

## Coûts liés à l'introduction d'énergie<sup>1</sup> dans le milieu et à des modifications du régime hydrologique

### MESSAGES CLES

Les coûts de suivi et d'information liés aux perturbations sonores et aux changements hydrographiques en façade MEMN présentent les caractéristiques suivantes :

- la façade MEMN est celle où l'on a dépensé le moins pour des actions de suivis des pressions ;
- la façade MEMN concentre plus du tiers des coûts nationaux de suivi et d'information ;
- la façade MEMN concentre l'essentiel des dépenses pour le suivi du changement des conditions hydrographiques, du fait des suivis associés aux quatre centrales nucléaires présentes sur cette façade.

Les chiffres affichés dans cette synthèse sont à prendre avec prudence. Ils ne reflètent pas la situation actuelle du fait du manque de données sur les coûts d'évitement et d'atténuation.

### I. Introduction

Les activités d'origine anthropique sont à l'origine d'émissions sonores continues (ex : transport maritime) et impulsives (ex : travaux maritimes tels que travaux portuaires ou installation d'éoliennes ou d'hydroliennes en mer) pouvant générer des impacts sur le milieu marin. Par ailleurs, les activités humaines telles que l'extraction de granulats marins, les aménagements portuaires (dont les dragages et immersions), la production électrique renouvelable (éoliennes en mer, hydrolienne) et non-renouvelable (centrales nucléaires) ou les activités conchylicoles conduisent à des changements hydrographiques (régime de salinité, température, turbidité, etc.) et hydrodynamiques (courant, marée, vagues, transport sédimentaire). Ces changements peuvent affecter l'état écologique et l'étendue spatiale des habitats benthiques.

Des mesures de suivi, de prévention et d'atténuation sont alors mises en œuvre pour limiter les pressions et impacts générés par les émissions sonores et les changements hydrographiques (Cf. Tableau 1). Ces mesures et leurs coûts à l'échelle de la façade Manche Est – mer du Nord sont rapportés dans la présente fiche. Néanmoins, malgré la mise en œuvre de ces mesures, des impacts résiduels demeurent sur le milieu marin et sur les activités humaines, qui seront caractérisés, au moins de manière qualitative.

---

<sup>1</sup> Les éléments de cette fiche relatifs à l'introduction d'énergie dans le milieu marin se focalisent sur les perturbations sonores d'origine anthropique (Cf. Rapport d'évaluation 2018 du bon état écologique pour le descripteur 11)

Tableau 1 - Les catégories de mesures associées à l'évaluation des coûts liés aux perturbations sonores et aux changements hydrographiques

	<b>Mesures de suivi et d'information</b>	<b>Mesures d'évitement et de prévention</b>	<b>Mesures d'atténuation</b>
<b>Introduction d'énergie</b>	Suivi de la pression en mer Travaux de recherche dédiés sur le bruit sous-marins	Evaluation de l'impact des émissions sonores générées dans le milieu marin et en particulier dans les aires marines protégées	Mesures pour limiter l'impact du bruit sur les mammifères marins
<b>Changements hydrographiques</b>	Suivi des modifications hydrologiques Travaux de recherche sur les changements hydrographiques	Evaluations de l'impact des débits, des rejets sédimentaires et des rejets issus des activités urbaines	/

Les éléments rapportés dans la présente fiche sont probablement incomplets ; en l'état actuel des informations disponibles, il n'est pas possible de proposer une estimation des coûts en ce qui concerne les mesures de prévention et d'évitement, et les coûts d'atténuation ne sont estimés que pour les mesures relatives à l'introduction d'énergie.

## II. Coûts de suivi

Cette section présente et évalue en premier lieu les suivis relatifs à l'introduction d'énergie dans le milieu et à des modifications du régime hydrologique intégrés dans le programme de surveillance DCSMM. Les coûts de la recherche sur l'introduction d'énergie dans le milieu et des modifications du régime hydrologique sont ensuite estimés ainsi que ceux des suivis réalisés en dehors du programme de surveillance de la DCSMM.

### II.A. Suivis réalisés dans le cadre du programme de surveillance

#### II.A.1. Coût en matière de coordination et d'appui technique et scientifique au programme de surveillance DCSMM

Les coûts rapportés dans le tableau 2 sont liés aux actions de coordination, d'appui technique et scientifiques, réalisées par le SHOM, dans le cadre du programme de surveillance de la DCSMM. Les coûts affichés sont des coûts environnés à l'échelle de la façade MEMN.

