre des mesures de la politique commune de la pêche (PCP)	Pêche commerciale	Défense (marine)		302 184	Dienst Zeevisserij, Défense (Marine belge) ²⁵
Mise en œuvre des mesures de la politique commune de la pêche (PCP)	Pêche commerciale	ILVO	s/o	s/o	
Mise en œuvre des mesures de la politique commune de la pêche (PCP)	Pêche commerciale	OD-Nature		71 000	Dienst Zeevisserij
Interdiction de la pêche de mollusques et crustacés					
Interdiction de la pêche au filet maillant	Pêche récréative		s/o	s/o	
Interdiction de l'activité des navires à l'intérieur ou à proximité des parcs éoliens	Navigation, pêche commerciale, tourisme		s/o	s/o	
Mesures relatives à l'encrassement	Navigation		s/o	s/o	
Mesures terrestres (politique et lignes directrices)		DMM	1	100 000	DMM
Mesures terrestres (sensibilisation)		OVAM		36 000	OVAM
Suivi environnemental		UGMM	s/o	s/o	
Mesures de prévention et de contrôle de la pollution	Tous les secteurs	DMM	3	400 000	DMM
Pêche aux déchets marins	Pêche commerciale	DMM	0,5	10 000	DMM
TOTAL			20	2447 184	

²⁵ Ce coût est le coût de la surveillance par la Marine belge en 2015. Il est calculé comme suit : 18 jours x 16788 euros/jour. Important : la surveillance comprend également la surveillance d'autres utilisateurs maritimes (activités récréatives, navigation, ...).

La répartition du coût total des mesures existantes entre les différents secteurs et les mesures spécifiques ciblant plusieurs secteurs est présentée à la Figure 46. On remarque que le secteur de l'extraction d'agrégats représente à lui seul 54% du coût total des mesures existantes.

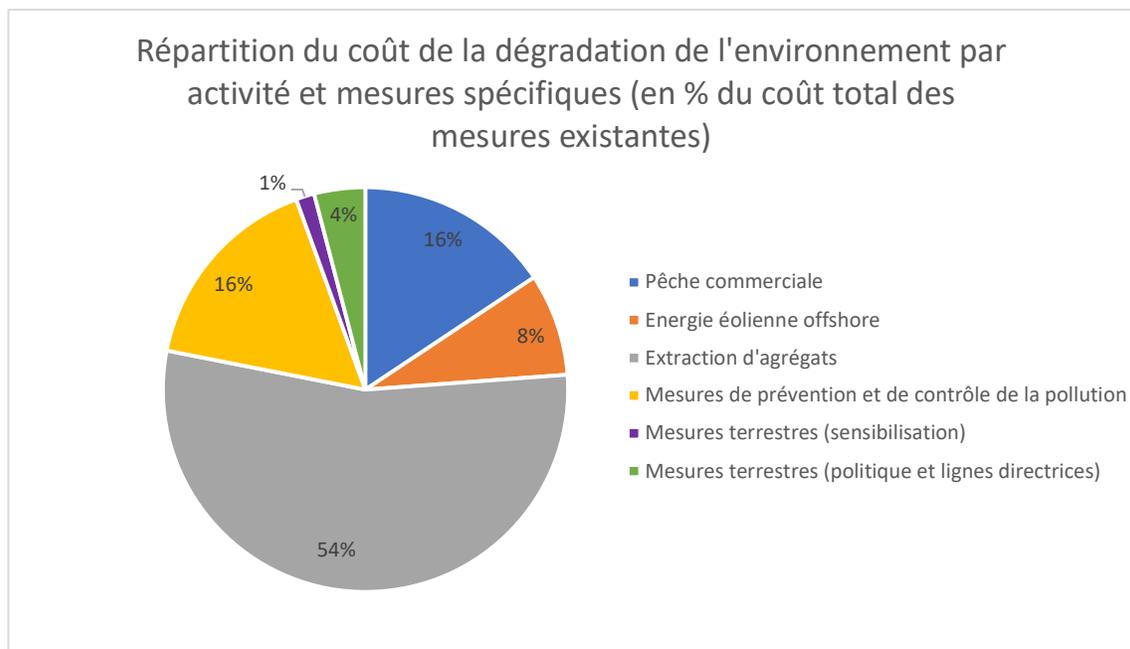


Figure 46 Répartition du coût de la dégradation de l'environnement par activité et mesures spécifiques (en % du coût total des mesures existantes).

Source : propre travail réalisé à partir des données sur le coût des mesures existantes trouvées dans [13]

Tableau 6 Estimation du coût annuel des mesures supplémentaires pour atteindre le bon état écologique.

Source : tableau adapté depuis [13]

Mesures supplémentaires	Coût moyen par an (€) (min-max)
Pêche commerciale	84 633 – 90 466
Navigation	10 625
Tourisme	9 000 – 13 500
Pêche récréative	98 499 – 108 499
Total (moyenne annuelle)	202 757 – 223 090

9.2.1 La pêche commerciale

Le coût des mesures existantes associées à la pêche commerciale comprennent le coût de l'implémentation et du suivi par les autorités responsables des mesures concernant la pêche dans le plan d'aménagement des espaces marins 2020-2026, l'interdiction de la pêche des

mollusques et crustacés, la politique commune de la pêche, la législation sur les produits de la mer.

Les coûts de restauration peuvent se résumer aux coûts liés à une application plus stricte des mesures existantes dans les zones de gravier, les parcs éoliens et les zones de conservation des sols. À inclure également dans les coûts de restauration : la sensibilisation aux déversements d'hydrocarbures, la gestion des déchets et la protection des requins et des raies.

9.2.2 L'énergie offshore

Le coût des mesures existantes est la somme des coûts relatifs à la planification et à la délivrance des permis (y compris l'évaluation de l'incidence sur l'environnement (EIA)), au monitoring de l'impact sur l'environnement marin, à la restauration des sites des parcs éoliens à la fin de la période d'exploitation, au démantèlement et au recyclage des éoliennes.

