



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport d'étude



Analyse du vent sur la façade Manche est - mer du nord



Version 21.02 du 20/10/2023

<p>Direction Générale de l'Énergie et du Climat du Ministère de la Transition Écologique</p>	<p>@ guillaume.rouviere@developpement-durable.gouv.fr ☎ 01 40 81 20 98</p>	 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE <i>Liberté Égalité Fraternité</i>
--	--	--

<p>Chargé d'affaires : M. Christophe Jacolin</p>	<p>@ Christophe.jacolin@meteo.fr ☎ 05 61 07 86 85</p>	
<p>Responsable technique : M. Raphaël Legrand</p>	<p>@ Raphael.legrand@meteo.fr ☎ 05 61 07 86 11</p>	

- page laissée intentionnellement vide -

Documents de référence antérieurs

	Intitulé	Référence	Date	Version
DR1	Roses de vent dans la macro-zone de Normandie	https://www.eoliennesenmer.fr/sites/eoliennesenmer/files/fichiers/2021/07/Meteo%20France%20Roses%20de%20vent.pdf	12/09/2019	Version 2

Évolutions successives

Référence	Date	Version	Évolution
DGEC_MEMN_Lot7_LotPreliminaireVent_V2.1_20231019	07/04/2017	VVersion	Création Description
DGEC_MEMN_Lot7_LotPreliminaireVent	22/09/2023	1	Création
DGEC_MEMN_Lot7_LotPreliminaireVent	20/10/2023	2	Corrections, prise en compte remarques Cerema

Signatures

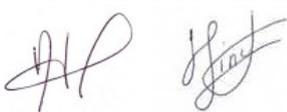
	Nom	Service	Signature
Rédacteur(s)	Martine Baillon Jean-Marc Minet	DSM/CS/DC	
Relecteur(s)	Raphaël Legrand	DSM/CS/DC	
Approbateur(s)	Christophe Jacolin	D2C/DV/PRO	

Table des matières

1	Expression de la demande	1
2	Données à disposition	3
3	Comportement du vent moyen 2018-2022	3
3.1	Vent moyen à 10 mètres de hauteur	6
3.2	Roses des vents à 10 mètres de hauteur	9
3.3	Vent moyen à 100 mètres de hauteur	15
3.4	Roses des vents à 100 mètres de hauteur	18
3.5	Vent moyen à 180 mètres de hauteur	23
3.6	Roses des vents à 180 mètres de hauteur	26
	ANNEXES	31
	Annexe 1 : Cartographie des sites	32
	Annexe 2 : Roses des vents aux niveaux 10, 100 et 180 mètres	33

Liste des illustrations

Illustration 1: Carte de la façade Manche est – mer du nord (MEMN) et de l'aire d'étude	2
Illustration 2: Champ de vent moyen à 10 m sur le domaine métropolitain	4
Illustration 3: Champ de vent moyen à 100 m sur le domaine métropolitain	4
Illustration 4: Champ de vent moyen à 180 m sur le domaine métropolitain	5
Illustration 5: Carte des vents moyens AROME à 10 m sur la façade MEMN	6
Illustration 6: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	7
Illustration 7: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	8
Illustration 8: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	8
Illustration 9: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	9
Illustration 10: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	10
Illustration 11: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	11
Illustration 12: Rose des vents à 10 m au point MEMN_01	12
Illustration 13: Rose des vents à 10 m au point MEMN_06	13
Illustration 14: Rose des vents à 10 m au point MEMN_11	13
Illustration 15: Carte des vents moyens AROME à 100 m sur la façade MEMN	15
Illustration 16: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	16
Illustration 17: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	17
Illustration 18: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	17
Illustration 19: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	18
Illustration 20: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	19
Illustration 21: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	19
Illustration 22: Rose des vents à 100 m au point MEMN_01	20
Illustration 23: Rose des vents à 100 m au point MEMN_06	21
Illustration 24: Rose des vents à 100 m au point MEMN_11	21
Illustration 25: Carte des vents moyens AROME à 180 m sur la façade MEMN	23
Illustration 26: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	24
Illustration 27: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	25
Illustration 28: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	25
Illustration 29: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN	26
Illustration 30: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN	27
Illustration 31: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN	27
Illustration 32: Rose des vents à 180 m au point MEMN_01	28
Illustration 33: Rose des vents à 180 m au point MEMN_06	29
Illustration 34: Rose des vents à 180 m au point MEMN_11	29
Illustration 35: Pointage des sites de tracé des roses des vents relativement aux sous-zones d'étude	32

Liste des tableaux

Tableau 1: Localisation des points d'étude pour le tracé des roses des vents (EPSG 4326 – WGS 84)	3
Tableau 2: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 10 m	7
Tableau 3: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 100 m	16
Tableau 4: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 180 m	24

1 Expression de la demande

Dans le cadre de la préparation de la consultation du public selon les modalités définies par la Commission nationale du débat public (CNDP), la DGEC, en tant que maître d'ouvrage du projet, demande à Météo-France de fournir un dossier comprenant l'analyse des vents moyens à 10, 100 et 180 mètres de hauteur sur la zone d'étude positionnée sur la façade « Manche est – mer du nord » (MEMN). Les niveaux 100 et 180 mètres d'altitude ont été considérés dans cette étude afin de couvrir différentes hypothèses de hauteur des nacelles des éoliennes qui seront disponibles post-2030. Une représentation de la façade « Manche est – mer du nord » est proposée dans l'illustration 1.

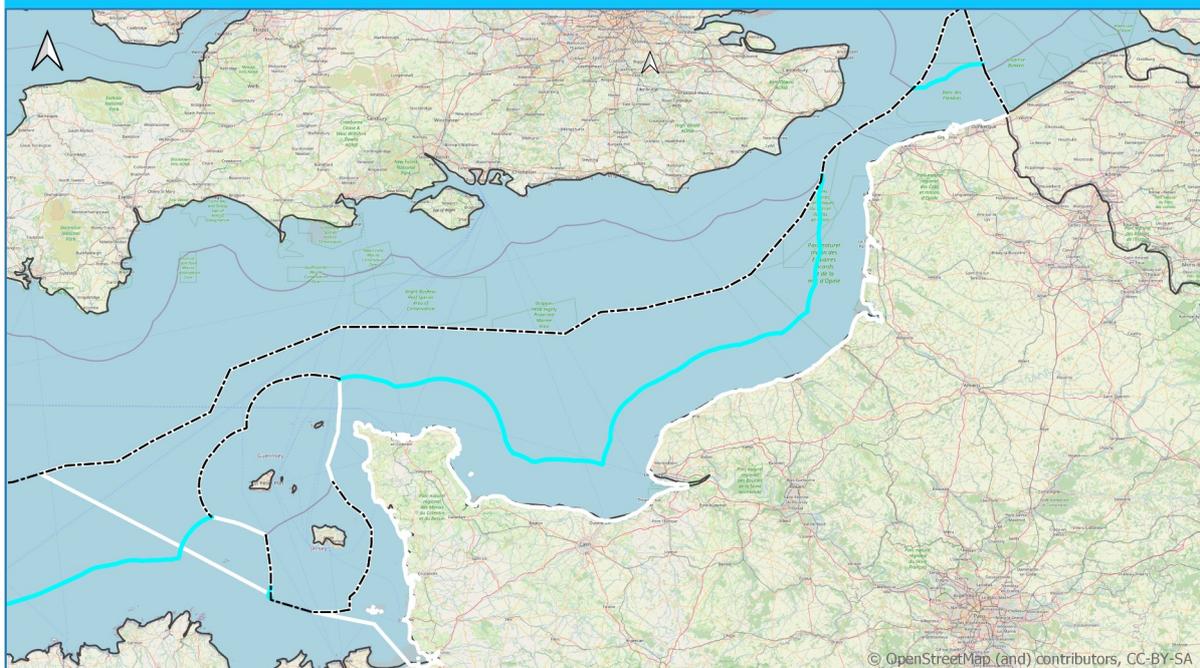
Cette étude est menée à partir de données opérationnelles du modèle météorologique AROME sur la période 2018-2022. Le modèle AROME est utilisé en opérationnel à Météo-France sur la France métropolitaine depuis 2008. Ce modèle a été construit au sein de coopérations internationales et nationales. La résolution horizontale d'AROME utilisée dans cette étude est 2,5 km. Le premier niveau est à 2 mètres, et on compte en tout 60 niveaux verticaux. Depuis 2017, une résolution de 1.3 km est disponible pour certains paramètres en opérationnel.

D'un point de vue modélisation, la résolution de 2.5 km permet de se situer dans une gamme d'échelles spatiales où les mouvements verticaux associés aux phénomènes convectifs sont traités explicitement par la dynamique du modèle. Ce qui signifie que la convection profonde, les orages notamment, est explicitement simulée par la physique du modèle.

Plus de détails peuvent être retrouvés dans [Seity et al., 2011] .

Eolien en mer : zone Manche est - mer du nord

Façade soumise à consultation du public et aire d'étude



Légende

- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Façade soumise à consultation du public (en blanc)
- Limite extérieure de la mer territoriale (12M)

0 50 100 km 0 25 50 Nq

Sources: Shom

Réalisation: Météo-France - Août 2023

Illustration 1: Carte de la façade Manche est – mer du nord (MEMN) et de l'aire d'étude

Pour les besoins du débat public, une cartographie du vent moyen sur la zone est demandée. Ceci sera fait à l'aide de carte de la force du vent (m/s) sur la façade entière ainsi que sur trois sous-zones définies par le client. De plus, des roses des vents seront également fournies sur 12 points de la façade afin d'appréhender aussi la nature des régimes de vents (distribution de la force et direction des vents). La position des 12 points est listée dans le tableau 1.

Façade	Nom du point d'intérêt	Latitude	Longitude	Latitude du point AROME le plus proche	Longitude du point AROME le plus proche
Manche Est -	MEMN_01	51.3937	2.1655	51,4	2,175
	MEMN_02	50,4541	1,0570	50,45	1,05
	MEMN_03	50.2964	0.9391	50,3	0,95
	MEMN_04	50.1796	0.6130	50,175	0,625
	MEMN_05	50.0256	0.1594	50,025	0,15

Mer du nord (MEMN)	MEMN_06	49.8274	-0.5665	49,825	-0,575
	MEMN_07	50.0256	-1.1901	50,025	-1,2
	MEMN_08	50.0273	-1.8477	50,025	-1,85
	MEMN_09	49.9938	-2.2626	50	-2,275
	MEMN_10	49.6250	-3.0688	49,625	-3,075
	MEMN_11	49.3827	-3.3246	49,375	-3,325
	MEMN_12	49.1596	-2.8079	49,15	-2,8

Tableau 1: Localisation des points d'étude pour le tracé des roses des vents (EPSG 4326 – WGS 84)

2 Données à disposition

Météo-France dispose de séries horaires de vent issues du modèle opérationnel AROME à résolution 2,5 km. Elles sont disponibles sur la période allant du **01/01/2018** au **31/12/2022**, à différentes hauteurs entre 10 mètres et 250 mètres. Dans la suite du rapport, les données des niveaux 10 et 100 m sont utilisées directement. Le niveau 180 m quant à lui, est calculé par interpolation à partir des données des niveaux 150 et 200 mètres. Pour la force du vent c'est une loi puissance qui est utilisée, pour la direction c'est une interpolation linéaire.

Il est important de noter que toutes les données de vent manipulées dans cette étude sont des valeurs modélisées du vent (force et direction) instantané à l'heure ronde qu'ils caractérisent. Ils sont représentatifs du paramètre « vent moyen 10minutes » mesuré par les stations de Météo-France. Dans le rapport, la mention de vent moyen fait référence au moyennage qui est fait sur la période 2018-2022 de la chronique étudiée.

3 Comportement du vent moyen 2018-2022

Pour chaque point de grille à l'intérieur de la zone d'étude, les moyennes des 5 années de données horaires de vitesses du vent à 10, 100 et 180 mètres ont été calculées. La répartition spatiale de ces valeurs moyennées sur 5 ans sur ces trois niveaux est maintenant présentée.

Avant de se focaliser sur la façade MEMN, une présentation des vents moyens spatialisés sur le domaine maritime de la métropole est proposée sur chacun des niveaux d'intérêt sur les illustrations 2, 3 et 4.

Les palettes utilisées pour illustrer la variabilité du vent moyen diffèrent pour chaque niveau de manière à optimiser la lisibilité des cartes.