Tableau 2 - Coûts de coordination, d'appui technique et scientifique au programme de surveillance de la DCSMM supportés par le SHOM pour les descripteurs D7 et D11 (source : SHOM)

<b>Descripteur</b>	<b>Coût annuel moyen de coordination, d'appui technique et scientifique au programme de surveillance DCSMM</b>	<b>Période de financement concernée</b>
D7 Conditions hydrographiques	43 185€*	2017
D11	49 186€*	2017

Introduction d'énergie		
---------------------------	--	--

\*Répartition arbitraire par SRM obtenue en divisant le coût national par 4.

## II.A.2. Suivi de la pression en mer liée aux émissions sonores

Les suivis des pressions induites par les émissions sonores en mer sont réalisés par le SHOM. Les coûts de ces mesures pour la façade MEMN sont rapportés dans le tableau 3. Ces coûts ne comprennent pas les coûts en « navire et modélisation » supportés par le SHOM qui n'ont pas pu être renseignés.

Tableau 3 - Coûts des mesures de suivi de la pression liée aux émissions sonores en mer pour la façade MEMN (source : SHOM)

		Coût annuel moyen	Période de financement	Financier
<b>Emissions sonores continues (trafic maritime)</b>	Dispositif ENVISIA Collecte de données AIS	20 000€*	2015 et 2017	SHOM (via la DEB)
	Achat de données LLI Données AIS et données déclaratives de mouvement des navires	13 000€*	2016	SHOM (via la DEB)
	Dispositif AISOP Optimisation des données AIS d'opportunité des navires hauturiers	12 500€*	2016	SHOM (via la DEB)
<b>Emissions sonores impulsives</b>	DIAPASON Traitement et validation des données, développements informatiques	7 875€* (temps personnel uniquement)	2016 - 2017	SHOM (via la DEB)
<b>Mesures acoustiques</b>	MAMBO Mise en place d'un observatoire acoustique	75 000€*	2016 - 2017	SHOM (via la DEB)

\*Répartition arbitraire par SRM obtenue en divisant le coût national par 4.

## II.A.3. Suivi des changements des conditions hydrographiques

Les suivis des modifications des conditions hydrographiques dans le cadre du programme de surveillance de la DCSMM sont réalisés par le SHOM. Ils ne concernent que les suivis s'intéressant strictement aux changements hydrographiques c'est-à-dire ceux qui ne sont pas en lien avec d'autres programmes thématiques de surveillance. Ces coûts ne comprennent pas les coûts en « navire et modélisation » supportés par le SHOM qui n'ont pas pu être renseignés.

Comme pour les émissions sonores, il y a des coûts de suivi /modélisation des conditions hydrographiques en lien avec les projets : granulats marins, immersions de sédiments, aménagements portuaires, éoliennes...

Tableau 4 – Coûts des mesures de suivi des conditions hydrographiques dans le cadre du programme de surveillance de la DCSMM pour la façade MEMN (source : SHOM)

	Coût annuel	Période de	Financier
--	-------------	------------	-----------

	<b>moyen</b>	<b>financement</b>	
Extension du réseau de Cages benthiques du SHOM	21 295€*	2016 - 2017	SHOM (via la DEB)
Services d'observation de données OCO - Observations radar HF (données sur les courants de surface)	6 102€*	2016 - 2017	SHOM (via la DEB)
Post-production des données d'OCO	30 844€*	2016 - 2017	SHOM (via la DEB)

\*Répartition arbitraire par SRM obtenue en divisant le coût national par 4.

## **II.B. Actions de recherche**

L'évaluation du coût de la recherche sur la biodiversité marine associée à chaque thème de dégradation constitue une entreprise délicate en raison de l'absence de base de données inventoriant les laboratoires impliqués dans la recherche marine.

Cette évaluation a été réalisée en identifiant tout d'abord le nombre de chercheurs impliqués dans la recherche marine en France. Ce nombre a ensuite été multiplié par un budget environné par chercheur. Enfin, ce budget a été réparti par thème de dégradation et par sous-région marine aux moyens d'analyses bibliométriques.

Ces estimations *a minima* ont pourtant conduit, pour la façade MEMN, à une évaluation des coûts de la recherche sur l'hydrodynamisme et à l'introduction d'énergie à 200 000€ (soit 12% du budget de la recherche sur cette thématique à l'échelle nationale) (Cf. Annexe pour le détail de la méthodologie utilisée).