9.2.3 L'extraction d'agrégats

Le coût des mesures existantes reprennent les coûts liés aux autorisations de concessions (qui comprend l'évaluation de l'incidence sur l'environnement (EIA)), les coûts liés à l'inspection des activités d'extraction et au monitoring des impacts environnementaux.

Chapitre 10 La confiance en la régulation du marché

L'entrée de l'environnement dans la sphère économique peut se faire par l'intermédiaire de la régulation du marché. Le problème lorsque l'on veut intégrer la dimension environnementale associée à l'exploitation d'une ressource naturelle, c'est que son prix ne reflète pas ou mal sa véritable valeur. Or, les mécanismes du marché ne pourront opérer une gestion efficace de cette ressource naturelle tant que les agents économiques recevront des signaux prix imparfaits. L'objectif de l'économie de l'environnement et de l'économie des ressources est de trouver des règles permettant une gestion optimale des ressources naturelles grâce à leurs prix sur le marché.

10.1 L'économie de l'environnement

La problématique fondamentale que l'économie de l'environnement tente de solutionner attrait à la relation que nous entretenons en tant qu'être humain avec notre environnement lorsque nous l'exploitons. Cette relation ne répond pas aux caractéristiques d'une activité marchande. Une activité qui aboutit à la fixation d'un prix et à la réalisation d'un échange volontaire. Pour pallier aux défaillances du marché, l'économie de l'environnement s'efforce de rétablir les conditions d'un échange marchand au moyen des effets externes.

10.1.1 Les effets externes

Les échanges marchands effectués par un agent économique peuvent affecter les ressources ou l'environnement des autres agents et donc, leur bien-être. On dit qu'ils exercent des effets externes ou des externalités sur les autres agents. La dégradation de l'environnement associée à l'extraction des ressources naturelles en est un bon exemple. L'environnement devrait faire partie de la catégorie des biens collectifs : il est non-appropriable, non exclusif, et il apporte un bien être à la collectivité. Cependant, l'environnement ne peut être considéré comme tel puisque sa consommation par certains agents détruit le bien ou les qualités qui en faisaient l'attrait. L'activité d'un agent économique peut avoir des conséquences dommageables sur celle d'un autre agent sans qu'il y ait pour autant un versement d'une quelconque compensation financière du premier vers le second. Ces phénomènes d'interdépendance involontaire, étrangers à tout échange marchand, qui ne sont pas couverts par des coûts ni des revenus sont appelés des effets externes ou externalités.

L'existence d'externalités met en lumière un paradoxe de la concurrence dans lequel celle-ci peut se mettre à mal, voire s'éliminer complètement d'elle-même. C'est un des effets pervers de la concurrence. Les effets externes sont donc réfléchis comme des défaillances par rapport à la concurrence parfaite. Cette approche permet aux économistes d'étudier les problèmes environnementaux comme des cas d'externalités parmi d'autres. Les revenus et surtout les coûts que représentent les effets externes n'étant pas comptabilisés, ils faussent les calculs d'optimisation des agents économiques rationnels par absence de signaux prix susceptibles d'être intégrés. Les effets externes sont donc sources de mauvaises allocations des ressources limitées dont dispose l'économie [9].

10.1.2 L'internalisation des effets externes

Sur un marché hypothétique de la préservation de l'environnement (Figure 47), la courbe de dommage marginal représenterait la demande des victimes pour la préservation de l'environnement. Le consentement des victimes à payer pour atteindre un niveau de préservation de l'environnement augmente au fur et à mesure que la dégradation de l'environnement augmente. À l'opposé, la courbe de coût marginal de préservation de l'environnement représenterait l'offre des producteurs pour la préservation de l'environnement. L'offre est d'autant plus forte que la dégradation de l'environnement est élevée. L'équilibre de ce marché hypothétique permettrait de déterminer l'optimum de la dégradation ou de préservation de l'environnement. On internalise de cette manière, les effets négatifs par l'établissement d'un prix de la préservation de l'environnement sans qu'aucune transaction n'ait eu lieu. Dans le cas d'une taxe, ce prix serait fixe.

Cet optimum a pour conséquence, si on suppose que les producteurs produisent une quantité de bien qui correspond à l'égalité de leur coût marginal avec le prix, un niveau de production inférieur puisque son coût marginal est plus élevé pour un prix donné. Le profit du producteur est moindre à l'optimum de dégradation de l'environnement [9].

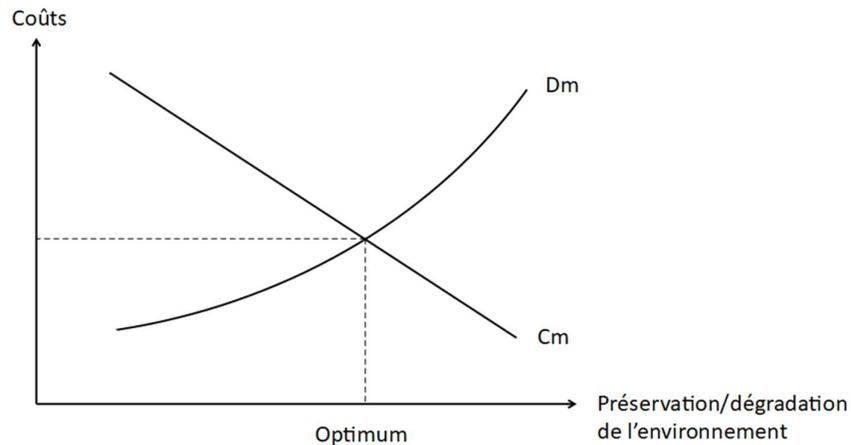


Figure 47 Marché hypothétique de la préservation de l'environnement.

Source : Figure adapté depuis [9]

En l'absence de régulations, les externalités négatives influencent le marché concurrentielle qui échoue à réaliser l'allocation optimale des ressources. Les agents économiques produisent spontanément à un niveau excessif qui entraîne la dégradation de l'environnement. Afin de remédier aux problèmes posés par les externalités et donc aux défaillances du marché, il existe deux types d'approche :

- Une approche réglementaire qui couvre les normes d'extraction et de procédé.
- Une approche économique qui repose sur des instruments économiques. Les instruments économiques en s'appuyant sur les mécanismes du marché permettent de modifier le prix relatif et de provoquer un transfert financier. Le coût des comportements dégradant l'environnement est ainsi élevé mais les producteurs ou les consommateurs conservent leurs libertés afin de trouver des stratégies pour contrôler le niveau de production à moindre coût. Par conséquent, les producteurs et les consommateurs sont encouragés à limiter la dégradation de l'environnement et des ressources naturelles. Les taxes, qui permettent de réguler le prix, sont des exemples d'instruments économiques.