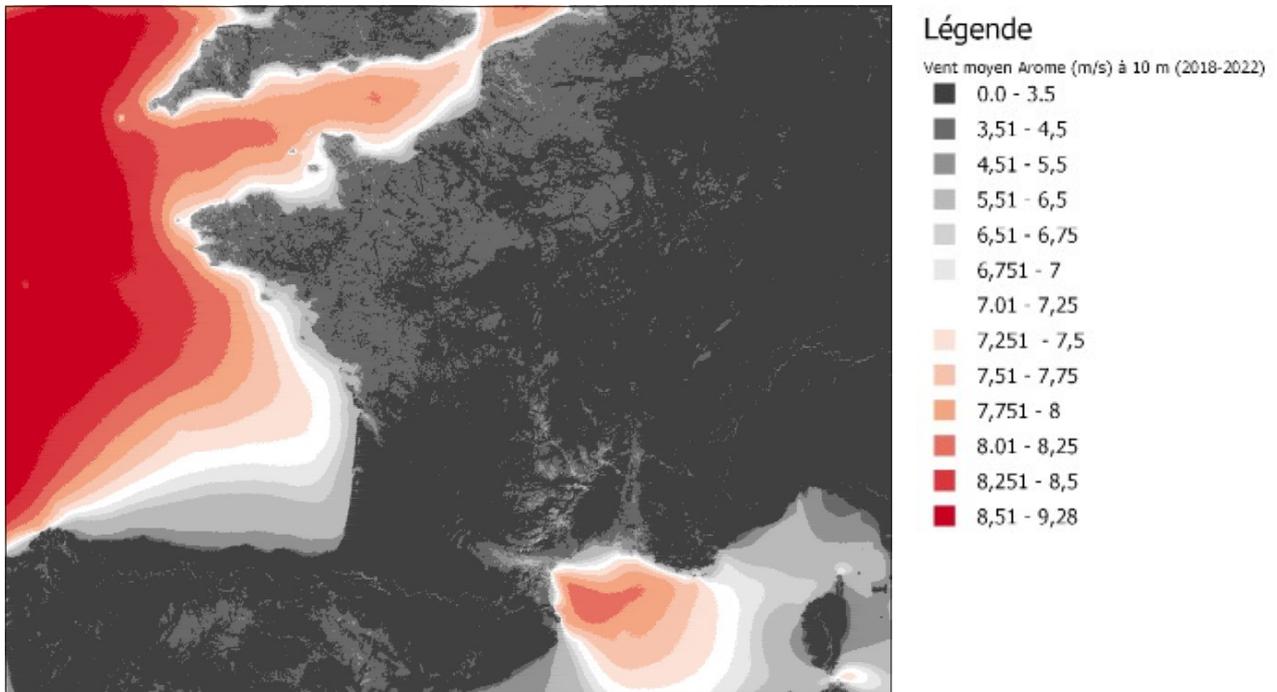


Illustration 2: Champ de vent moyen à 10 m sur le domaine métropolitain

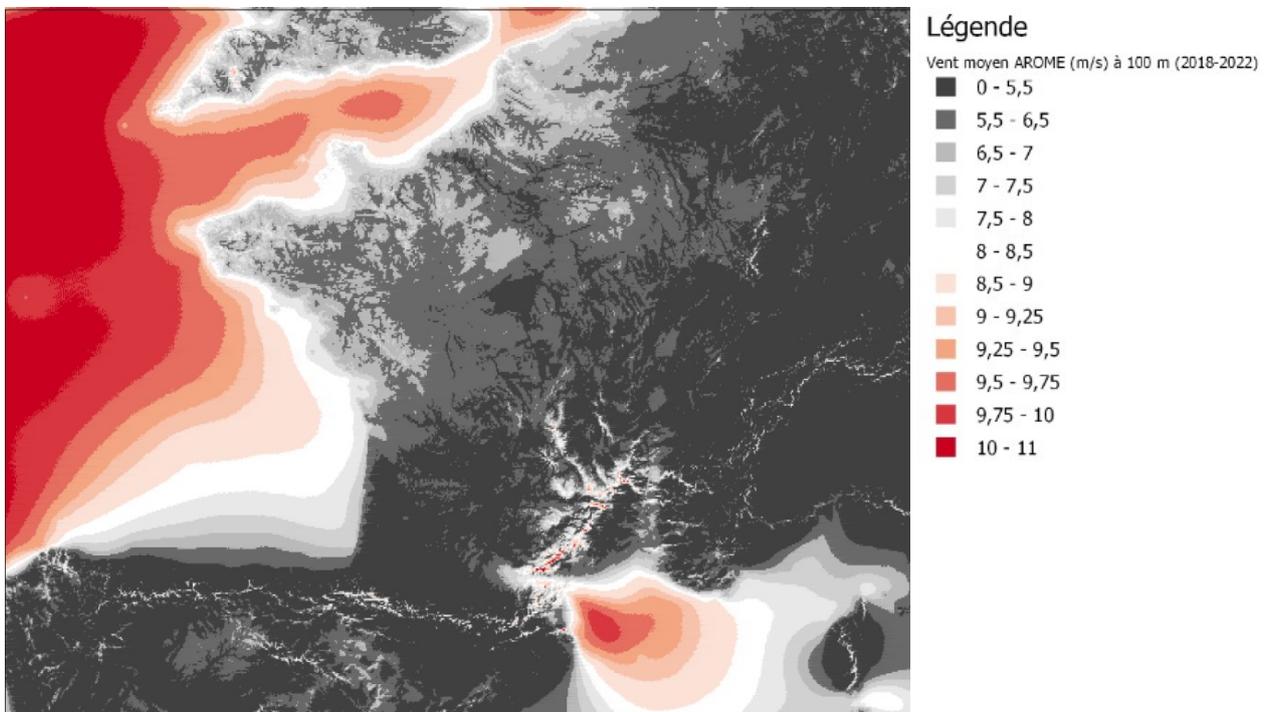


Illustration 3: Champ de vent moyen à 100 m sur le domaine métropolitain

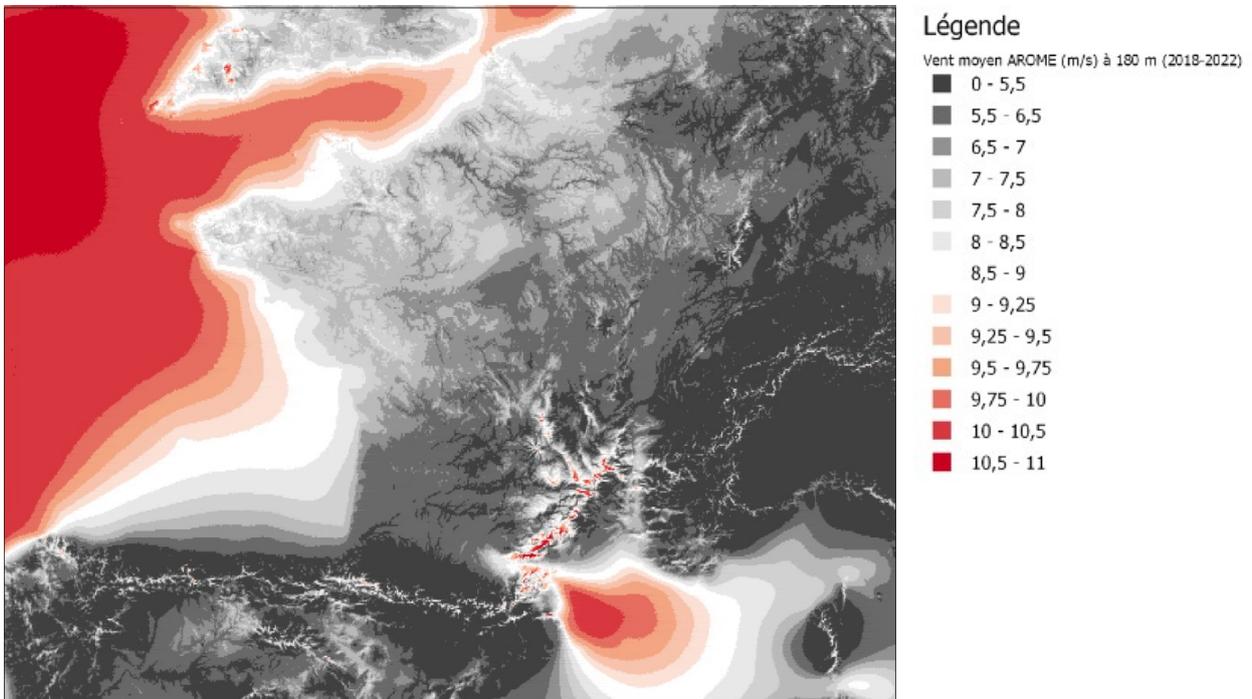


Illustration 4: Champ de vent moyen à 180 m sur le domaine métropolitain

3.1 Vent moyen à 10 mètres de hauteur

Sur la façade MEMN, l'illustration 5 donne la spatialisation de la moyenne sur 5 ans de la force du vent (m/s) à 10 mètres de hauteur.

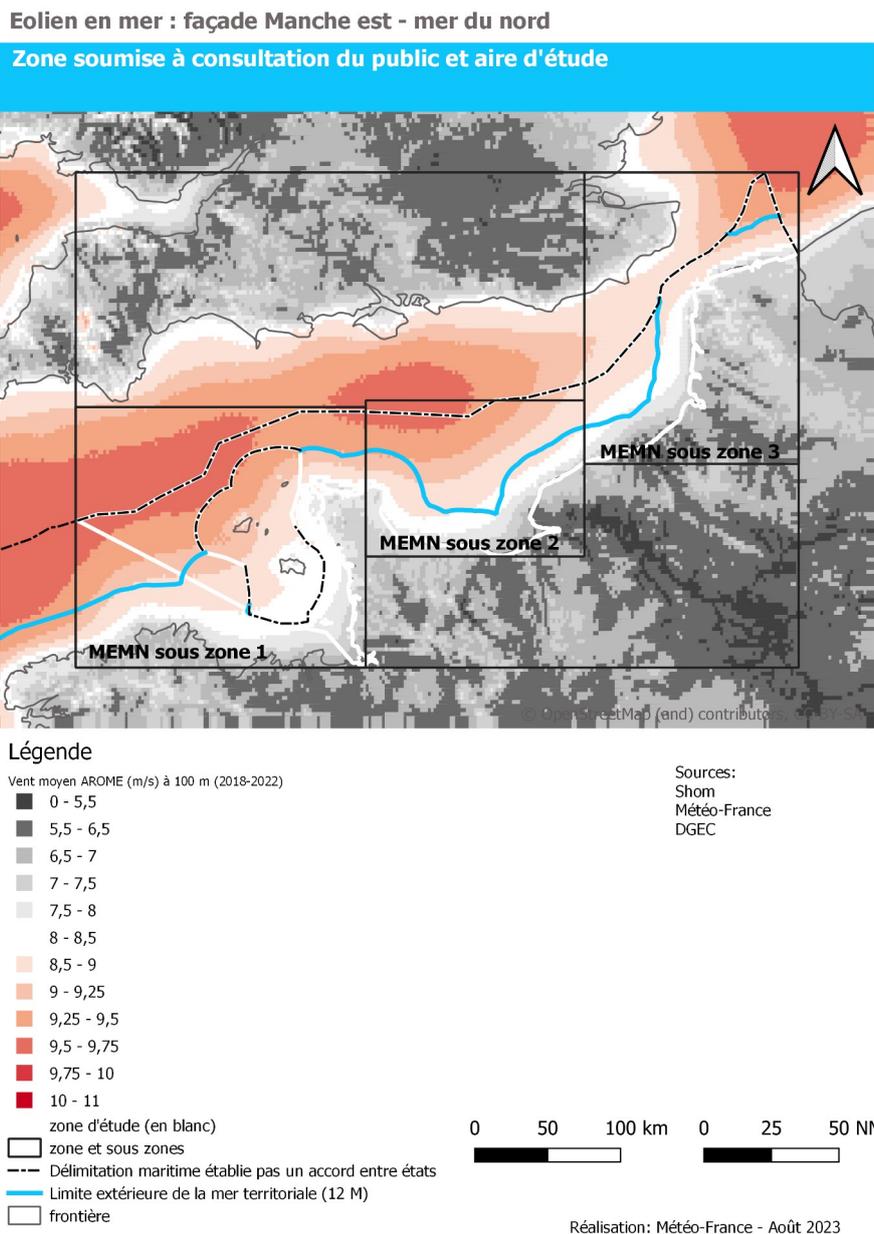


Illustration 5: Carte des vents moyens AROME à 10 m sur la façade MEMN

Les principales statistiques de ce champ de force du vent moyen sont données au tableau 2. La première ligne (MEMN-complet) désigne l'aire d'étude complète tandis que la deuxième (MEMN-large) concerne l'aire d'étude amputée d'une bande littorale de 15 km.

Aire d'étude	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart-type	Maximum - Minimum
MEMN-complet	3,33	7,33	8,09	0,6	4,76
MEMN-large	5,24	7,63	8,09	0,32	2,85

Tableau 2: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 10 m

Sur MEMN_complet, la moyenne des 5 ans de vent à 10 mètres est de 7,33 m/s sur l'ensemble de la façade MEMN. Les maximums de vent moyen sur la façade sont atteints sur les points les plus au large (absence de rugosité de surface), en particulier sur la partie ouest de la façade. Le maximum sur la zone est de 8,09 m/s et reste assez proche de la moyenne sur la zone. L'écart entre maximum et minimum est d'ailleurs relativement faible, les vents à 10 mètres restant assez homogènes sur le domaine. L'écart-type sur la zone aussi est faible (0,6 m/s). On notera que, de manière classique, les valeurs minimales sont atteintes sur les côtes.

Sur MEMN_large, le maximum est le même et la moyenne est comparable (7,63 m/s). En revanche le minimum est logiquement plus fort (5,24 m/s) et l'écart-type plus faible (0,32). Les vents moyens sont très homogènes sur cette zone.

Pour mieux appréhender les effets locaux et la gamme de vent moyen dans laquelle se situent les points d'intérêt, un agrandissement sur trois sous-zones est proposé dans les illustrations 6, 7 et 8 sur lesquelles les points sont superposés.