## **II.C. Suivis réalisés en dehors du programme de surveillance**

Le suivi associé aux rejets des centrales nucléaires est réalisé par Ifremer et financé par EDF. Le coût annuel moyen de ce suivi estimé à 1 040 000€ pour la façade MEMN pour les centrales de Penly, Paluel, Flamanville et Gravelines (source : Ifremer).

## **III. Coûts de prévention**

Les activités humaines susceptibles de conduire à des modifications des conditions hydrographiques et génératrices d'émissions sonores sont soumises à des mesures réglementaires (Cf. Tableau 5). L'ensemble de ces mesures réglementaires font partie des mesures existantes rapportées dans le programme de mesures de la DCMM. Cependant, il n'est pas possible de proposer une estimation du coût de mise en œuvre de ces mesures par manque d'information.

Tableau 5 - Principales mesures réglementaires en lien avec les thématiques "Conditions hydrographiques" et "Introduction d'énergie"

<b>Conditions hydrographiques</b>
Cadre réglementaire relatif au maintien des débits : autorisations ou récépissés de déclarations, au titre du code de l'environnement, pour les activités dont les prélèvements dépassent les seuils fixés (ICPE, ouvrages et obstacles à l'écoulement, prélèvement d'eau pour l'irrigation)
Cadre réglementaire relatif aux rejets sédimentaires issus des travaux et des aménagements maritimes dans les milieux aquatiques : travaux maritimes soumis à déclaration ou autorisation au titre du code de l'environnement (étude d'impact)
Cadre réglementaire relatif aux rejets issus des activités urbaines (rejets des stations d'épuration), agricoles et industrielles dans les milieux aquatiques : seuils fixés pour les matières en suspension et les teneurs en oxygène présents dans l'eau. Directive 91/271/CEE relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU) et Directive 2010/75/CE relative aux émissions industrielles (IED)
<b>Introduction d'énergie</b>
Cadre réglementaire relatif aux émissions sonores générées dans le milieu marin : convention OSPAR, accords ASCOBANS et ACCOBAMS (actions limitant le bruit d'origine anthropique sur les espèces marines) ; travaux maritimes soumis à déclaration ou autorisation au titre du code de l'environnement (étude d'impact)
Cadre réglementaire relatif aux émissions sonores dans les aires marines protégées : proposition de l'AFB à l'autorité administratif des mesures de réduction de bruit, la limitation voire la suppression des activités si nécessaire

#### IV. Coûts d'atténuation

Aucun élément n'a pu être obtenu concernant les mesures d'atténuation liées aux changements hydrographiques pour la façade Manche Est - mer du Nord. Des mesures d'atténuation des impacts du bruit ont été identifiées mais l'estimation de leur coût n'est pas toujours possible.

##### IV.A. Mesures d'atténuation des impacts du bruit dans le cadre de l'éolien en mer

Les travaux des parcs éoliens et hydroliens en mer sont susceptibles de générer des émissions sonores impulsives conséquentes lors de la phase de battage de pieux, des fondations ou des dispositifs d'amarrage. Les maîtres d'ouvrage mettent en place des dispositifs acoustiques d'effarouchement (pinger, sealscarer) et un démarrage progressif des travaux (soft start) pour limiter les impacts sur les mammifères marins. Ces actions n'ont pas encore été mises en place, les travaux d'installation des parcs éoliens ne sont pas prévus avant 2020<sup>2</sup>. Les coûts estimés pour ces actions sont rapportés dans le tableau 6 et constituent une moyenne des coûts affichés dans les études d'impact des parcs éoliens en mer du premier appel d'offres.

Ces actions d'atténuation sont accompagnées d'un dispositif de suivi pour évaluer l'efficacité des mesures de réduction dont les coûts ne sont pas rapportés.