10.1.2.1 La réglementation

Un moyen simple de s'assurer que le niveau optimal de dégradation de l'environnement associé à un volume d'extraction soit atteint par les concessionnaires consiste à leur imposer des normes, pouvant revêtir différentes formes.

Une nouvelle norme d'extraction est un exemple. Il s'agirait d'une norme similaire à celle qui existe déjà mais qui consiste en un plafond maximal d'extraction correspondant au niveau optimal de dégradation de l'environnement marin. Les concessionnaires auraient dès lors économiquement intérêt à dégrader l'environnement marin vu qu'ils subiraient le coût de cette dégradation. La norme permettrait de s'assurer que les concessionnaires choisissent toujours exactement le niveau d'extraction maximal autorisé. Si ce plafond est dépassé, des sanctions administratives, pénales ou financières sont prévues comme c'est déjà le cas.

Les normes de procédé sont un autre exemple. Elles imposeraient aux concessionnaires l'usage de certains équipements permettant de limiter la dégradation de l'environnement marin (tête de dragage empêchant ou réduisant l'introduction de matériaux à grain fins dans la colonne d'eau). On pourrait également rendre contraignantes les normes de qualité spécifiant les caractéristiques souhaitable de l'environnement marin à tout moment lors de l'exploitation.

Les normes peuvent être définies selon deux types de critères : environnementaux ou économiques. Il est primordiale que l'évaluation par les autorités des dommages subis par les victimes de la dégradation soit correcte. La fixation d'une norme inappropriée peut avoir comme conséquence de faire subir aux victimes un dommage total excessif ou au contraire un coût total de dégradation de l'environnement aux concessionnaires.

Une attention particulière doit être portée au fait que les normes fixées à un niveau optimal n'inciteront pas les agents économiques à augmenter leurs efforts pour réduire la dégradation de l'environnement [9].

10.1.2.2 Les taxes

La mise en place d'une taxe est un autre moyen d'internalisation des externalités négatives. Elle permet de s'adresser au problème que pose la désadéquation entre les coûts privés et le coût collectif (coût social) d'une activité économique du à la non compensation des externalités négatives entre les agents économiques. En effet, le coût de production (coût privé) d'une entreprise qui dégrade l'environnement marin en se comportant comme si la

mer était un facteur de production gratuit²⁶ sera toujours inférieur à ce qu'il devrait être puisqu'il diffère du réel coût social afférent à son activité. Dans son calcul économique privé, l'entreprise doit prendre conscience du véritable coût social qu'elle inflige à la collectivité. En imposant une taxe égale au dommage social marginal, l'Etat permettrait d'envoyer à l'entreprise un signal prix reflétant le perte de valeur de l'environnement occasionnée par son activité. Conséquemment, l'entreprise sera taxée par pallier de dégradation de l'environnement supplémentaire et son coût de production augmentera. C'est ce que l'on appelle communément le principe pollueur-payeur [9].

10.1.2.3 Les permis négociables

La mise en place d'un marché des droits de dégradation de l'environnement marin n'a aucun intérêt pour le secteur de l'extraction d'agrégats car cette industrie fait partie des activités qui dégrade le moins l'environnement marin comparée, par exemple, à la pêche commerciale ou à l'énergie éolienne offshore (voir 6.5).

10.1.3 Valorisation de l'environnement

La première étape avant de pouvoir protéger l'environnement par la fixation du montant de la réparation des dommages, la détermination du niveau d'une norme, d'une taxe ou d'un quota est de chiffrer ces dommages. La détermination d'une politique environnementale optimale passe inéluctablement par le calcul des coûts et des dommages associés à une externalité. On procède à une analyse coûts-avantages.

Seulement, l'analyse coûts-avantages se heurte justement à ce problème : comment attribuer une valeur à un dommage qui par définition est non-observable et non-exprimé du fait de l'inexistence de droits de propriétés définis et de l'absence d'un marché sur lequel s'échangeraient les services des actifs naturels? Plusieurs options sont possibles pour évaluer les dommages environnementaux mais la perte de surplus des consommateurs, qui consiste à évaluer la valeur subjective ou l'utilité qu'un individu retire d'une modification de son environnement, est l'option privilégiée car elle permet de prendre en compte la valeur accordée par l'ensemble de la société aux dommages.

²⁶ Les redevances perçues dans le cadre de l'extraction de sable servent principalement à financer des études sur l'impact environnemental de cette activité et ne peuvent donc pas être considérées comme des taxes.

Comme expliqué précédemment, en l'absence de transactions économiques, la valeur des actifs environnementaux ou des services proposés par ces actifs ne peut être exprimée. Il sera donc fait usage de la notion de "valeur économique totale" qui regroupe pour un actif, ses valeurs d'usage²⁷ et de non usage²⁸. Pour apprécier la valeur économique totale de l'environnement marin, il faut cerner l'ensemble des utilités comme tous les avantages que les agents économiques peuvent retirer de l'environnement marin [9]. L'approche par les services écosystémiques pourrait être employée, cela reviendrait à calculer les bénéfices de la préservation de l'environnement marin, et des biens et des services écosystémiques pourvu par celui-ci. L'ensemble des biens et des services écosystémiques (BSE) fournis par l'environnement marin sont repris au Tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 Biens et services écosystémiques fournis par l'environnement marin belge.