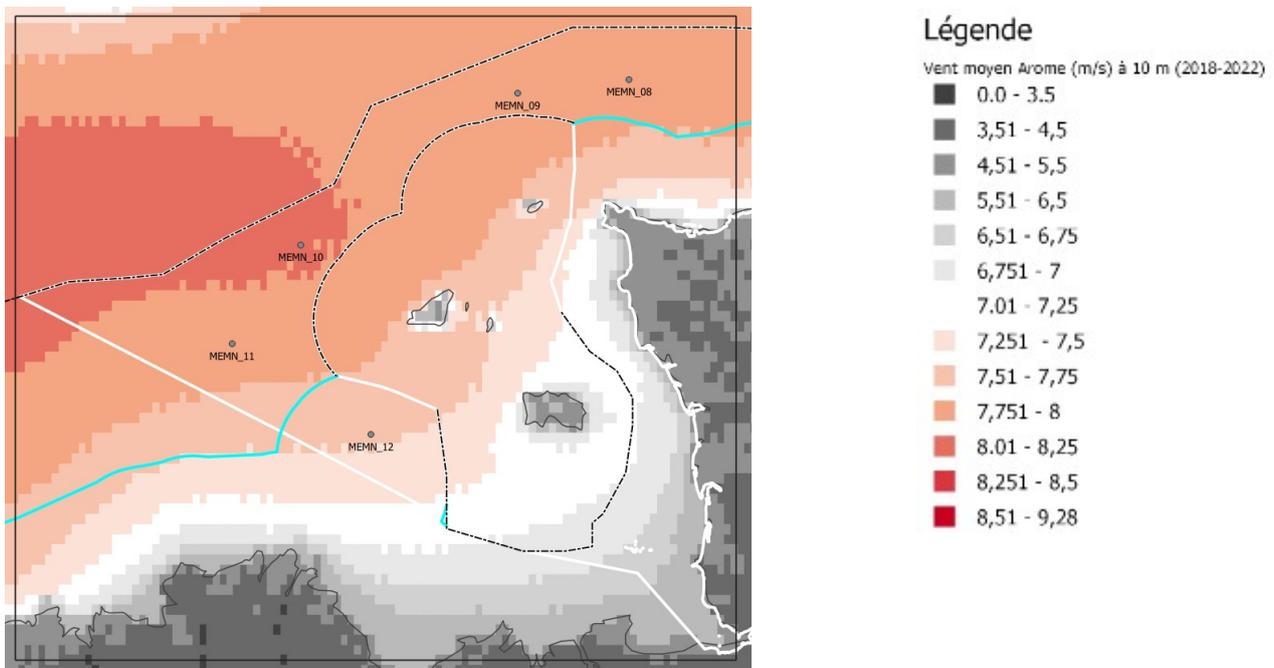


Illustration 6: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

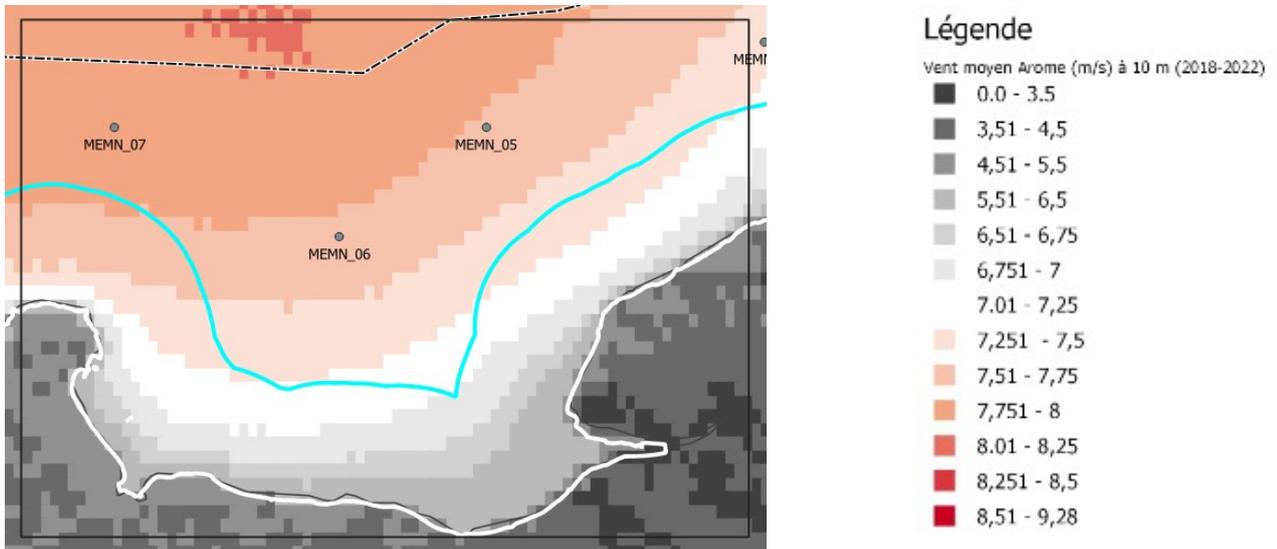


Illustration 7: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN

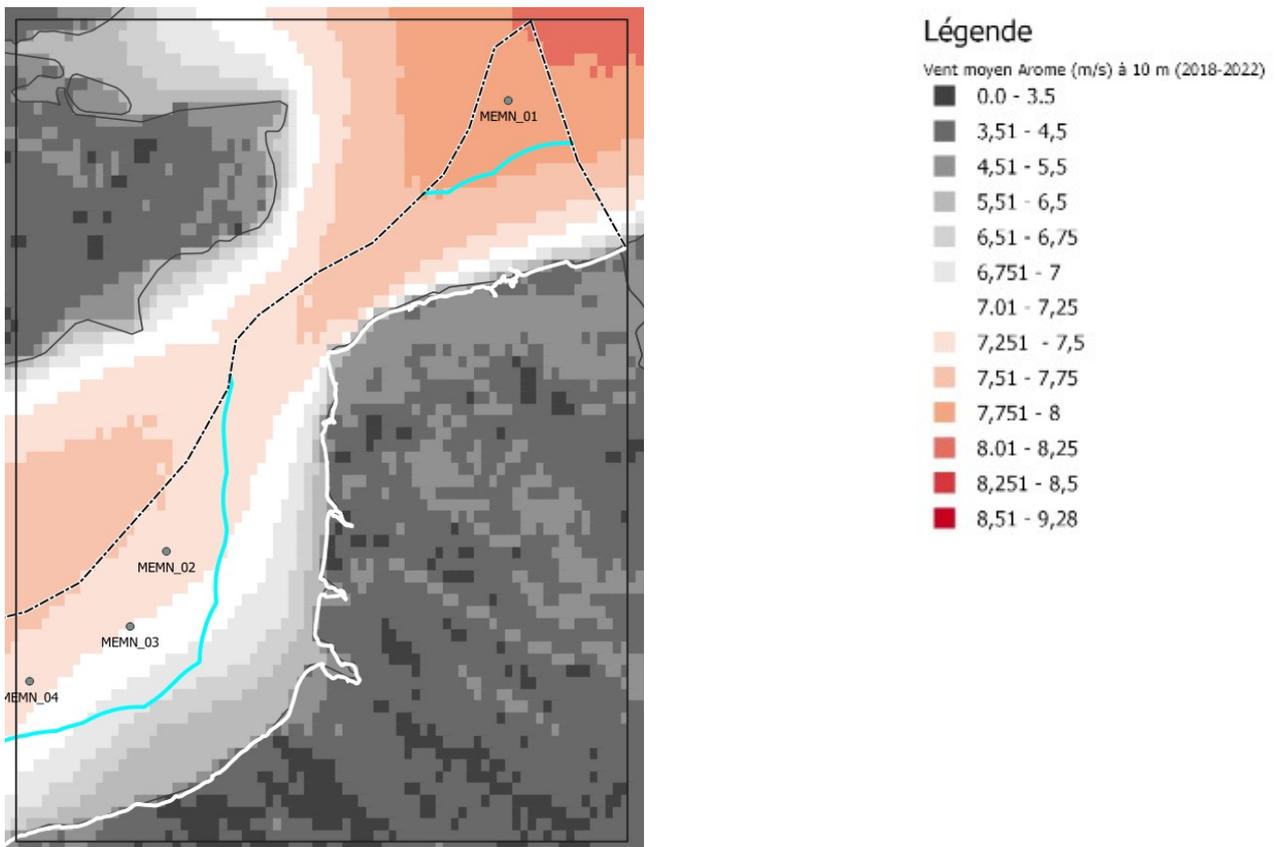


Illustration 8: Champ de vent moyen à 10 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Intervalles de confiance

Météo-France a calculé une estimation de l'incertitude¹ sur la valeur estimée du vent moyen à 10 m. Seule l'incertitude liée à l'erreur d'échantillonnage est ici prise en compte. Pour le vent moyen à 10 m elle est en moyenne sur la façade de **5,87 %** de la valeur du vent moyen.

3.2 Roses des vents à 10 mètres de hauteur

Afin de mieux comprendre les régimes de vent qui touchent les différentes parties de la façade MEMN, pour 12 points disséminés sur la zone, les roses des vents à 10 m ont été établies à partir des 5 années (toujours 2018-2022) de vents moyens horaires AROME à 10 m. Les seuils sont les seuils classiquement utilisés par Météo-France pour la représentation des roses des vents en métropole au niveau 10 m, à savoir : 1,5 m/s, 4,5 m/s et 8 m/s.

De même que pour la section précédente, pour améliorer la lisibilité des cartes, la façade MEMN a été scindée en 3 sous-zones sur lesquelles les roses des vents ont été pointées sur les illustrations 9, 10 et 11.

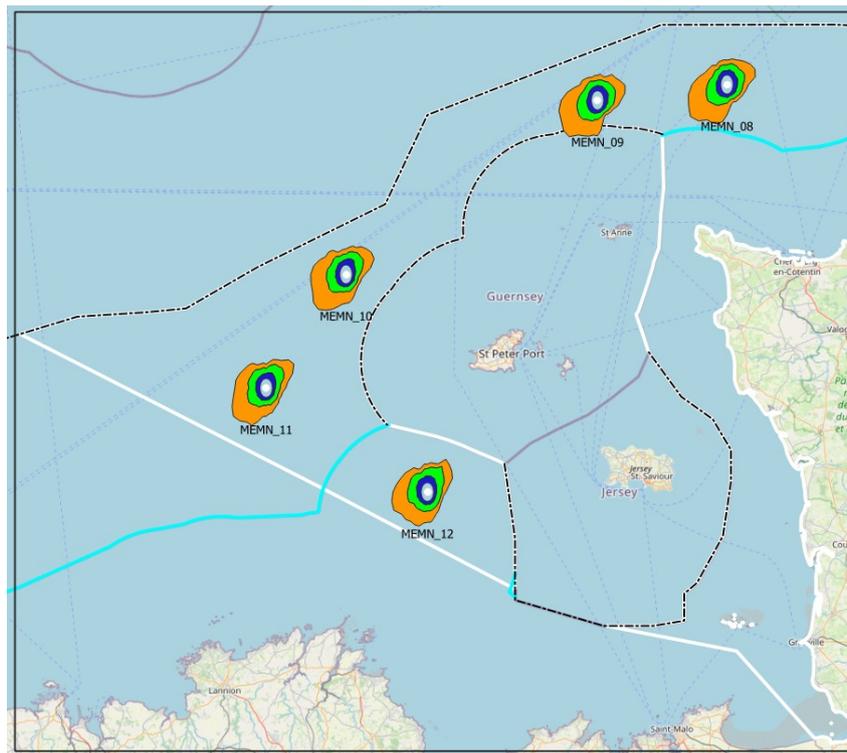


Illustration 9: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

¹Nous considérons ici que l'estimateur normé du vent moyen suit une loi de Student à N-1 degrés de liberté (N étant le nombre de valeurs utilisées soit 43800). L'incertitude est l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne empirique.

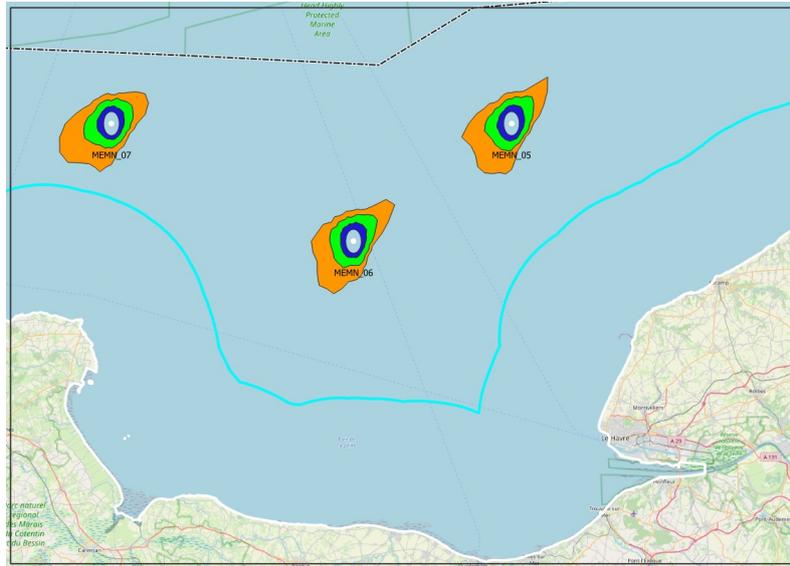


Illustration 10: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN

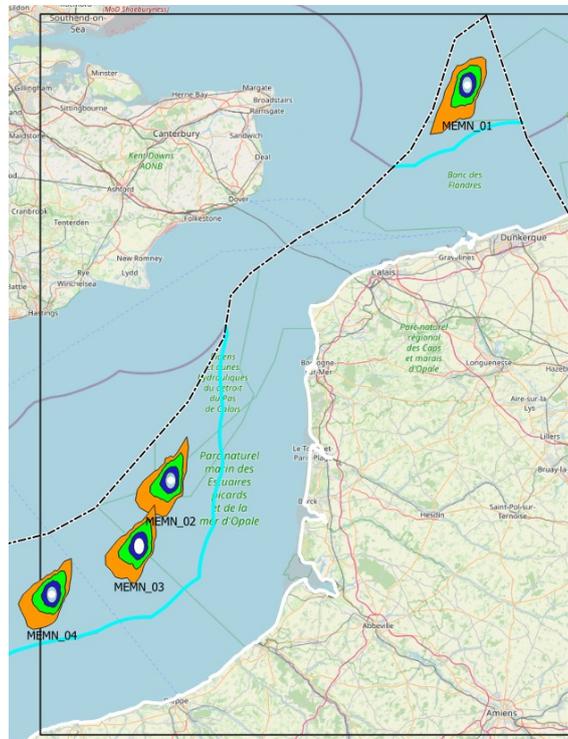


Illustration 11: Roses des vents à 10 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Compte tenu du nombre important de points d'étude, la plupart des roses de vents individuelles ne sont pas incluses au corps du rapport mais placées en annexe.

Des commentaires sont toutefois fournis pour la sélection des points les plus à l'ouest, à l'est et médian de la zone MEMN, à savoir respectivement MEMN_11, MEMN_01 et MEMN_06. Ces points appartiennent chacun à une sous-zone différente.

Point MEMN_01 : Il s'agit du seul point situé en mer du nord, au large de Dunkerque. Météo-France a tracé en illustration 12 la rose des vents au point AROME le plus proche de la position du point MEMN_01 (à partir des 5 ans de données horaires AROME 2.5 km, période 2018-2022).

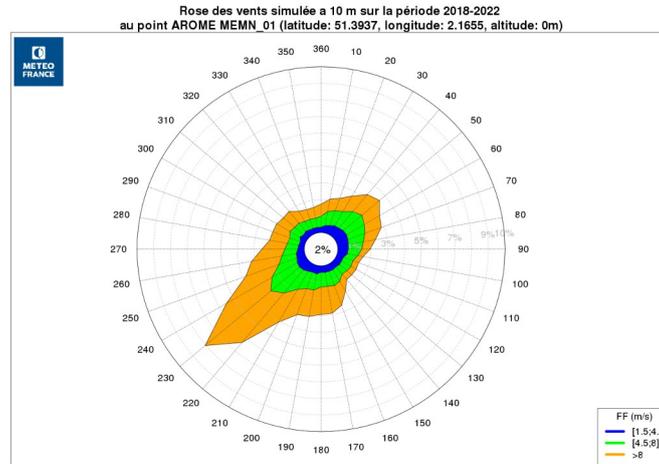


Illustration 12: Rose des vents à 10 m au point MEMN_01

Ce point est soumis à des vents dominants sur l'axe Sud-ouest/Nord-Est (presque 45 % des vents sont sur cet axe) avec une composante majoritaire provenant du sud-ouest (31,5% des vents proviennent du secteur [210°,260°]). Cette dernière composante donne d'ailleurs les vents les plus forts. Sur le même axe, les vents de nord-est (secteur [40°-70°]) sont observés 13 % du temps. Dans une moindre mesure, ce point est aussi soumis à des vents de sud (14,6 % entre 160° et 200°).

La vitesse moyenne du vent à 10 m est de 7,93 m/s. Ce point peut être considéré comme venté avec **environ un tiers des vents (33,7 %) qui sont des vents forts (>8 m/s). La majorité d'entre eux est de secteur sud-ouest.** La part de vents faibles (< 1,5 m/s) est de seulement 2 %.

Point MEMN_06 : Ce point est situé en Manche, au nord du département du Calvados. Météo-France a tracé en illustration 13 la rose des vents au point AROME le plus proche de la position du point MEMN-06 (à partir des 5 ans de données horaires AROME 2.5 km, période 2018-2022).