Tableau 6 - Ordre de grandeur des coûts des mesures d'atténuation des impacts du bruit dans le cadre des

<sup>2</sup> Par conséquent, le coût de ces mesures ne sera pas rapporté dans le tableau synthétique de la section 6.

parcs éoliens de Courseulles-sur-Mer et Fécamp (pour une durée des travaux de 3 ans) (source : études d'impact des parcs éoliens en mer du premier appel d'offres)

<b>Mesures d'atténuation des impacts du bruit</b>	<b>Coût moyen annuel (ordre de grandeur)</b>
Augmentation progressive du battage de pieux (soft start ou ramp up)	333 333€
Dispositifs acoustiques d'effarouchement (pinger, sealscarer)	33 333€

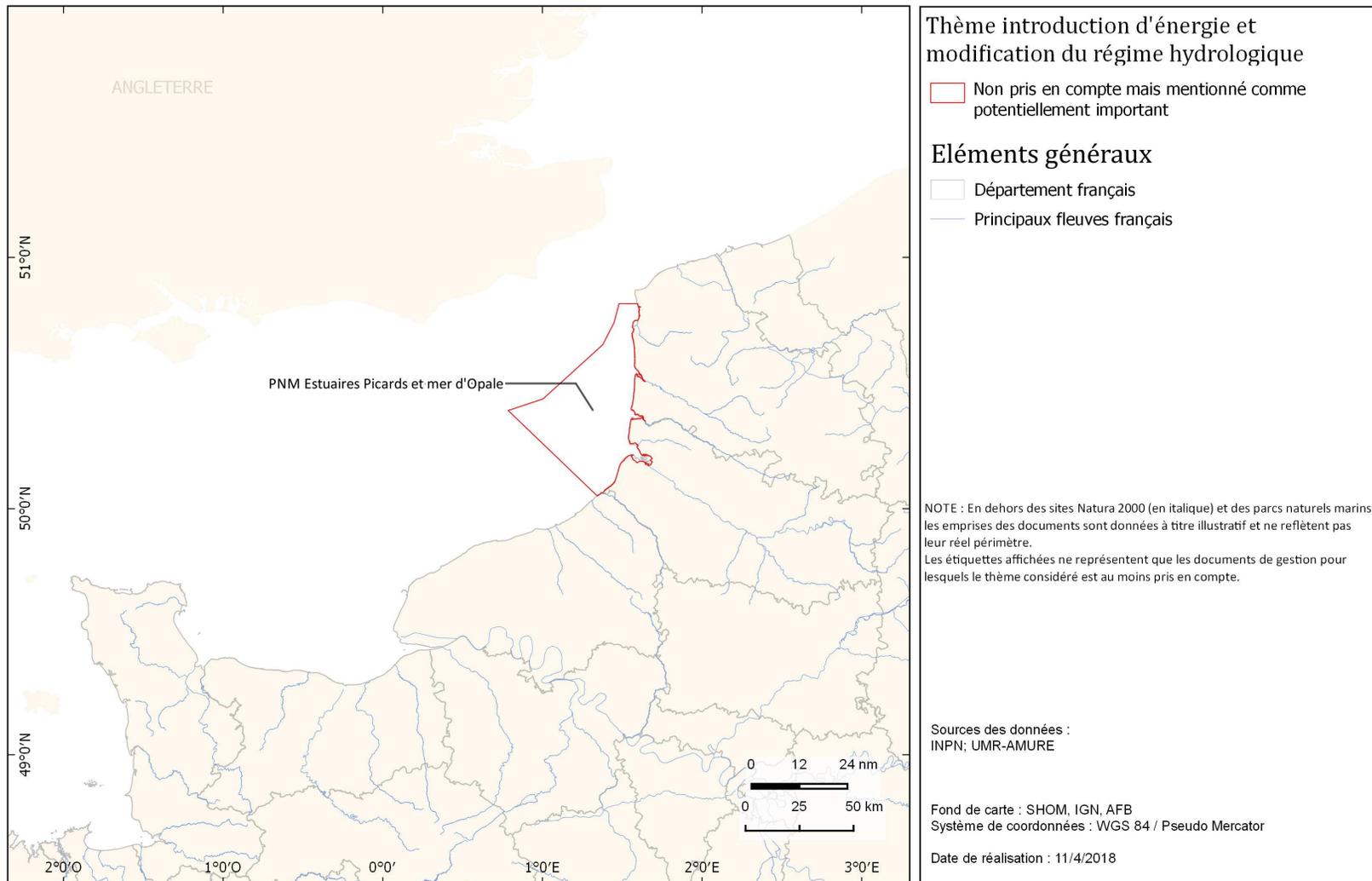
#### **IV.B. Mesures d'atténuation des impacts du bruit dans le cadre des campagnes sismiques**

Pour les campagnes sismiques, des protocoles de « mitigation » sont souvent retenus : observateurs de mammifères marins embarqués pour la surveillance visuelle des zones explorées (détection de la présence de cétacés dans les zones d'exclusion et recueil d'informations sur le comportement des mammifères marins en présence des émissions sismiques), augmentation progressive du niveau sonore (permettant aux animaux présents sur zone de s'éloigner suffisamment de la source sismique) et en cas de détection de cétacés à l'intérieur de la zone d'exclusion, les émissions sont arrêtées (Lurton, 2013). Les coûts de ces mesures n'ont pas pu être renseignés.