Sources : tableau adapté depuis [11]

Catégorie de BSE	BSE marins fournis
Service de fourniture c.-à-d. produits obtenus des écosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> • Nourriture: p. ex. captures de poisson, aliments sauvages • Eau issue de la désalinisation • Energie éolienne, houlomotrice et marémotrice • Minéraux (pétrole et gaz, sable et gravier) • Ressources génétiques • Substances biochimiques, médicaments naturels, produits pharmaceutiques • Routes de transport maritime • Câbles sous-marins de communications • Zones militaires
Services de régulation c.-à-d. bénéfices tirés de la régulation des processus écosystémiques	<ul style="list-style-type: none"> • Régulation de la qualité de l'air, p. ex. production d'oxygène, séquestration du carbone • Régulation climatique, p. ex. transport de chaleur, interaction mer/air

²⁷ Comprends les valeurs d'utilisation directe, indirecte et d'option

²⁸ Difficile à appréhender, la valeur de non-utilisation se compose des valeurs altruiste, existentielle et de legs

Catégorie de BSE	BSE marins fournis
	<ul style="list-style-type: none"> • Purification et traitement de l'eau, p. ex. atténuation de l'eutrophisation, régulation des substances dangereuses • Régulation des maladies et organismes nuisibles • Régulation de risques naturels, p. ex. tempêtes, inondations • Bio-remédiation de déchets, c.-à-d. élimination de polluants par stockage, dilution, transformation et ensevelissement
<p>Services culturels c.-à-d. bénéfiques immatériels récoltés par la population au travers de l'enrichissement spirituel, du développement cognitif, du délasserement, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Héritage culturel, c.-à-d. valeur attachée à la préservation d'espèces et de paysages importants • Loisirs et écotourisme • Contribution à la science et à l'éducation • Valeur esthétique, p. ex. plaisir du paysage • Valeurs religieuses et spirituelles • Inspiration pour l'art, le folklore, l'architecture, etc.
<p>Services de support c.-à-d. nécessaires à la production d'autres services écosystémiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Production primaire • Cycle des nutriments • Cycle de l'eau • Préservation de la dynamique du réseau alimentaire • Préservation de la biodiversité • Préservation de l'habitat • Préservation de la résilience

10.2 L'économie des ressources naturelles

L'économie des ressources tente d'apporter des réponses à la problématique économique d'allocation intertemporelle des ressources non-renouvelable.

Le sable marin est une ressource épuisable, cela signifie que les réserves sont considérées comme données (à part si l'on découvre de nouvelles ressources dans la zone de

prospection) et que le taux d'extraction est étroitement lié aux ventes. Si le taux d'extraction est assimilable aux ventes, l'entreprise qui exploite une concession, pourrait chercher soit à accélérer l'extraction (c'est-à-dire préférer des ventes présentes aux ventes futures), soit à ralentir (préférer les ventes futures aux ventes présentes). Un concessionnaire serait donc en mesure d'influencer le prix du sable marin en faisant varier son taux d'extraction.

Une entreprise d'extraction rationnelle a toujours comme priorité la maximisation de la valeur actuelle de ses profits futurs. Pour y parvenir, elle doit gérer de façon optimale les réserves de sable à sa disposition. Cela revient à déterminer quel taux d'extraction optimal lui permettra d'optimiser ses revenus sur l'ensemble de la période d'extraction.

Du fait de l'accès "libre"²⁹ aux réserves de sable marin, un problème de gestion demeure. En effet, le concessionnaire ne peut pas choisir entre extraire maintenant ou extraire demain puisque sa concession lui sera retirée. La concurrence que se livrent les entreprises d'extractions pour les quotas d'extraction conduit chacune de ces entreprises à maximiser son profit dès maintenant. Leurs intérêts, dans les limites des quotas, à exploiter au plus vite les réserves de sable comporte des risques d'épuisement accéléré de cette ressource naturelle.

L'instauration d'un monopole pour l'extraction de sable dans la PBMN pourrait, dans une certaine mesure, avoir un effet bénéfique en permettant de prolonger la durabilité économique des réserves de sable marin. En effet, l'attitude monopolistique serait de maintenir l'extraction à un niveau inférieur au niveau d'extraction optimal et de demander aux consommateurs un prix plus élevé. Cependant, le monopole a ses limites. Le sable marin compte de nombreux biens de substitution comme le sable terrestre, le sable de rivière, ... vers lesquels les agents économiques se tourneront si le prix du sable marin est trop élevé [9].

²⁹ Sous réserve d'être en possession d'une autorisation de concession à laquelle n'importe quelle entreprise d'extraction peut prétendre.

Conclusion

À partir de quel point peut-on dire qu'une ressource est rare? La question de rareté du sable fait référence à la notion, subjective dans sa temporalité et sa spatialité, de réserve. Depuis 1976, lorsque que l'exploitation du sable a débuté dans la partie belge de la mer du Nord, la réserve légale de sable n'a presque jamais cessé de diminuer. Les plans d'aménagement des espaces marins qui se sont succédés dans le temps ont peu à peu réduit la surface légale dédiée à l'extraction du sable, et par conséquent, ont causés une diminution de la réserve légale de sable. Cette diminution est principalement attribuable aux plans d'aménagements, plutôt qu'à l'activité d'extraction elle-même. En 2021, la réserve légale de sable s'élève à $629 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ alors qu'elle s'élevait encore à $964 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1976. La mise en œuvre du dernier plan d'aménagement en 2020 et de la nouvelle surface de référence en 2021 a accordé un faible répit de moins d'une décennie aux réserves de sable, passant de $599 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ disponible à $629 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Le sable marin est une ressource non-renouvelable et au rythme d'extraction prévu, si aucune mesure supplémentaire n'est prise pour prolonger sa durabilité économique, celui-ci entrera dans moins d'un siècle dans une phase de rareté légale. La seule perspective d'amélioration est la zone de prospection dans laquelle des ressources de sable pourraient être trouvées. C'est préoccupant lorsque l'on sait que le Plan directeur sécurité côtière compte uniquement sur le sable marin pour la supplétion des plages et des dunes dans son programme de maintenance.