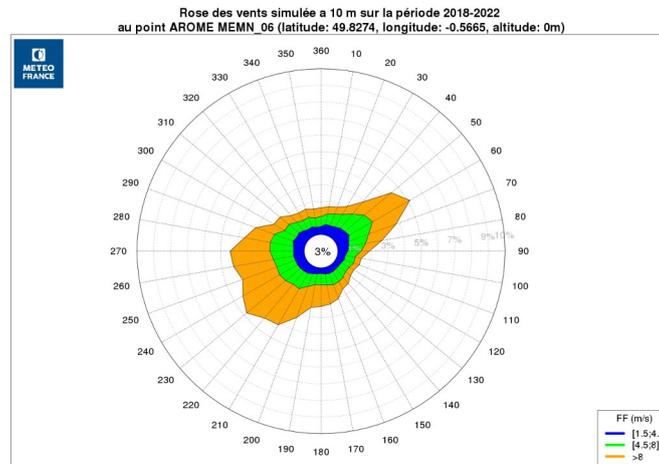


Illustration 13: Rose des vents à 10 m au point MEMN_06

Ce point est soumis à des vents dominants d'un large secteur sud-ouest (48,4% de 170° à 290°). Dans une moindre mesure, il est aussi soumis à des vents de nord-est (19,5 % de vents entre 40 et 80°).

La vitesse moyenne du vent en ce point est de 7,68 m/s. **Une part importante des vents (44,1%) sont des vents forts (>8 m/s). Ils se partagent entre secteurs sud-ouest (majoritairement) et nord-est.**

La part de vents faibles (<1,5 m /s) est peu importante (3 %).

Point MEMN_11 : Ce point situé en Manche est le point le plus à l'ouest de la zone MEMN. Sur l'illustration 14, Météo-France a tracé la rose des vents sur le point AROME localisé au plus proche de la position du point MEMN-11, à partir des 5 ans de données horaires AROME 2.5 km (période 2018-2022).

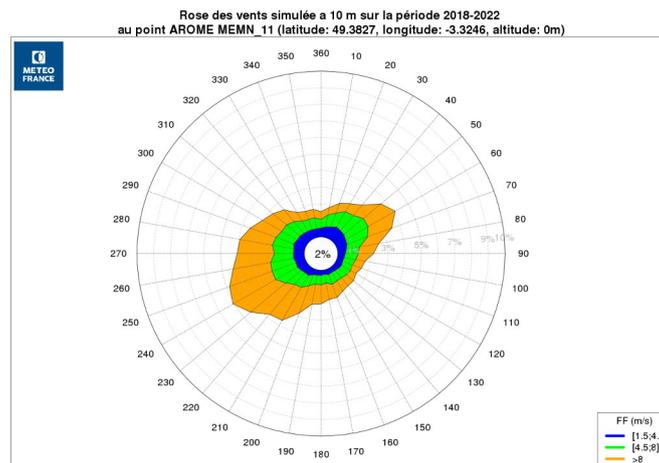


Illustration 14: Rose des vents à 10 m au point MEMN_11



Analyse du vent sur la façade Manche est - mer du nord

Ce point est lui-même soumis à des vents dominants d'un secteur sud-ouest à ouest (49,7% de 200° à 320°). Dans une moindre mesure, il est aussi soumis à des vents de nord-est (19,5 % de vents entre 30 et 80°).

La vitesse moyenne du vent à 10 m ce point est de 7,87 m/s. **Près de la moitié des vents (45,3%) sont des vents forts (>8 m/s)**. Ils se partagent entre secteurs sud-ouest (majoritairement) et nord-est.

Ici aussi, la part de vents faibles (< 1,5 m/s) est faible (2,2%).

3.3 Vent moyen à 100 mètres de hauteur

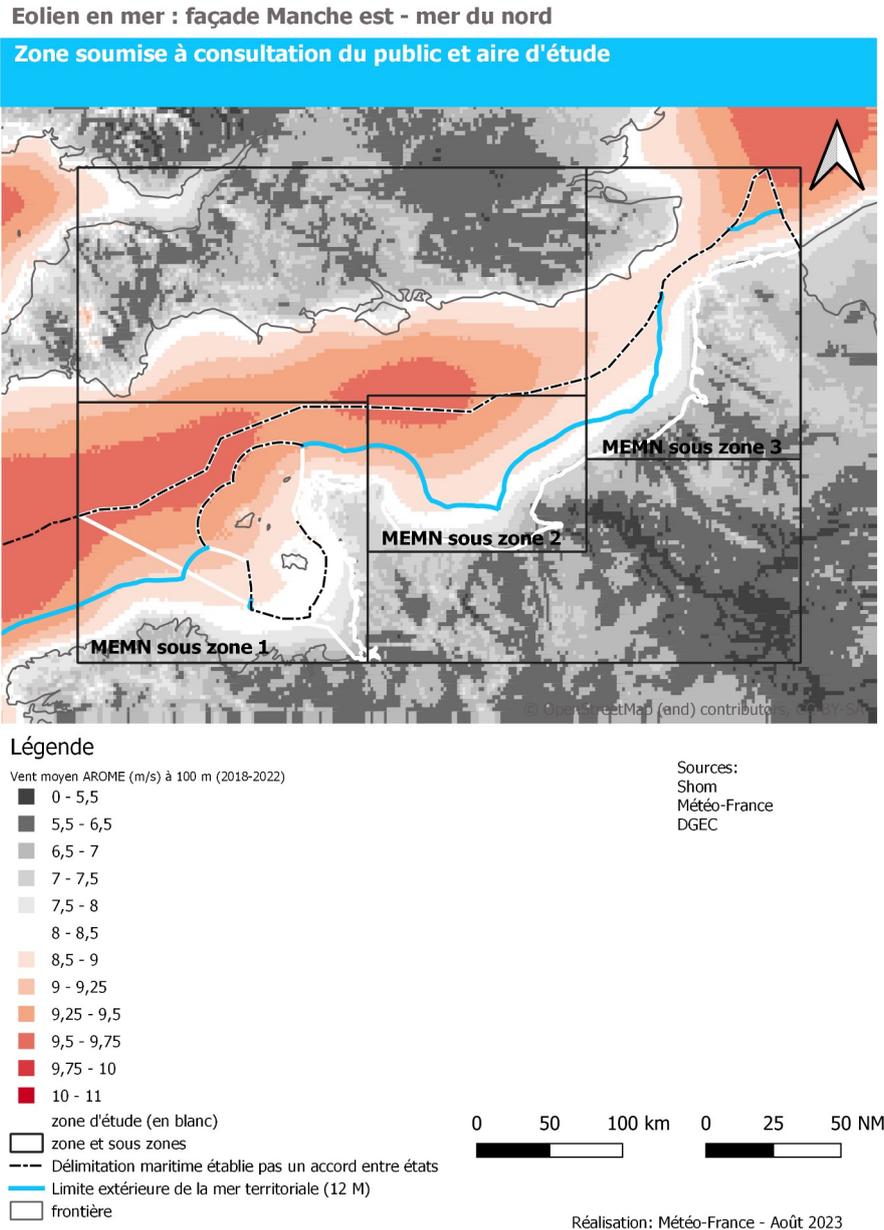


Illustration 15: Carte des vents moyens AROME à 100 m sur la façade MEMN

Sur la façade MEMN, l'illustration 15 donne la spatialisation de la moyenne sur 5 ans de la force du vent (m/s) à 100 mètres.

Les principales statistiques de ce champ de force du vent moyen sont données au tableau 3. Comme pour le niveau 10 m, la première ligne (MEMN-complet) désigne l'aire d'étude complète tandis que la deuxième (MEMN-large) concerne l'aire d'étude amputée d'une bande littorale de 15 km.

Façade	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart-type	Maximum - Minimum
MEMN-complet	5,81	8,80	9,62	0,64	3,81
MEMN-large	7,66	9,12	9,62	0,4	1,96

Tableau 3: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 100 m

Sur MEMN_complet, la moyenne des 5 ans de vent à 100 mètres est de 8,80 m/s sur la zone. Même si les effets de la surface se font légèrement moins sentir qu'à 10m, les maximums de vent moyen sur la façade sont atteints sur les points les plus au large et notamment sur la partie ouest de la façade. Le maximum de vent est de 9,62 m/s (assez proche de la moyenne) et le minimum est de 3,81 m/s et est atteint sur les côtes. L'écart-type sur la zone est faible (0,64 m/s).

Sur MEMN_large, le maximum est identique alors que le minimum est considérablement plus fort (7,66 m/s). L'écart-type diminue (0,4 m/s) de même que la dispersion des valeurs autour d'une moyenne plus importante (9,12 m/s).

Pour avoir plus de détails des effets locaux sur la façade, un agrandissement sur trois sous-zones est proposé dans les illustrations 16, 17 et 18. Les points d'intérêt y sont superposés.

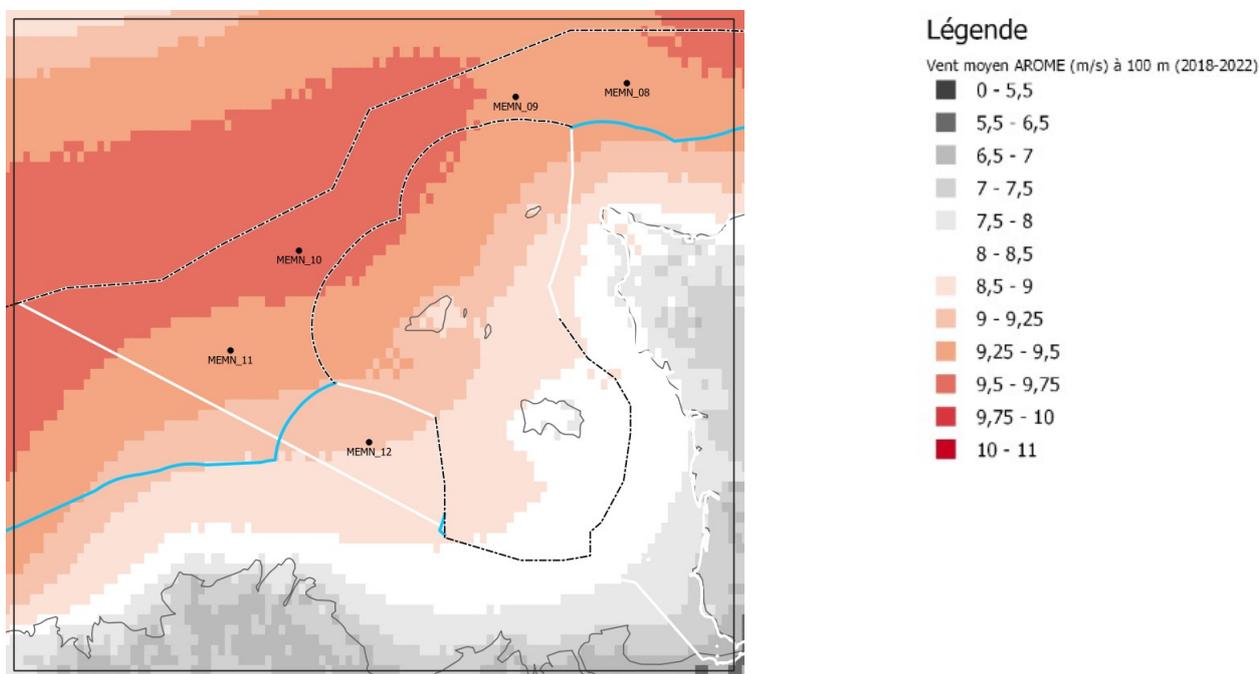
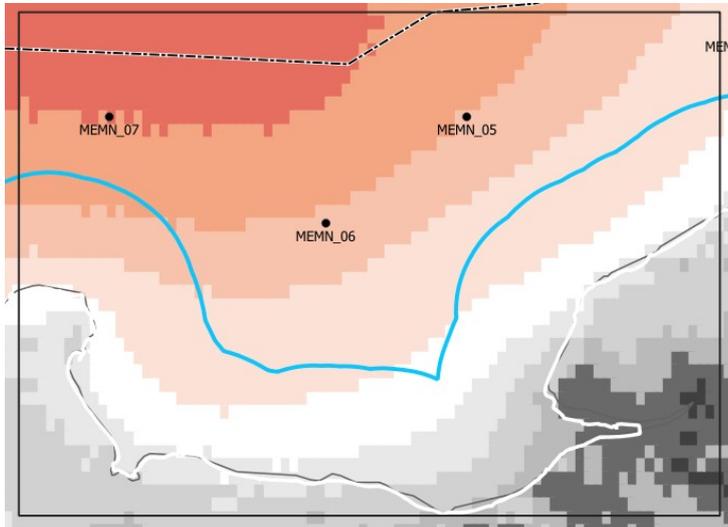


Illustration 16: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

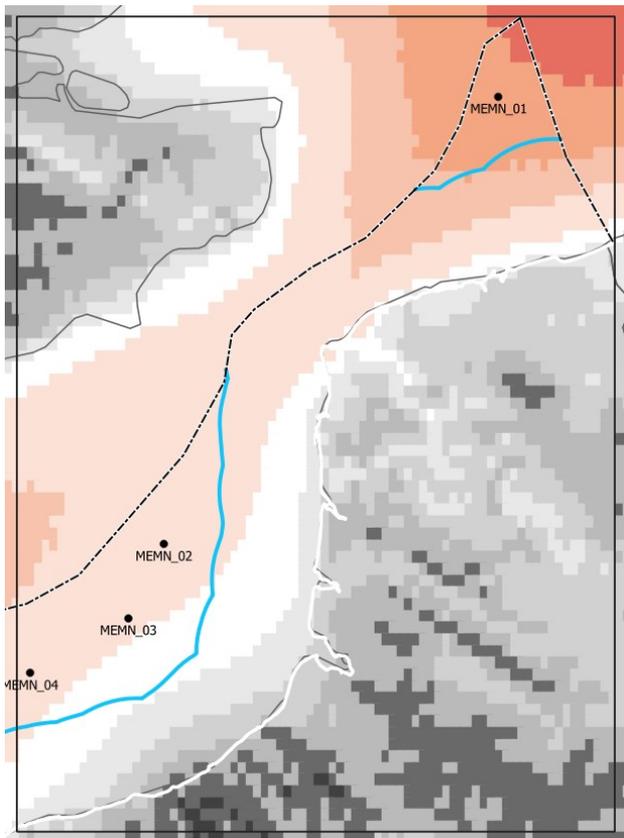


Légende

Vent moyen AROME (m/s) à 100 m (2018-2022)

- 0 - 5,5
- 5,5 - 6,5
- 6,5 - 7
- 7 - 7,5
- 7,5 - 8
- 8 - 8,5
- 8,5 - 9
- 9 - 9,25
- 9,25 - 9,5
- 9,5 - 9,75
- 9,75 - 10
- 10 - 11

Illustration 17: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN



Légende

Vent moyen AROME (m/s) à 100 m (2018-2022)

- 0 - 5,5
- 5,5 - 6,5
- 6,5 - 7
- 7 - 7,5
- 7,5 - 8
- 8 - 8,5
- 8,5 - 9
- 9 - 9,25
- 9,25 - 9,5
- 9,5 - 9,75
- 9,75 - 10
- 10 - 11

Illustration 18: Champ de vent moyen à 100 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Intervalles de confiance

De même que pour le niveau 10m, Météo-France a calculé une estimation de l'incertitude sur la valeur estimée du vent moyen à 100 m. Pour le vent moyen à 100 m elle est en moyenne de **8,8 %** de la valeur du vent moyen.