Concernant les émissions de sources non impulsives (utilisées pour des applications civiles et militaire : océanographie acoustique, lutte sous-marine, communication acoustique, essais technologiques, etc.) et les explosions sous-marines (neutralisation de munitions, dépollution pyrotechnique et certains travaux d'aménagement côtiers) (Le Courtois et al., 2017), aucune mesure n'a pu être identifiée.

## V. Impacts résiduels

Carte : Prise en compte du thème Introduction d'énergie et modifications hydrologiques (D7, D11) dans les documents de gestion de la façade Manche Est - mer du Nord





Caractérisation des impacts résiduels :

<b>Descripteur concerné</b>	<b>Perturbations sonores sous-marines en Manche Est – mer du Nord – D11</b>		
<b>Type d'Impact résiduel</b>	Type 3 (problématique non prise en compte par le dispositif de gestion)		
<b>Zones concernées par l'IR</b>	Façade Manche Est – mer du Nord		
<b>Documents de gestion concernés</b>	Sans objet		
<b>Caractérisation de la problématique, des objectifs du dispositif de gestion et des impacts résiduels associés</b>	<p>- Le masquage (lié à l'augmentation du bruit de fond) est le risque de couvrir les communications animales, en particulier chez les espèces dont les fréquences de vocalises peuvent être couvertes par celles du bruit de navires. Le masquage présente un risque de perturbations des comportements vitaux (succès de reproduction, cohésion des groupes, ...). À terme, l'augmentation du bruit de fond pourrait fragiliser la santé des espèces et entraîner une décroissance des populations (baisse de la démographie, surmortalité de juvéniles).</p> <p>- L'exposition à des signaux de durée limitée mais de fortes puissances peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire, surdité, embolie, ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, ...). Ces pressions conduisent à des risques de <b>surmortalité</b> directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des <b>dérangements acoustiques</b>, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue,...).</p>		
<b>Indicateurs proposés</b>	<i>Description de l'indicateur</i>	<i>Référentiel proposé</i>	<i>Valeur de l'indicateur</i>
	Risques de surmortalité des mammifères marins due à une exposition au bruit	Pas de surmortalité des mammifères marins due à une exposition au bruit	Impossible à quantifier dans l'état actuel des connaissances (manque de données)
	Nombre d'échouages liés au bruit	0 échouage lié au bruit	Impossible à quantifier dans l'état actuel des connaissances (manque de données)
	Coût d'équarrissage en cas d'échouages		Pas de données
<b>Bilan de l'évaluation de l'IR</b>	Très élevé (indicateurs tous rouge), élevé (rouge + orange), moyen (orange), faible (orange et vert)		

<b>Descripteur concerné</b>	<b>Perturbations hydrographiques en Manche Est – mer du Nord – D11</b>		
<b>Type d'Impact résiduel</b>	Type 3 (problématique non prise en compte par le dispositif de gestion mais mentionnée comme importante)		
<b>Zones concernées par l'IR</b>	Façade Manche Est – mer du Nord		