La question est de savoir quelles décisions seront prises par l'ensemble des intervenants dans la gestion du sable car ce sont eux qui contrôlent toutes les variables liées à l'offre de sable marin belge. Parmi leurs compétences figurent : l'attribution des concessions, la fixation des quotas d'extraction, l'évaluation de l'impact environnemental, le conseil du Ministre de l'Economie et de la Mer du Nord et la détermination de la limite verticale d'extraction. L'implémentation des débouchés du projet de recherche TILES à travers la nouvelle surface de référence était une première étape pour assurer la durabilité économique du sable car ils ont permis de savoir quelle partie du volume disponible était effectivement extractible en fonction de la qualité du sable. Seulement, d'autres mesures doivent absolument suivre.

La réglementation existante autour de l'activité d'extraction de sable dans la partie de la mer du Nord ne contient aucun instrument de politique économique ou environnementale capable d'attaquer en profondeur les problèmes de production et environnementaux liés à cette activité. Les normes d'extraction, de qualité déterminée à l'optimum de dégradation de l'environnement marin ou une taxe permettrait l'internalisation des effets négatifs provoqués par l'extraction de sable. Ces deux types de mesures auraient l'avantage de restreindre la production de sable marin belge, et par conséquent d'allonger la vie économique des réserves légales de sable et de réduire l'incidence de l'extraction sur l'environnement marin. Cependant, avant de pouvoir mettre en place des normes ou une taxe, il est nécessaire de valoriser l'environnement. L'approche par la comptabilité des services écosystémiques doit être privilégiée à l'approche actuelle de la comptabilité des eaux marines car elle n'est pas représentative de la dégradation occasionnée par chacun des secteurs d'activités. En effet, le secteur de l'extraction d'agrégats représente 54% du coût de dégradation associés aux mesures existantes (monitoring de l'impact environnemental de l'activité principalement) alors que son bilan environnemental est bien meilleur que celui de l'énergie éolienne ou de la pêche commerciale par rapport au descripteur 7 et descripteur 6 respectivement.

L'entrée en vigueur du nouveau plan d'aménagement des espaces marins en 2020 a vu l'émergence d'un conflit spatial entre le secteur de l'énergie éolienne offshore et le secteur de l'extraction de sable. La cession pour une période de 30 ans du secteur d'extraction 4a pour une zone dédiée aux énergies éoliennes offshore et l'amputation de la zone de contrôle 1 pour permettre le passage d'un câble sous-marin, également destinés aux énergies renouvelables, font partie des choix stratégiques opérés par le dernier plan d'aménagement. On comprend ces choix lorsque l'on compare l'importance socio-économique des deux activités; d'autant plus, que la Belgique (comme tous les pays membre de l'Union Européenne) doit atteindre 32% d'énergie renouvelable sur l'ensemble de sa consommation à l'horizon 2030 et que l'énergie éolienne offshore représentait déjà 10% de la production total d'électricité belge en 2020. L'ouverture de la zone de contrôle 5 en compensation a eu pour effet d'accroître les réserves légales de sable mais il faudra surveiller dans le futur l'évolution de la superficie accordée aux énergies renouvelables au détriment de l'extraction de sable. À l'avenir l'utilisation multiple des zones dédiées au

énergies renouvelables sera étudiée, mais je vois mal comment extraction et stabilité des fondations des éoliennes pourraient être combinées, même à l'aide de distance de sécurité.

La dernière décennie a été marquée par un intérêt grandissant pour la quantification de l'impact de l'extraction de sable sur l'environnement marin dans son ensemble, en vue d'en minimiser les effets. La nouvelle surface de référence a aussi pour objectif de s'assurer que l'extraction de sable répond aux exigences des descripteurs du bon état écologique comme défini dans l'implémentation belge de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin. En effet, en 2020, le bon état écologique aurait dû être atteint dans les eaux marines belges.

Un rapport de la commission européenne reconnaît qu'il faudra plus de temps pour accomplir cet objectif.

Enfin, si une personne devait continuer ce mémoire, il ou elle pourrait évaluer l'impact qu'aura la nouvelle surface de référence. Cette personne pourrait également poursuivre le développement de l'approche par la comptabilité des services écosystémiques dans les eaux marines belges.

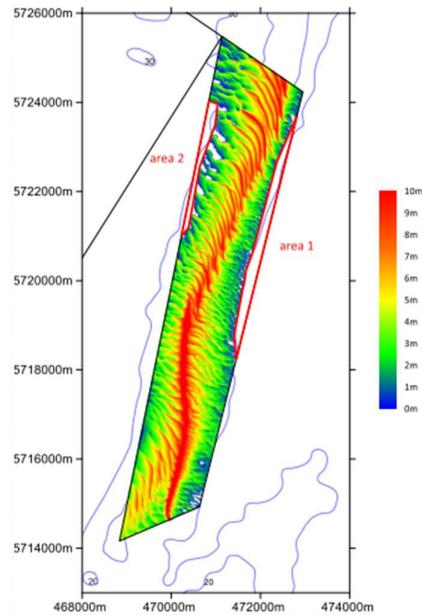
Bibliographie

- [1] « annexe_1_analyse_spatiale_des_espaces_marins_paem_2020.pdf » (s. d.)
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/annexe_1_analyse_spatiale_des_espaces_marins_paem_2020.pdf (Consulté le 22 mai 2021).
- [2] « annexe_2_vision_a_long_terme_objectifs_et_indicateurs_et_choix_strategiques_en_matiere_damenagement_paem_2020.pdf » (s. d.)
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/annexe_2_vision_a_long_terme_objectifs_et_indicateurs_et_choix_strategiques_en_matiere_damenagement_paem_2020.pdf (Consulté le 22 mai 2021).
- [3] Baeye, M., Van den Eynde, D., Van Lancker, V. et Francken, F. (2019) « Monitoring of the impact of the extraction of marine aggregates, in casu sand, in the zone of the Hinder banks. Data report Year 2017. Report ZAGRI-MOZ4/X/MB/201905/EN/TR01 ».
- [4] Barette, F., Degrendele, K. et Roche, M. (2020) *Monitoring van de zandwinning en de impact op de zeebodem*.
<https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Rapport-Resultaten-monitoring-zandwinning-2017-2020.pdf> (Consulté le 7 avril 2021).
- [5] Breyer, S. et Cornet, M. (2017) « RAPPORT FINAL ÉTUDE COMMISSIONNÉE PAR LA BELGIAN OFFSHORE PLATFORM ». , p. 16.
- [6] De Cauwer, K. et Van Gaeve, S. (2018) *Troisième rapport fédéral en matière d'environnement 2014-2018 - Partie 1 : Etat de l'environnement marin*.
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/rfe_partie_1_fr_2019.pdf (Consulté le 22 avril 2021).
- [7] Degrendele, K., Roche, M. et Vandenreyken, H. (2017) « New limits for the sand extraction on the Belgian part of the North Sea? »
<https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Sand/Belgian-marine-sand-a-scarce-resource-study-day-2017.pdf>
- [8] Degrendele, K. et Vandenreyken, H. (2020) « Nieuwe referentieoppervlakken, vastlegging gesloten zones vanaf 1 januari 2021 ».
<https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Sand/zandwinning-gesloten-deelzones-in-2021.pdf> (Consulté le 15 avril 2020).
- [9] Diemer, A. (2004) « Economie et environnement ».
<http://oeconomia.net/private/cours/economieenvironnement.pdf> (Consulté le 26 mars 2021).
- [10] Etat belge (2012) « Définition du Bon état écologique et définition d'Objectifs environnementaux pour les eaux marines belges. Directive-cadre Stratégie pour le

- milieu marin - Art 9 & 10. »
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/19077133/Bon%20etat%20ecologique%20et%20objectifs.pdf
- [11] Etat belge (2012) « Analyse économique et sociale de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin. Directive-cadre stratégie pour le milieu marin – Art 8, paragraphe 1c. »
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/19077139/Analyse%20economique%20et%20sociale.pdf (Consulté le 20 février 2021).
- [12] Etat belge (2018) « Actualisation de la définition du bon état écologique et définition d'objectifs environnementaux pour les eaux marines belges. Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin - Art 9 & 10. »
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/bon_etat_ecologique_et_objectifs_environnementaux_msfd_2018.pdf (Consulté le 22 avril 2021).
- [13] Etat belge (2018) « Actualisation de l'analyse économique et sociale de l'utilisation des eaux marines belges et du coût de la dégradation du milieu marin. Directive-cadre stratégie pour le milieu marin – Art 8.1.c. »
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/analyse_economique_et_sociale_msfd_2018.pdf (Consulté le 26 avril 2021).
- [14] European Commission (2020) *Report from the commission to the european parliament and the council on the implementation of the Marine Strategy Framework Directive (Directive 2008/56/EC)*. Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0259&from=EN> (Consulté le 24 avril 2021).
- [15] « Implementation of the integrated Master Plan for Coastal Safety in Flanders — Climate-ADAPT » (s. d.) <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/implementation-of-the-integrated-master-plan-for-coastal-safety-in-flanders> (Consulté le 29 mars 2021).
- [16] Peduzzi, P. (2014) « Sand, rarer than one thinks ». *Environmental Development*, 11, p. 208-218. doi:10.1016/j.envdev.2014.04.001
- [17] Roche, M., De Backer, A. et Van den Eynde, D. (s. d.) « How sustainable is the belgian sand extraction? Monitoring results and perspectives ». <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Sand/How-sustainable-is-the-Belgian-sand-extraction-Roche-DeBacker-VandenEynde.pdf> (Consulté le 16 avril 2021).
- [18] SPF Economie (2020) « Extraction de sable et de gravier dans la partie belge de la mer du Nord: la réglementation ». <https://economie.fgov.be/fr/file/3927/download?token=xom0Zxar>

- [19] SPF Economie (2020) « Sand and gravel extraction in the Belgian part of the North Sea ». <https://economie.fgov.be/fr/publications/exploitation-de-sable-et-de>
- [20] Van den Eynde, D., Francken, F. et Van Lancker, V. (2017) « Effects of extraction of sand on the bottom shear stress on the Belgian Continental Shelf ». <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Sand/Belgian-marine-sand-a-scarce-resource-study-day-2017.pdf>
- [21] Van Lancker, V., Baeye, M., Francken, F., Kint, L., Montereale Gavazzi, G., Terseleer, N. et Van den Eynde, D. (2020) *Effecten van mariene aggregatextractie op zeebodemintegriteit en hydrografische condities. Nieuwe inzichten en ontwikkelingen*. <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Rapport-Resultaten-monitoring-zandwinning-2017-2020.pdf> (Consulté le 7 avril 2021).
- [22] Van Lancker, V., Vandenreyken, H., Lauwaert, B., De Backer, A. et Devriese, L. (2018) « Zand- en grindwinning ». *Kennisgids Gebruik Kust en Zee 2018 - Compendium voor Kust en Zee*, p. 12.
- [23] Van Vaerenbergh, D., Barette, F., Degrendele, K., Van den Eynde, D., Van Lancker, V. et De Backer, A. (2020) « Zandwinning in het Belgische deel van de Noordzee ». <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Presentatie-Monitoringsresultaten-zandwinning-2017-2020.pdf> (Consulté le 15 avril 2021).
- [24] Wyns, L., Hostens, K. et De Backer, A. (2020) *Het effect van zandwinning op het bodemleven in het Belgisch deel van de Noordzee*. <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Rapport-Resultaten-monitoring-zandwinning-2017-2020.pdf> (Consulté le 7 avril 2021).

Annexe 1 Sous-zones fermées à l'extraction en 2021

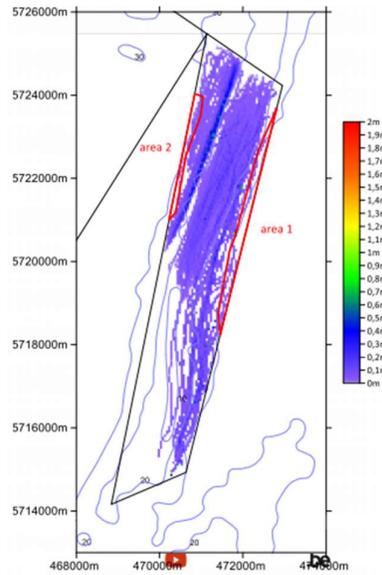


	superficie en 10 ⁶ m ²	Profondeur d'extraction moyenne autorisée	Profondeur médiane d'extraction autorisée	volume disponible
secteur 4a - area 1	0,97	-0,07	-0,10	0,27
secteur 4a - area 2	0,41	-0,01	-0,18	0,18

	superficie en 10 ⁶ m ²	volume en 10 ⁶ m ³	volume disponible à l'exploitation en 2021
secteur 4a	19,07	79,50	79,05

Figure 48 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 4 – secteur 4a.

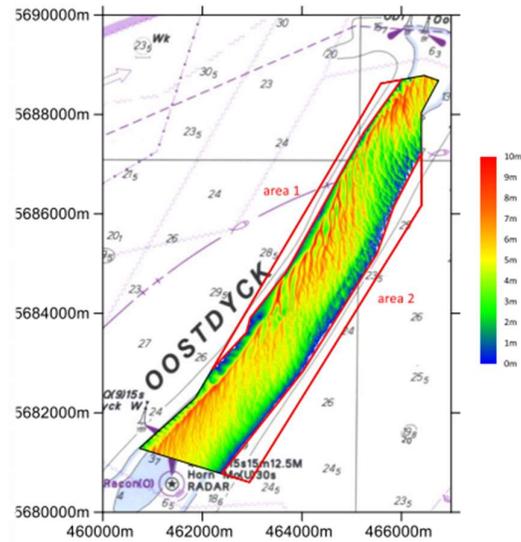
Source : tableau adapté depuis [8]



	volume extrait en 2017-2019 en 10 ⁶ m ³	volume extrait en 2017-2019 dans les sous-zones fermées	
		en 10 ⁶ m ³	en %
secteur 4a	0,746	0,016	2,145

Figure 49 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 4 – secteur 4a.

Source : tableau adapté depuis [8]

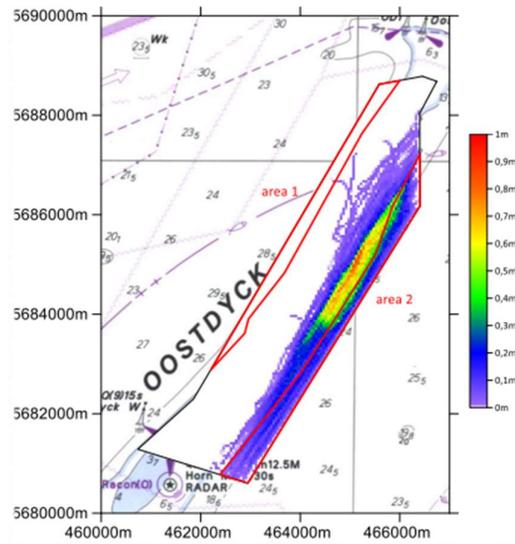


	superficie en 10 ⁶ m ²	Profondeur d'extraction moyenne autorisée	Profondeur médiane d'extraction autorisée	volume disponible
secteur 2od - area 1	1,41	-1,77	-1,75	0,04
secteur 2od - area 2	2,40	-1,24	-1,20	0,06

	superficie en 10 ⁶ m ²	volume en 10 ⁶ m ³	volume disponible à l'exploitation en 2021
secteur 2od	15,74	48,72	48,62

Figure 50 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2od.

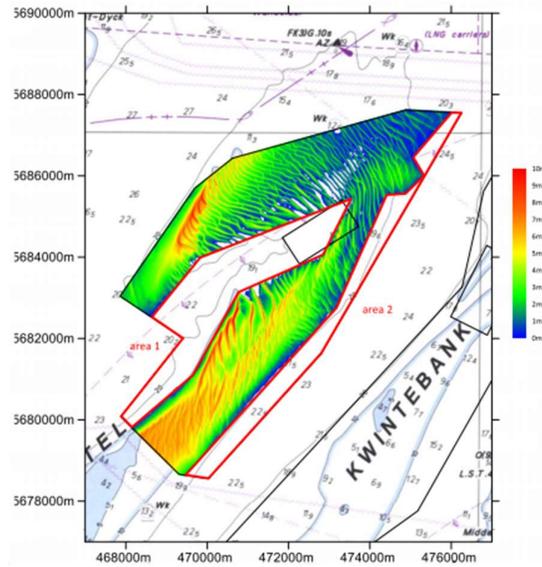
Source : tableau adapté depuis [8]



	volume extrait en 2017-2019 en 10 ⁶ m ³	volume extrait en 2017-2019 dans les sous-zones fermées	
		en 10 ⁶ m ³	en %
secteur 2od	1,015	0,315	31,034

Figure 51 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2od.

Source : tableau adapté depuis [8]

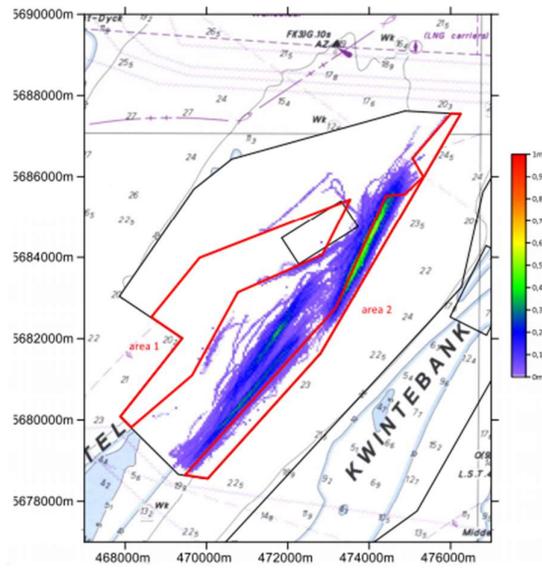


	superficie en 10^6 m ²	Profondeur d'extraction moyenne autorisée	Profondeur médiane d'extraction autorisée	volume disponible
secteur 2br - area 1	7,33	-0,89	-1,10	1,85
secteur 2br - area 2	4,26	-0,77	-0,90	0,27

	superficie en 10^6 m ²	volume en 10^6 m ³	volume disponible à l'exploitation en 2021
secteur 2br	37,40	75,96	73,84

Figure 52 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2br.

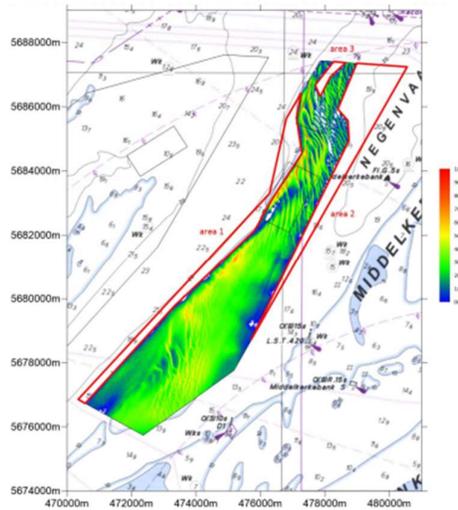
Source : tableau adapté depuis [8]



	volume extrait en 2017-2019 en 10 ⁶ m ³	volume extrait en 2017-2019 dans les sous-zones fermées	
		en 10 ⁶ m ³	en %
secteur 2br	0,838	0,242	28,878

Figure 53 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2br.

Source : tableau adapté depuis [8]

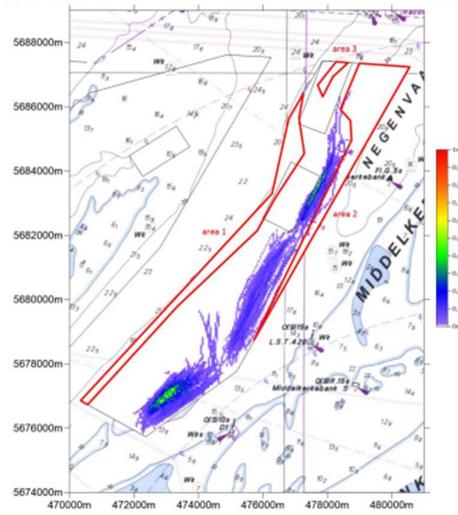


	superficie en 10 ⁶ m ²	Profondeur d'extraction moyenne autorisée	Profondeur médiane d'extraction autorisée	volume disponible
secteur 2kb - area 1	3,57	-1,24	-1,34	0,06
secteur 2kb - area 2	4,41	-0,56	-0,73	0,57
secteur 2kb - area 3	0,28	-0,82	-0,96	0,04

	superficie en 10 ⁶ m ²	volume en 10 ⁶ m ³	volume disponible à l'exploitation en 2021
secteur 2kb	32,54	60,27	59,60

Figure 54 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 2 – secteur 2kb.

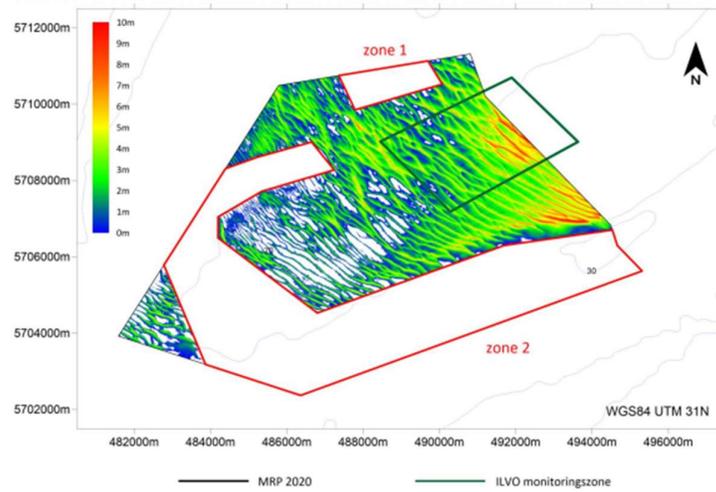
Source : tableau adapté depuis [8]



	volume extrait en 2017-2019 en 10 ⁶ m ³	volume extrait en 2017-2019 dans les sous-zones fermées	
		en 10 ⁶ m ³	en %
secteur 2kb	0,510	0,006	1,176

Figure 55 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 2 – secteur 2kb.

Source : tableau adapté depuis [8]

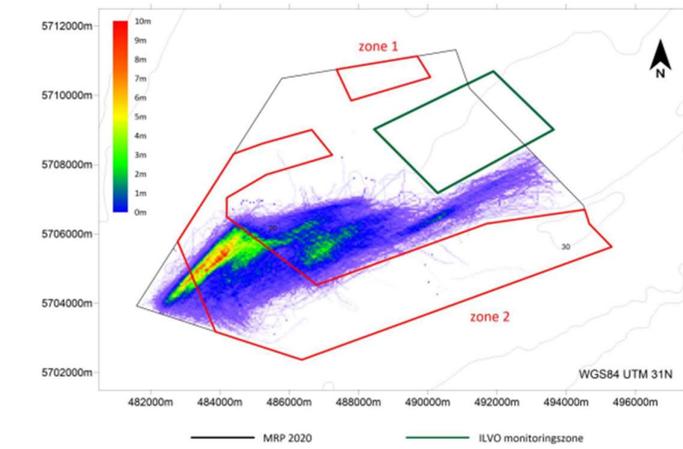


	superficie en 10 ⁶ m ²	Profondeur d'extraction moyenne autorisée	Profondeur médiane d'extraction autorisée	volume disponible
secteur 1a - area 1	1,93	-0,03	-0,13	0,84
secteur 1a - area 2	28,71	-0,54	-0,74	6,65

	superficie en 10 ⁶ m ²	volume en 10 ⁶ m ³	volume disponible à l'exploitation en 2021
secteur 1a	71,35	90,02	82,53

Figure 56 Volume disponible en 2021 dans la zone de contrôle 1 – secteur 1a.

Source : tableau adapté depuis [8]



	volume extrait en 2017-2019 en 10 ⁶ m ³	volume extrait en 2017-2019 dans les sous-zones fermées	
		en 10 ⁶ m ³	en %
secteur 1a	5,852	2,663	45,506

Figure 57 Volume extrait sur la base des données EMS dans la zone de contrôle 1 – secteur 1a.

Source : tableau adapté depuis [8]