3.4 Roses des vents à 100 mètres de hauteur

Les roses des vents à 100 m ont été établies à partir des 5 années de vents moyens horaires AROME à 100 m : 2018 à 2022. La répartition des vents à 100 m diffère sensiblement de celle à 10 m, de nouveaux seuils ont été utilisés, à savoir : 3,6 m/s ; 8,2 m/s ; 13,9 m/s.

La zone Manche Est – Mer du Nord est découpée en 3 sous-zones sur lesquelles les roses des vents à 100 m ont été pointées ainsi que le montrent les illustrations 19, 20 et 21. Néanmoins la grande taille de ces macro-zones ne permet pas d'avoir une vision précise des roses qui y figurent. Elles seront donc fournies individuellement en annexe.

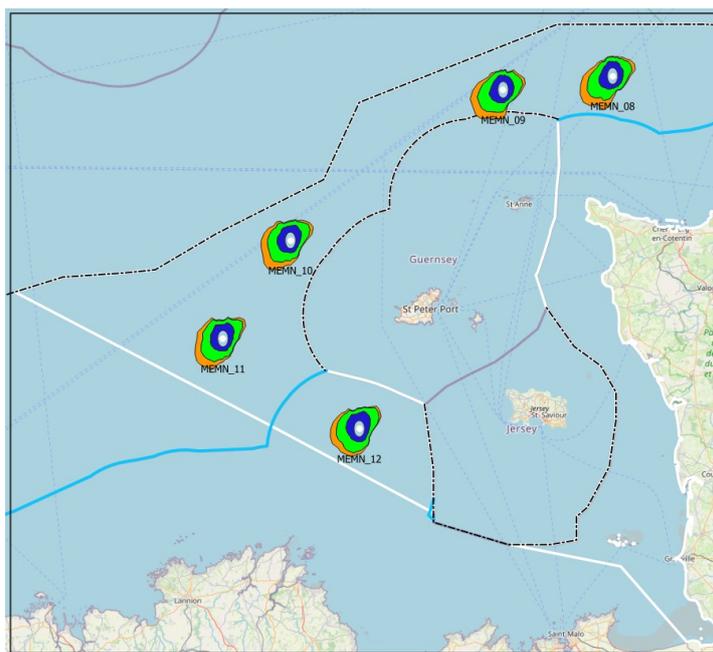


Illustration 19: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

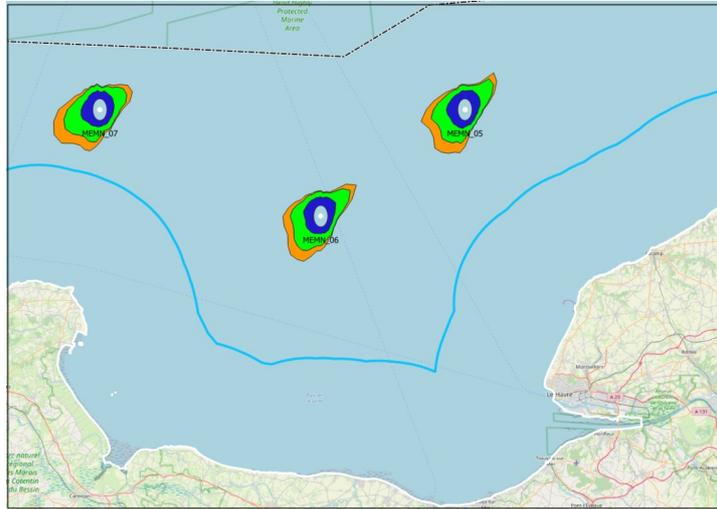


Illustration 20: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN

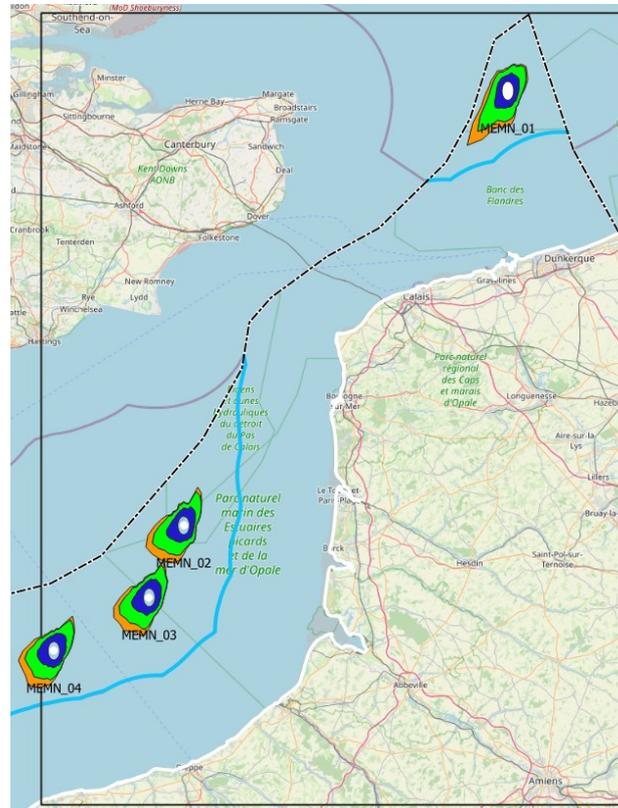


Illustration 21: Roses des vents à 100 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Compte tenu du nombre important de points d'étude, la plupart des roses de vents individuelles ne sont pas incluses au corps du rapport mais placées en annexe.

Les roses des vents de 3 points particuliers sont néanmoins détaillées. Il s'agit des points AROME les plus proches des points MEMN_01, MEMN_06, MEMN_11 (un sur chacune des sous-zones étudiées).

Point MEMN_01 : Ce point est situé en mer du nord au large de Dunkerque.

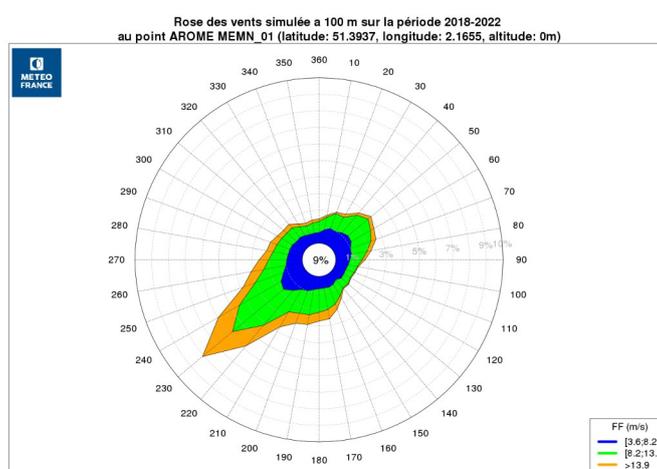


Illustration 22: Rose des vents à 100 m au point MEMN_01

Comme le montre l'illustration 22, ce point est soumis majoritairement à des vents de composante sud-ouest à sud (51,9%) décomposés en vent de sud-ouest (principalement autour de 230°) et sud et dans une moindre mesure, de nord-est (19,7 % de vents entre 20 et 80°).

La vitesse moyenne du vent à 100 m est de 9,45 m/s. **Les vents les plus forts (>13,9 m/s) représentent 15,8 % de l'ensemble et sont majoritairement (50,5%) de secteur sud-ouest (210° à 260°). Mais 14,8 % des vents forts concernent le secteur sud (170° à 200°).**

La part des vents faibles (< 3,6 m/s) s'établit à 9 %.

Point MEMN_06 : Ce point est situé en Manche, au large du Calvados, entre Cotentin et Seine-Maritime.

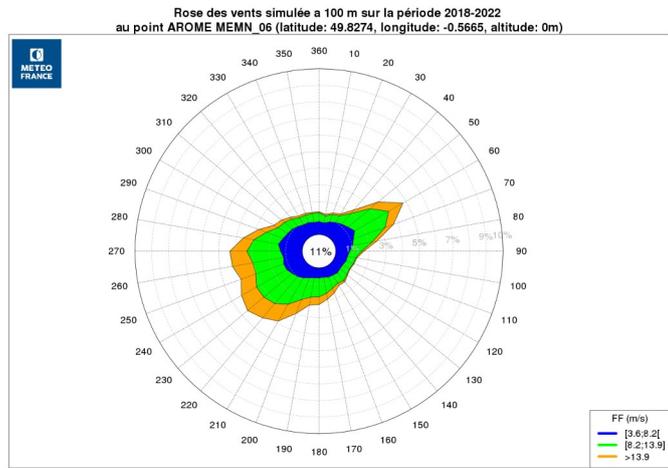


Illustration 23: Rose des vents à 100 m au point MEMN_06

La rose des vents tracée en illustration 23 montre que ce point est soumis à des vents dominants de plusieurs directions. Dans un premier temps une large composante sud-ouest à ouest, voire nord-ouest (49,3 % entre 180 et 300°) présentant deux pics principaux respectivement autour de 230° et de 270°). Dans un second temps on note une composante nord-est elle-même bien marquée (18,8 % de vents entre 40 et 80°).

La vitesse moyenne du vent à 100 m est de 9,20 m/s en ce point. **Les vents les plus forts (>13,9 m/s) représentent 16,1 % de l'ensemble et concernent tous les secteurs dominants.** La part des vents faibles (< 3,6 m/s) s'établit à 11 %.

Point MEMN_11 : Ce point est situé en Manche, à l'extrême ouest de la zone, au large des côtes d'Armor et de l'île de Guernesey. Sa rose des vents à 100 m est tracée en illustration 24.

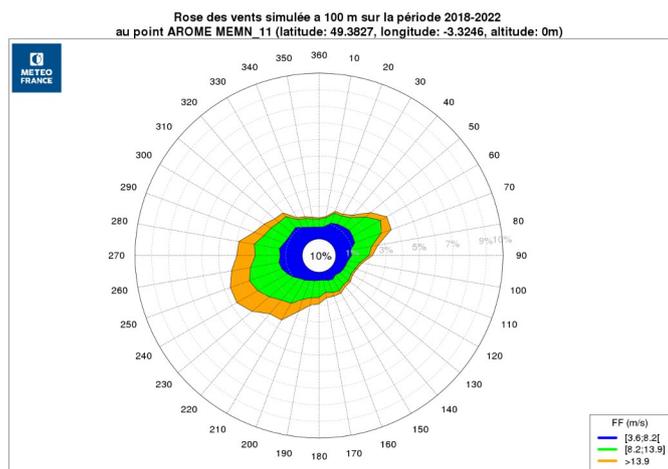


Illustration 24: Rose des vents à 100 m au point MEMN_11

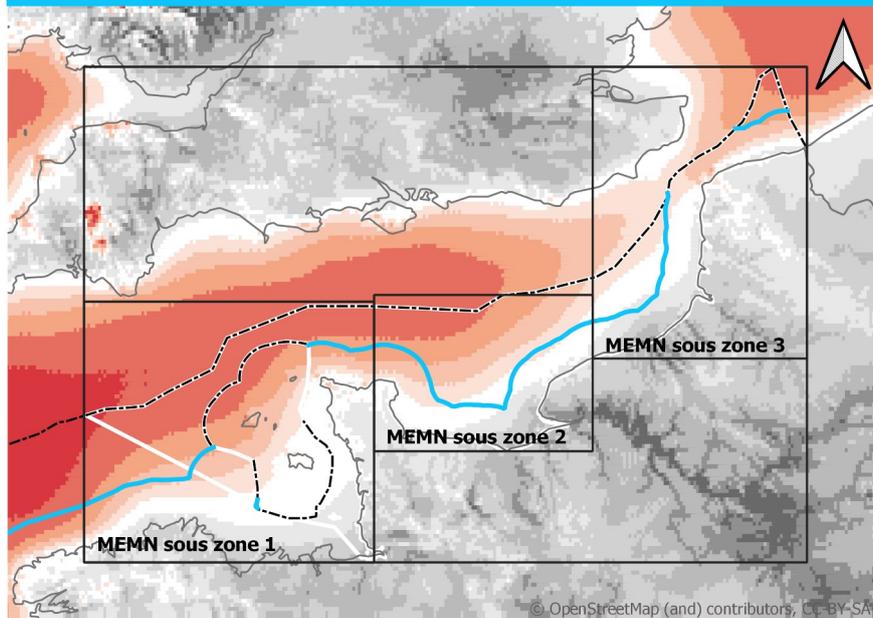
Ce point est soumis à des vents dominants de plusieurs directions. Dans un premier temps ils sont issus d'un large secteur sud-ouest à nord-ouest (49,8 % entre 200 et 320°) présentant un pic principal autour de 240° et des pics secondaires respectivement autour de 210° et 280°. Dans un second temps on note une composante nord-est elle-même bien marquée (16,7 % de vents entre 40 et 80°).

La vitesse moyenne du vent à 100 m est de 9,39 m/s en ce point. **Les vents les plus forts (>13,9 m/s) représentent 17,2 % de l'ensemble et concernent principalement les secteurs sud-ouest à nord-ouest.** Le secteur nord-est est assez peu représenté. La part des vents faibles (< 3,6 m/s) s'établit à 10 %.

3.5 Vent moyen à 180 mètres de hauteur

Eolien en mer : façade Manche est - mer du nord

Zone soumise à consultation du public et aire d'étude



Légende

Vent moyen AROME (m/s) à 180 m (2018-2022)

- 0 - 5,5
- 5,5 - 6,5
- 6,5 - 7
- 7 - 7,5
- 7,5 - 8
- 8 - 8,5
- 8,5 - 9
- 9 - 9,25
- 9,25 - 9,5
- 9,5 - 9,75
- 9,75 - 10
- 10 - 10,5
- 10,5 - 11

- zone d'étude (en blanc)
- zone et sous zones
- - - Délimitation maritime établie par un accord entre états
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)
- frontière

Sources:
Shom
Météo-France
DGEC



Réalisation: Météo-France - Août 2023

Illustration 25: Carte des vents moyens AROME à 180 m sur la façade MEMN

Sur la façade MEMN, l'illustration 25 donne la spatialisation de la moyenne sur 5 ans de la force du vent (m/s) à 180 mètres.

Les principales statistiques de ce champ de force du vent moyen sont données par le tableau 4. Comme pour les autres niveaux, la première ligne (MEMN-complet) désigne l'aire d'étude complète tandis que la deuxième (MEMN-large) concerne l'aire d'étude amputée d'une bande littorale de 15 km.

Aire d'étude	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart-type	Maximum - Minimum
MEMN-complet	6,83	9,2	10,06	0,58	3,23
MEMN-large	8,13	9,48	10,06	0,4	1,93

Tableau 4: Statistiques de la moyenne sur 5 ans du vent moyen (m/s) à 180 m

Sur MEMN_complet, la moyenne de vent sur 5 ans à 180 mètres est de 9,2 m/s sur la façade MEMN. Les effets de la surface se font encore moins sentir qu'à 10m, les maximums de vent moyen sur la façade sont atteints sur les points les plus au large et notamment sur la partie ouest de la façade. Le maximum de vent est de 10,06 m/s (assez proche de la moyenne) et le minimum de vent est à 6,83 m/s. La dispersion de la moyenne sur 5 ans (écart-type) est de 0,58 m/s.

Sur MEMN_large, le maximum est identique et le minimum est bien plus fort (8,13 m/s). La moyenne progresse vers les valeurs fortes (9,48 m/s) et la dispersion diminue (l'écart-type vaut 1,93 m/s).

Pour avoir plus de détails des effets locaux sur la façade, un agrandissement sur les trois sous-zones est proposée dans les illustrations 26, 27 et 28.

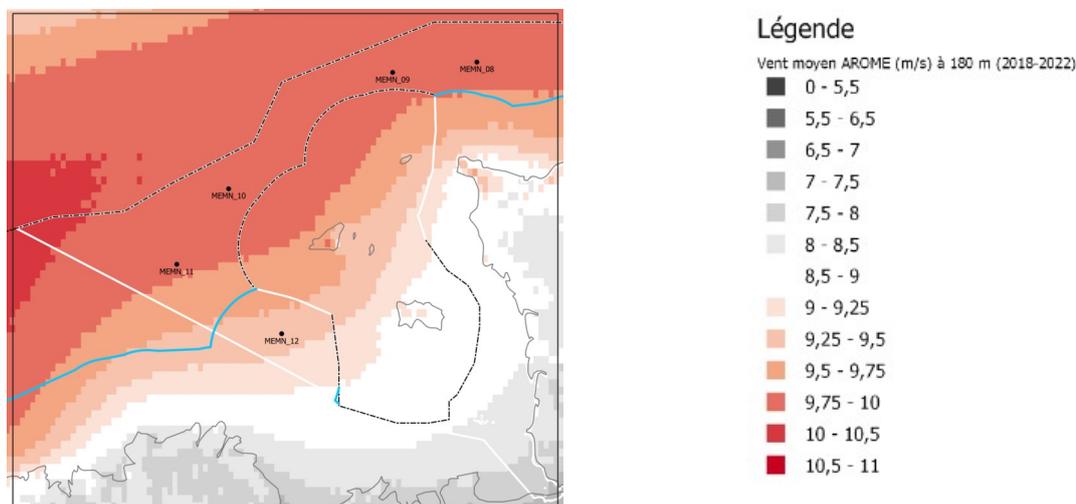


Illustration 26: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

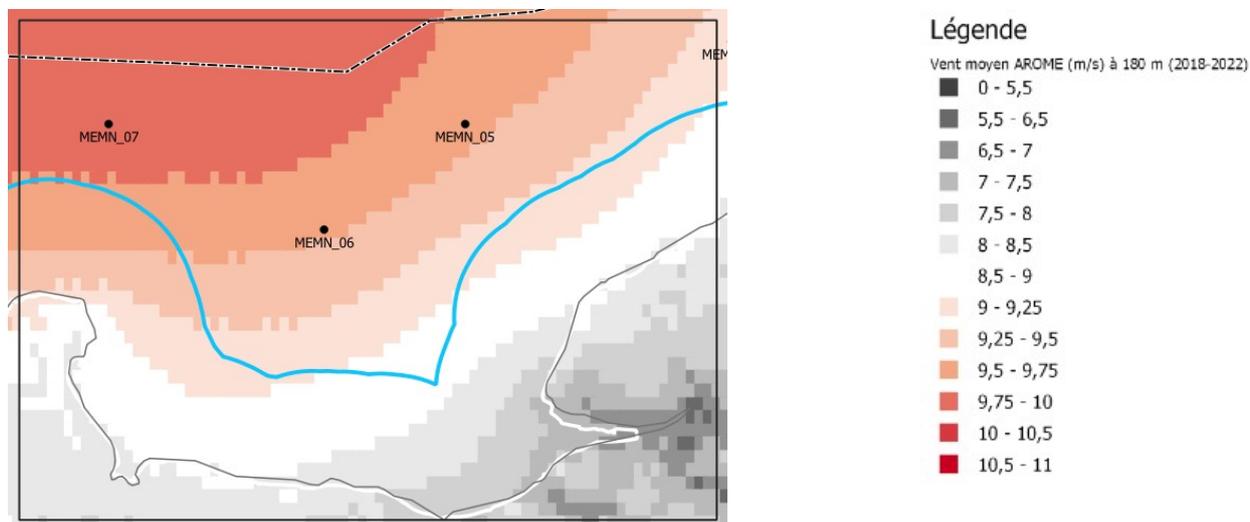


Illustration 27: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN

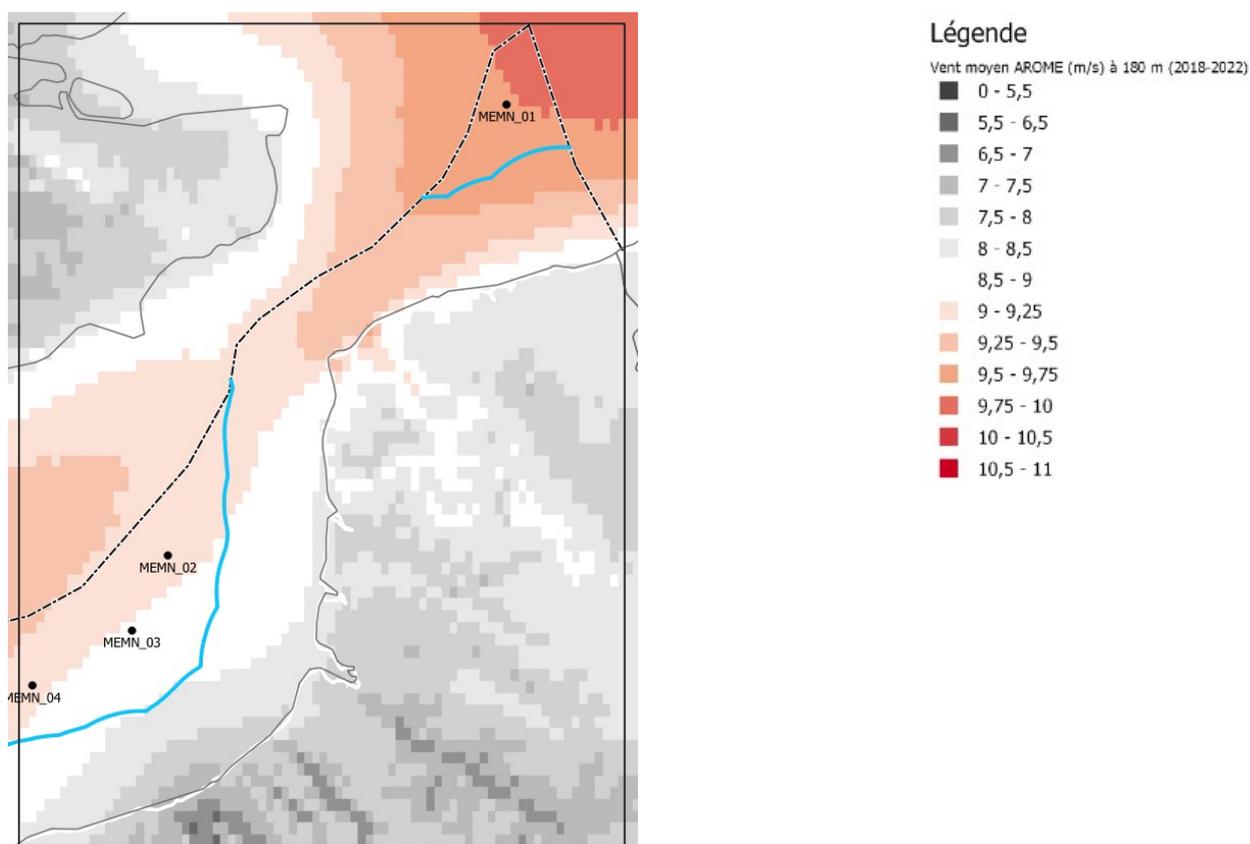


Illustration 28: Champ de vent moyen à 180 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Incertitudes

De même que pour les autres niveaux, Météo-France a calculé une estimation de l'incertitude sur la valeur estimée du vent moyen à 180 m. Elle est en moyenne de **7,57 %** de la valeur du vent moyen.

3.6 Roses des vents à 180 mètres de hauteur

Les roses des vents à 180 m ont été établies à partir des 5 années de vents horaires moyens AROME à 180 m, sur 12 points et pour la période 2018 à 2022. Ce niveau ne faisant pas l'objet d'un archivage, une interpolation (loi puissance) entre les niveaux 150 et 200m a été réalisée. Pour les directions c'est une interpolation linéaire qui a été utilisée.

La répartition des vents à 180 m différant assez peu de celle à 100 m, les seuils utilisés pour la visualisation des roses à 180 m sont identiques : 3,6 m/s ; 8,2 m/s ; 13,9 m/s.

La façade MEMN est scindée en 3 sous-zones sur lesquelles les roses des vents à 180 m ont été pointées ainsi que le montrent les illustrations 29, 30 et 31 ci-dessous.

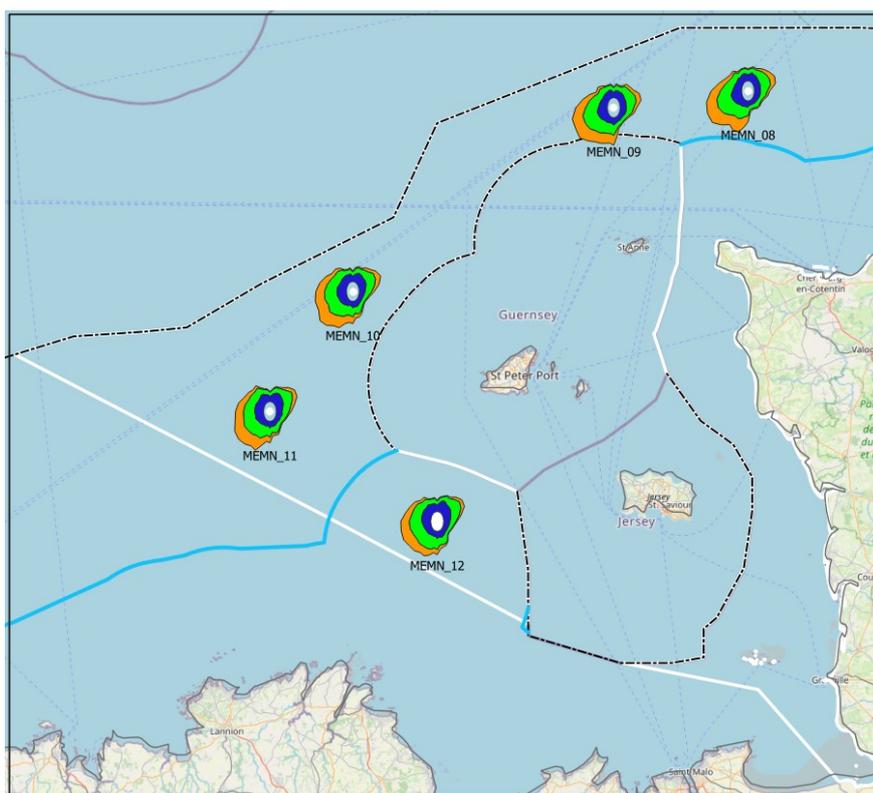


Illustration 29: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 1 de la façade MEMN

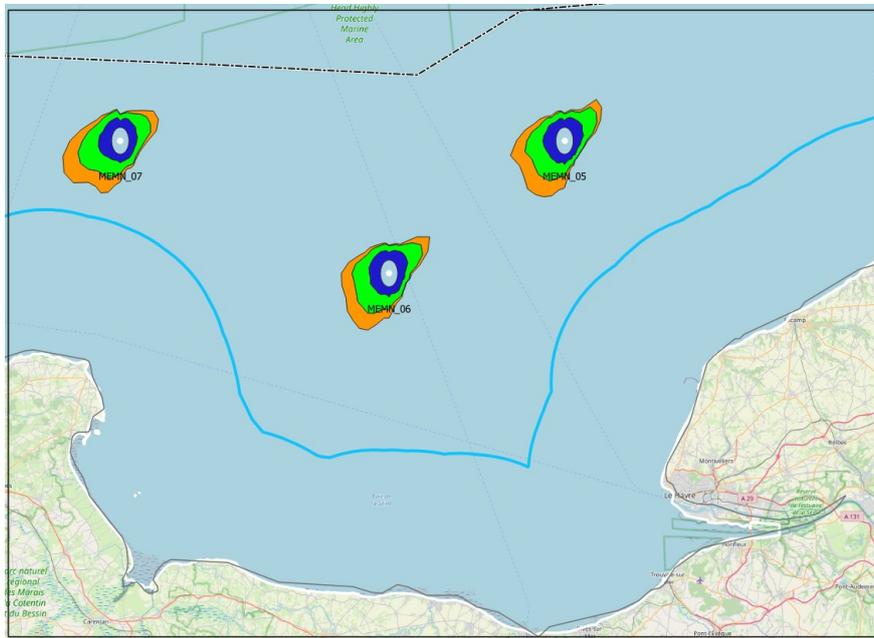


Illustration 30: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 2 de la façade MEMN

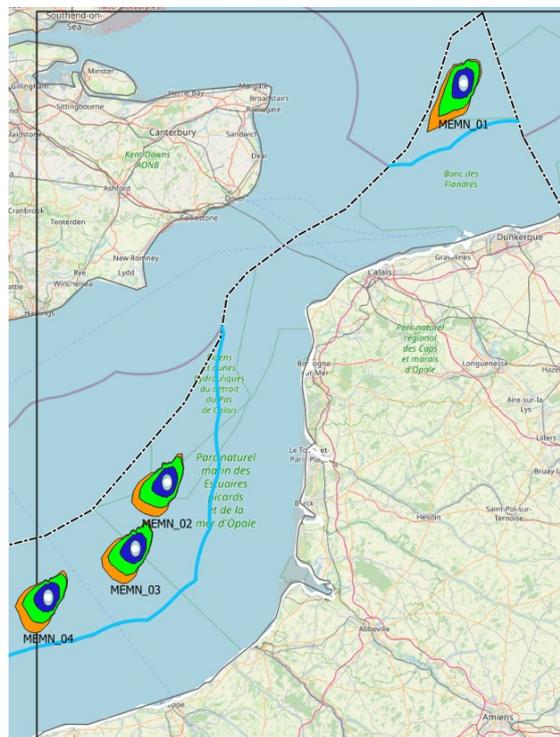


Illustration 31: Roses des vents à 180 m : focus sur la sous-zone 3 de la façade MEMN

Compte tenu du nombre important de points d'étude, les roses de vents individuelles ne sont pas incluses au corps du rapport mais placées en annexe.

Comme pour les niveaux 10 et 100 m, les illustrations 32, 33 et 34 ci-dessous montrent les roses des vents au niveau 180 m, concernant respectivement les points AROME les plus proches des points MEMN_01, MEMN_06, MEMN_11 (à l'est, au centre et à l'ouest de la zone MEMN).

Point MEMN_01: Il s'agit du point le plus à l'est de la zone, situé au large de Dunkerque.

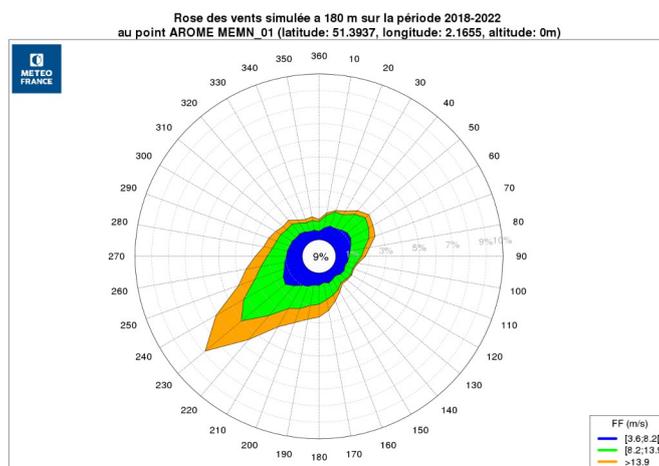


Illustration 32: Rose des vents à 180 m au point MEMN_01

Le point d'étude est soumis majoritairement à des vents de composante sud-ouest à sud (50,7%) décomposés en vent de sud-ouest (principalement autour de 230°) et sud, et dans une moindre mesure, de nord-est (17 % de vents entre 30 et 80°).

En ce point, le vent moyen à 180 m est de 9,75 m/s. **19,8 % des vents sont des vents forts (>13,9 m/s). La majorité d'entre eux est de secteur sud à sud-ouest.** Le secteur nord-est est peu représenté en vents forts. La part de vents faibles (< 3,6 m/s) est de 9 %.

Point MEMN_06 : Ce point est situé en Manche, au large du Calvados, entre Cotentin et Seine-Maritime.

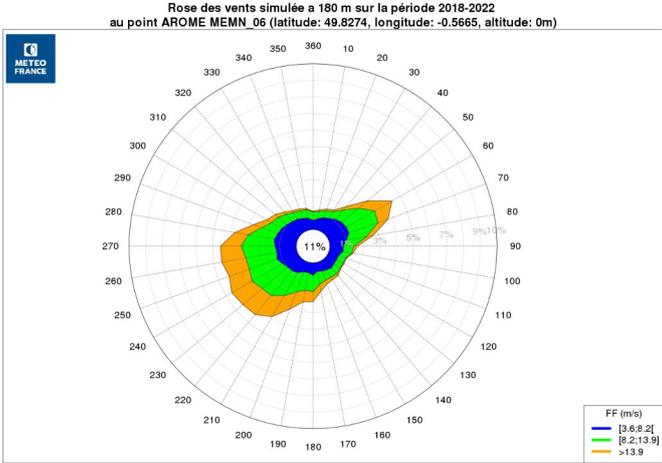


Illustration 33: Rose des vents à 180 m au point MEMN_06

Ce point est soumis majoritairement à des vents de composante sud-ouest à ouest (43,2% entre 200 et 290°) voire sud, mais aussi de nord-est (18,1% entre 40 et 80°).

La moyenne du vent à 180 m en ce point est de 9,53 m/s. **19,7 % des vents sont des vents forts (>13,9 m/s).** Ils concernent tous les secteurs dominants. La part de vents faibles (< 3,6 m/s) est de 11%.

Point MEMN_11 : Ce point est situé en Manche, à l'extrême ouest de la zone, au large des côtes d'Armor et de l'île de Guernesey.

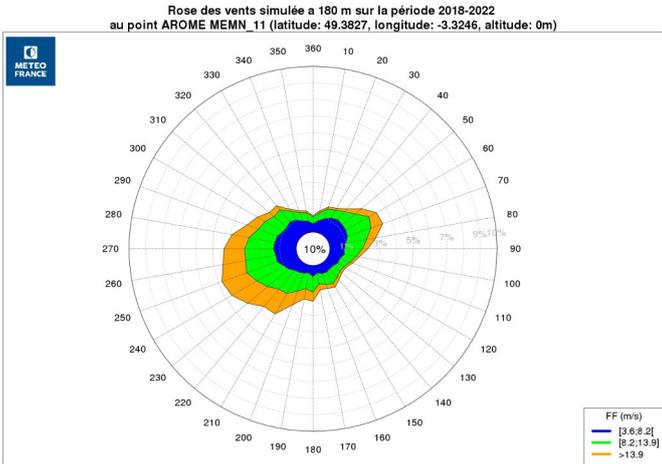


Illustration 34: Rose des vents à 180 m au point MEMN_11

Ce point est soumis à des vents dominants de diverses directions. Majoritairement ils sont issus d'un large secteur sud-ouest à nord-ouest (50,7 % entre 200 et 320°) présentant un pic principal autour de 250° et des pics secondaires respectivement autour de 210° et 320°. Par ailleurs on note une composante nord-est elle-même assez marquée (18,6 % de vents entre 40 et 90°).



Analyse du vent sur la façade Manche est - mer du nord

La valeur du vent moyen à 180 m en ce point est de 9,79 m/s. **20,8 % des vents sont des vents forts (> 13,9 m/s). Ils concernent tous les secteurs dominants.** La part de vents faibles (< 3,6 m/s) est de 10%.

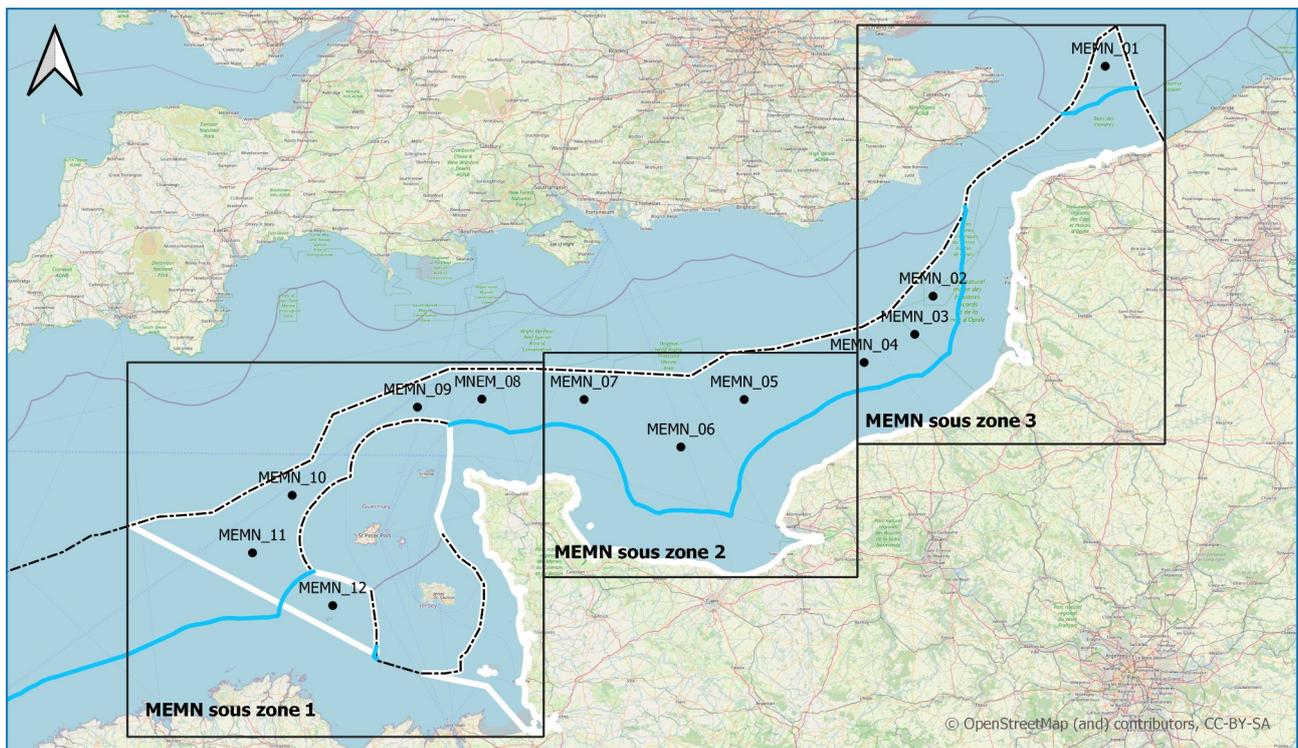


ANNEXES

Table des annexes

ANNEXES.....	29
Annexe 1 : Cartographie des sites.....	30
Annexe 2 : Roses des vents aux niveaux 10, 100 et 180 mètres.....	31

Annexe 1 : Cartographie des sites



Légende

- Délimitation maritime établie par un accord entre états
- Zone d'étude MEMN (en blanc)
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)
- sous zones d'étude

0 50 100 km

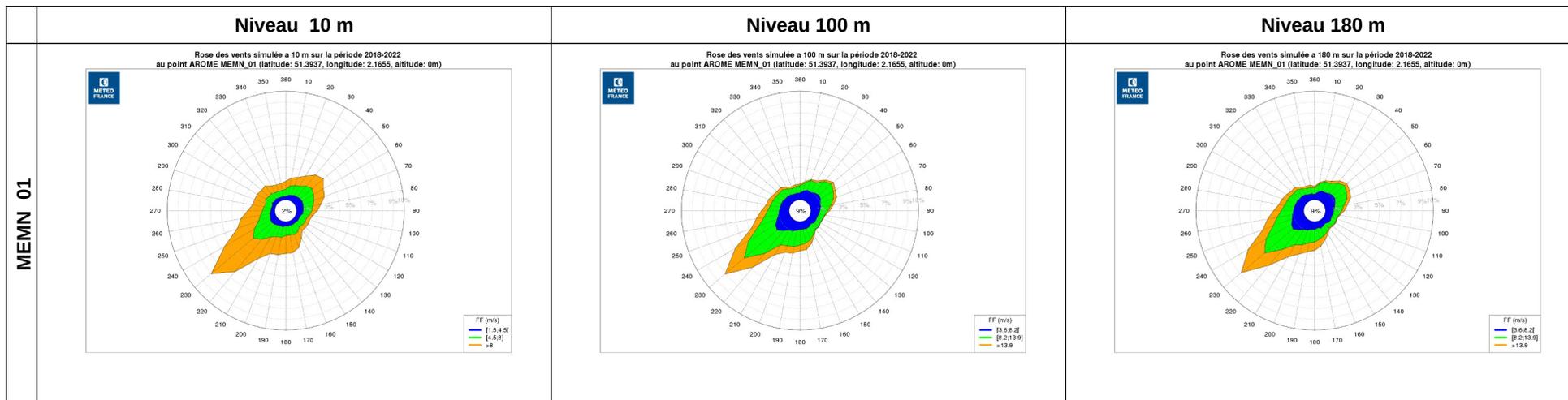
0 25 50 Nq

Sources: Shom

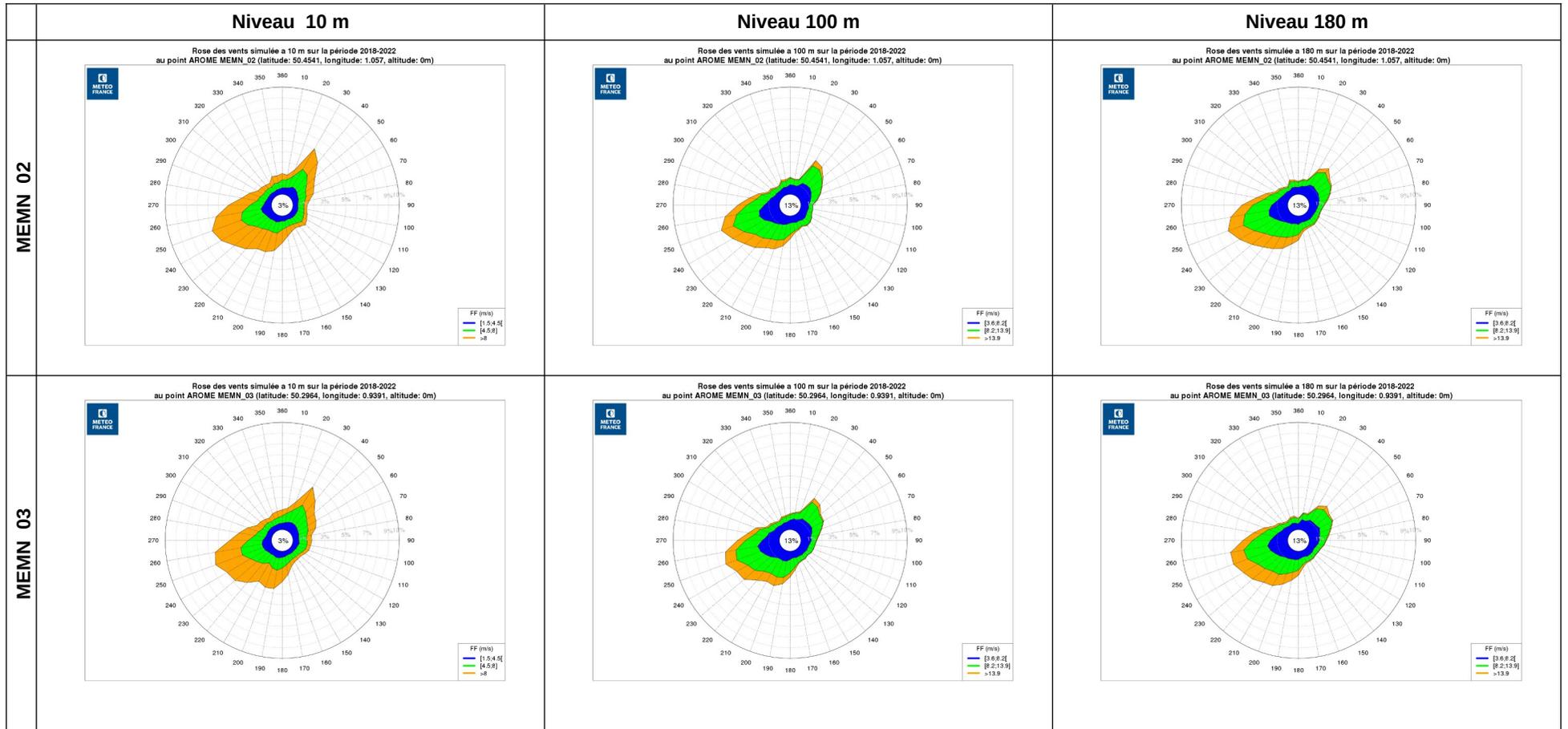
Réalisation: Météo-France - Août 2023

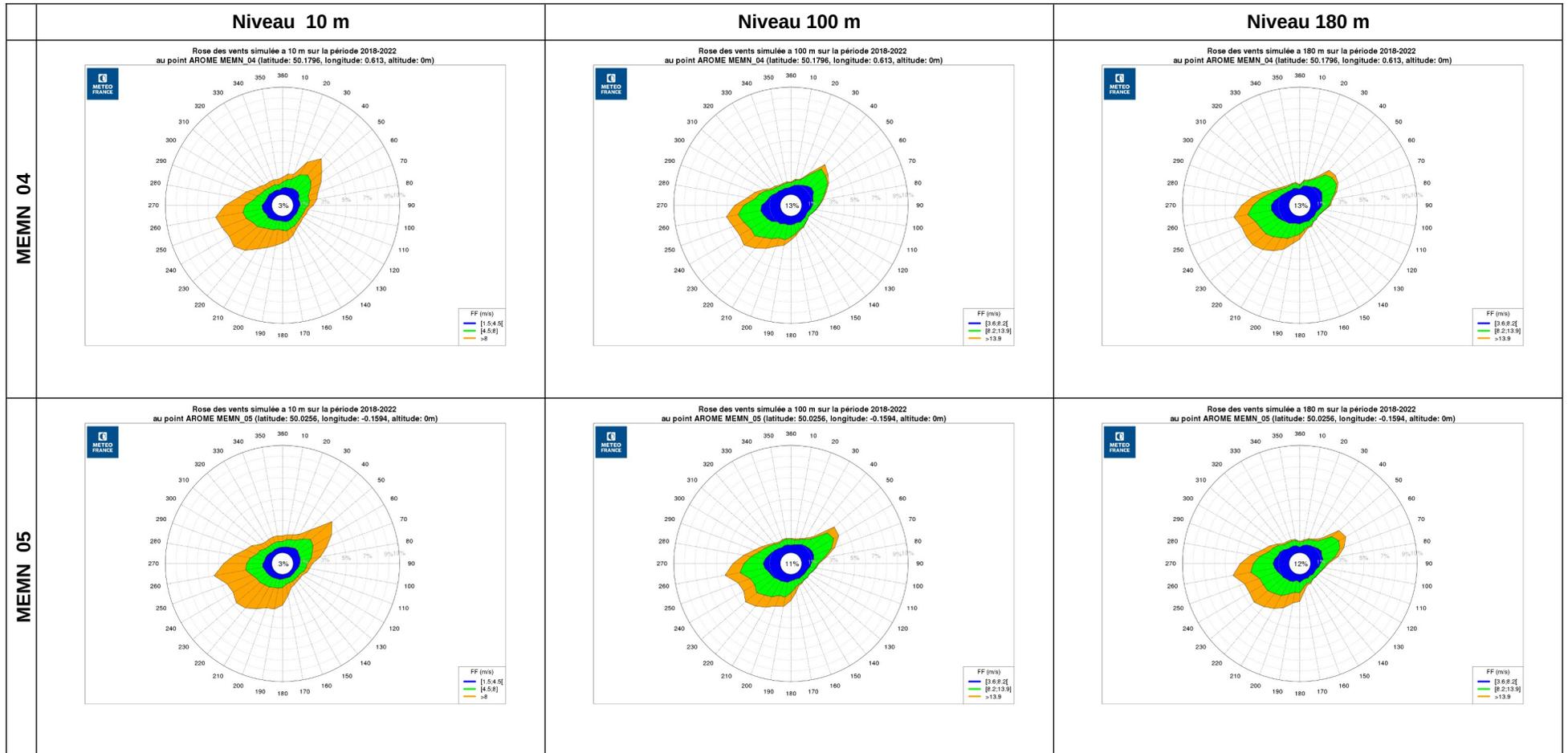
Illustration 35: Pointage des sites de tracé des roses des vents relativement aux sous-zones d'étude

Annexe 2 : Roses des vents aux niveaux 10, 100 et 180 mètres

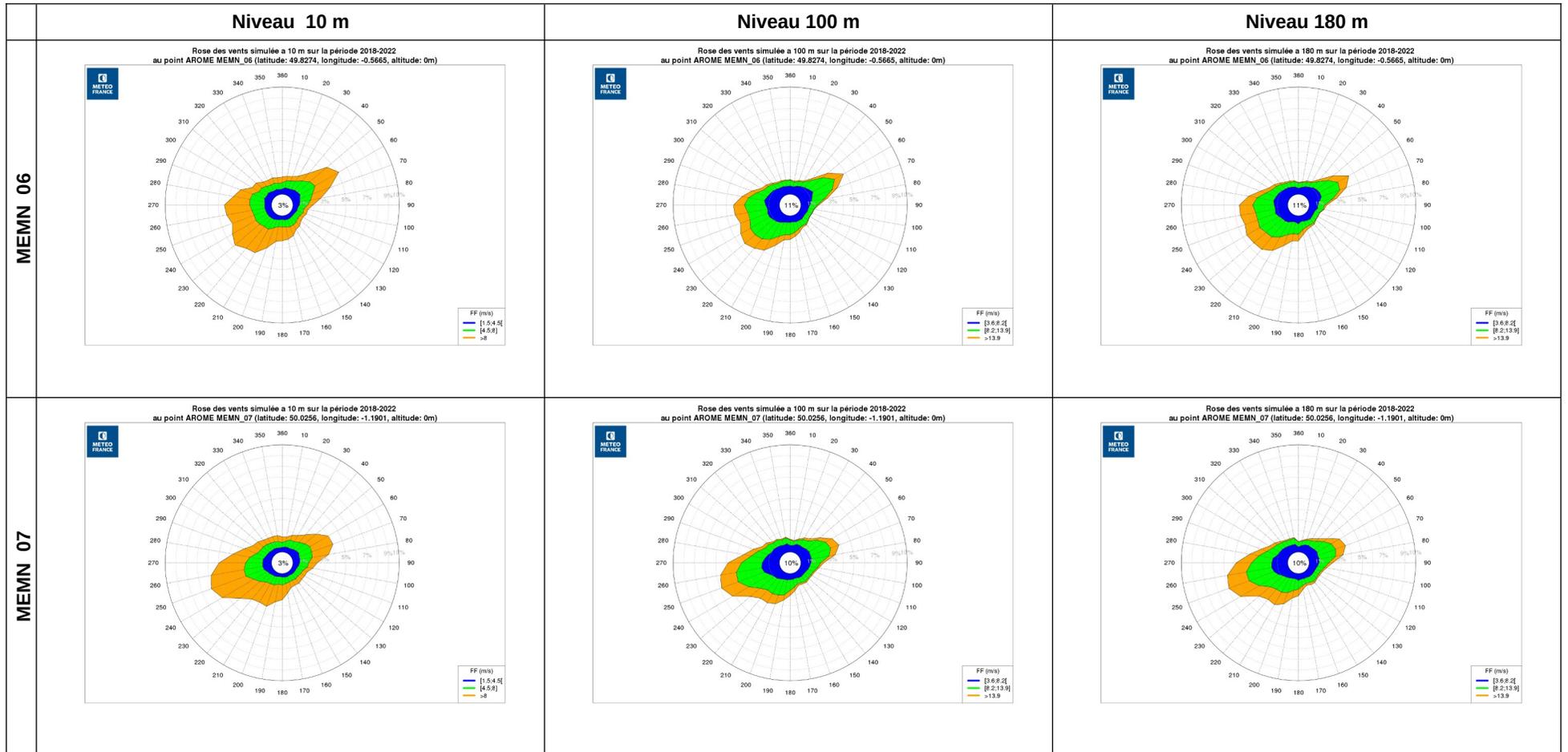


ANNEXES

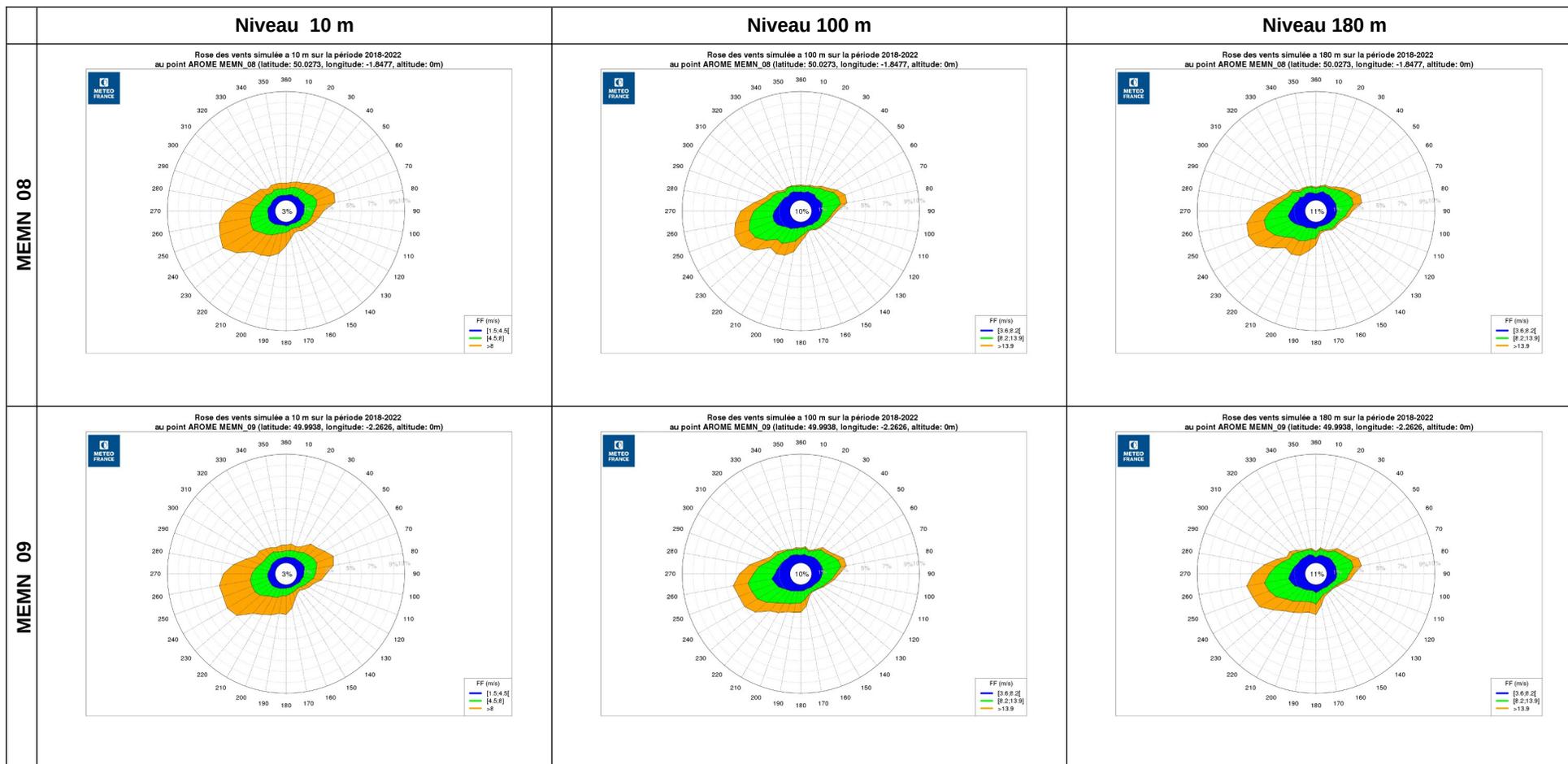




ANNEXES



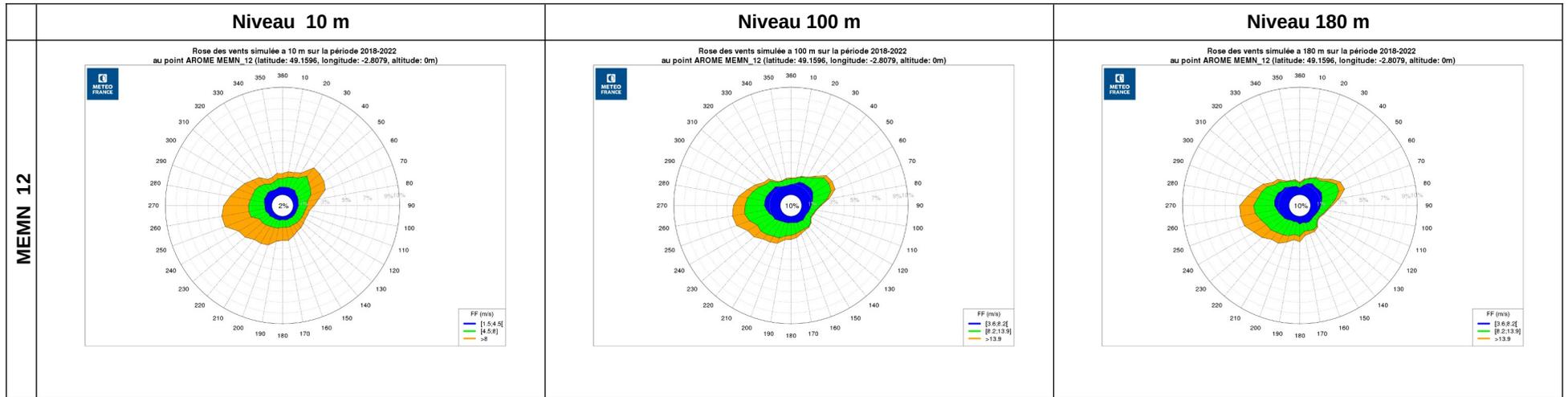
Analyse du vent sur la façade Manche est - mer du nord



ANNEXES



Analyse du vent sur la façade Manche est - mer du nord



ANNEXES



FIN DE DOCUMENT