<b>Documents de gestion concernés</b>	PNM Estuaires picards et mer d'Opale		
<b>Caractérisation de la problématique, des objectifs du dispositif de gestion et des impacts résiduels associés</b>	<p>Les activités humaines telles que l'extraction de granulats marins, la production électrique renouvelable (éoliennes en mer, hydrolienne) et non-renouvelable (centrales nucléaires) ou les activités conchylicoles conduisent à des changements hydrographiques (régime de salinité, température, turbidité) et hydrodynamiques (courant, marée, vagues, transport sédimentaire). Ces changements peuvent affecter l'état écologique et l'étendue spatiale des habitats benthiques.</p> <p><b>Problématique locale mentionnée :</b></p> <p>- Au sein du PNM Estuaires picards et mer d'Opale, du fait de la spécificité des courants, la qualité des eaux côtières est très directement altérée par les exutoires des fleuves, les panaches de ceux-ci restant proches du littoral. Cette situation peut perturber fortement les fonctions de frayère ou de nourricerie des écosystèmes, les usages liés à la mer comme la baignade par exemple, et nuire à un développement de l'exploitation des ressources marines (pêche, exploitation de coquillages, aquaculture). Plus au large, la connaissance sur la qualité de l'eau reste très lacunaire et demande à être explorée, pour une meilleure approche globale de la qualité des eaux du Parc. (PNM Estuaires picards et mer d'Opale)</p>		
<b>Indicateurs existants (au sein du dispositif)</b>	<i>Description de l'indicateur</i>	<i>Référentiel existant</i>	<i>Valeur de l'indicateur</i>
	Paramètres physico-chimiques liés à l'hydrologie suivis dans le cadre de la DCE (température, salinité, turbidité, etc.)	Atteinte du bon état écologique de la DCE	Données sur envlit. A compléter
<b>Indicateurs proposés</b>	<i>Description de l'indicateur</i>	<i>Référentiel proposé</i>	<i>Valeur de l'indicateur</i>
	Evolution de la salinité (%) exprimant l'impact des apports océaniques dans le milieu (métrique de l'indicateur Qualité générale de l'eau du PNMI)		Pas de données
	Taux de réalisation des actions de connaissances	100 % des actions de connaissances réalisées	Pas de données
<b>Bilan de l'évaluation de l'IR</b>	Très élevé (indicateurs tous rouge), élevé (rouge + orange), moyen (orange), faible (orange et vert)		

## VI. Conclusion

L'ensemble des coûts estimés pour la catégorie « Coûts de suivi et d'information » sont synthétisés dans le tableau 6.

Les coûts de suivi et d'information liés aux perturbations sonores et aux changements hydrographiques présentent les caractéristiques suivantes. La façade Manche Est - mer du Nord est tout d'abord celle où l'on a dépensé le moins pour des actions de suivis des pressions. La façade MEMN concentre ensuite plus du tiers des coûts nationaux de suivi et d'information et l'essentiel des dépenses pour le suivi du changement des conditions hydrographiques. Ce dernier point ne signifie toutefois pas que les autres sous-régions marines engagent des dépenses moindres pour ces suivis. La localisation de 4 centrales nucléaires et les suivis associés en façade MEMN expliquent en effet la part importante des dépenses des suivis des conditions hydrographiques.

Les chiffres affichés dans cette synthèse sont à prendre avec prudence. Ils ne reflètent pas la situation actuelle du fait du manque de données sur les coûts d'évitement et d'atténuation.

Tableau 6 - Synthèse des coûts liés aux perturbations sonores et aux changements hydrographiques en façade MEMN

<b>COUTS DE SUIVI ET D'INFORMATION</b>		
	Façade MEMN	% à l'échelle nationale
Coûts de coordination, d'appui technique et scientifique (programme de surveillance – PdS - DCSMM)	43 185€	25%
Suivi des pressions	1 226 616€	13%
- Emissions sonores	(128 375€)	(24%)
- Changement des conditions hydrographiques	(1 098 241€)	(72%)
Recherche publique	200 000€	12%
<b>Total coûts de suivi et d'information</b>	<b>1 469 801€</b>	<b>37%</b>
<b>COUTS D'EVITEMENT ET DE PREVENTION</b>		
/	/	/
<b>Total coûts d'évitement et de prévention</b>	/	/
<b>COUTS D'ATTENUATION</b>		
Coûts d'atténuation des impacts du bruit émis par les parcs éoliens/	370 000 €	50%
<b>Total coûts d'atténuation</b>	<b>370 000 €</b>	<b>50%</b>

## **Références**

Jepson, P.D., M. Arbelo, R. Deaville, I.A.P. Patterson, P. Castro, J.R. Baker, E. Degollada, H.M. Ross, P. Herraiez, A.M. Pocknell, F. Rodriguez, F.E. Howiell, A. Espinosa, R.J. Reid, J.R. Jaber, V. Martin, A.A. Cunningham et A. Fernandez. 2003. Gas-bubble lesions in stranded animals: Was sonar responsible for a spate of whale deaths after an Atlantic military exercise? *Nature* 425(6958):575-76.

Le Courtois, F., Kinda, B., G., Stéphan, Y., 2017. Rapport d'évaluation du descripteur 11 relatif aux perturbations sonores d'origine anthropique. Evaluation du Bon État Écologique des eaux marines métropolitaines. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin.