



VENT

Avant-propos

Cette fiche a été rédigée dans le cadre du Groupe de travail « Tempêtes et submersions historiques » et plus particulièrement au sein du sous-groupe « type de données » réunissant plusieurs organismes, et dont l'objectif est de mutualiser les informations de tempêtes et submersions historiques, capitaliser les connaissances et expertiser les données associées à des événements historiques.

Cette fiche relative aux données de vent fait partie d'un catalogue de données pour accompagner et comprendre la base de données relatives aux tempêtes historiques. Cet état de l'art pourrait nécessiter d'être complété en fonction de besoins ou applications particulières.

L'élaboration de cette fiche, fruit d'un travail collaboratif et pluridisciplinaire a été piloté par Gérard Doligez (Météo-France) et Sabine Cavellec (Cerema).

Nous remercions également ici l'ensemble des personnes ayant collaboré avec leurs contributions écrites et/ou leurs relectures : Pierre Pouzet (Université de Nantes), Aurélie Maspataud (BRGM), Lise Bardet et Antonin Migaud (IRSN), et Nathalie Giloy et Laure Zakrewski (Shom).

Les termes suivis d'un astérisque * sont définis dans un glossaire spécifique associé au catalogue de données.

Résumé

Le vent est un paramètre qui se caractérise par sa direction et sa vitesse ; il peut fluctuer de manière assez importante dans le temps et l'espace, c'est pourquoi on parle couramment de vent moyen (sur 10 mn selon la norme de l'Organisation Mondiale de la Météorologie) et de rafales (valeurs instantanées). Des réseaux de mesure permettent d'avoir des observations, notamment le long du littoral et sur quelques points en mer (la qualité de ces observations dépendant des capteurs et de l'environnement de la mesure).

La prévision du vent se fait avec des modèles atmosphériques sur une grille plus ou moins fine selon le modèle et l'échelle du phénomène étudiés ; ces prévisions peuvent être utilisées pour forcer des modèles numériques d'état de mer ou de niveau marin. La combinaison de ces modèles avec des observations (assimilation de données) permettent de construire des analyses et réanalyses qui offrent une vision spatialisée du champ de vent sur certaines situations.

Des traitements statistiques peuvent être faits sur les données d'observation ou de modèle pour caractériser une climatologie du vent en certains points.



Caractéristiques de la donnée

Définition

La circulation atmosphérique est le mouvement de la couche d'air qui entoure la Terre. Elle redistribue la chaleur provenant du Soleil en conjonction avec la circulation océanique. En effet, la radiation solaire incidente au sol varie selon la latitude. Elle est maximale aux régions faisant face directement au Soleil, situées selon les saisons plus ou moins loin de l'équateur, et elle est minimale proche des Pôles (Figure 1).

L'importance de la courbure de la terre par rapport à la répartition de la chaleur sur le globe

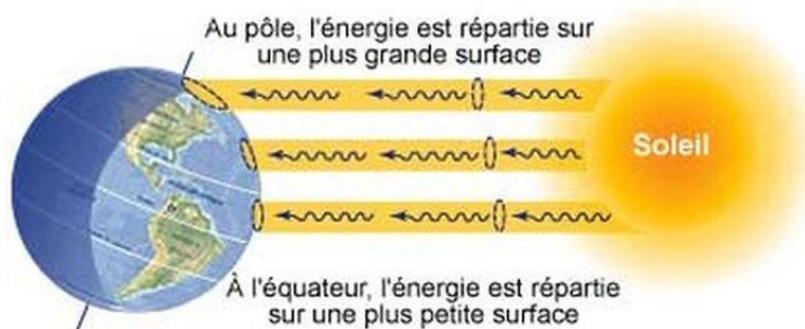


Figure 1 : Déséquilibre thermique terrestre (Source : Météo-France)

Ce déséquilibre thermique a pour conséquence la création d'un type particulier de cellules de convection* près de l'équateur. Plus loin de celui-ci, la rotation de la Terre influence le trajet de l'air selon la répartition des pressions et le tout forme la circulation atmosphérique.

Ainsi, l'origine des vents* à grande échelle résulte d'un échauffement inégal de l'atmosphère par le soleil. Les écarts de température et de densité des masses d'air sont à l'origine des gradients de pression atmosphérique (voir *fiche « pression atmosphérique »*). Les déplacements de masses d'air s'effectuent des zones de haute pression (anticyclones*) vers les zones de basse pression (dépressions*). C'est donc la variation horizontale de la pression qui est à l'origine du vent*. Il faut également ajouter la force de Coriolis*, due à la rotation de la Terre, qui dévie tout mouvement dont celui des masses d'air vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère Sud.

À une échelle plus régionale, le relief du terrain ou l'inertie thermique* jouent également un rôle. Cette dernière est à l'origine de la brise de mer* et de la brise de terre* :

- En journée, par beau temps, la mer se réchauffe moins vite que le sol, donc la température des masses d'air s'élève moins vite sur mer que sur terre, et ainsi l'air devient plus dense sur mer que sur terre. Cette situation crée un déplacement d'air du large vers la côte : c'est la brise de mer.
- À l'inverse, pendant la nuit, l'air se refroidit plus vite sur terre qu'en mer, ce qui conduit à un déplacement des masses d'air de la terre vers la mer : c'est la brise de terre.

Les paramètres descriptifs du vent sont : sa direction (d'où il vient) et sa vitesse ou force (standardisation à 10 mètres au-dessus de la surface du sol ou de la mer) ; en ce qui concerne cette dernière, sont distingués le vent moyen (sur 10 mn suivant la norme internationale) et les rafales (valeur mesurée sur 3 s) (Tableau 1) D'autres paramètres peuvent être intéressants, par exemple, les niveaux d'altitude à 100 mètres pour l'étude du potentiel éolien en mer, ou la durée (persistance) et la stabilité de l'interface air-mer (liée à la



VENT

stratification de l'atmosphère). Les phénomènes de cisaillement et de turbulences du vent, plus faibles en mer qu'à terre, peuvent également être étudiés à l'aide de paramètres tels que le coefficient de cisaillement, l'intensité de la turbulence, la rugosité du site, etc.

En pleine mer, les vitesses de vent à différentes altitudes et moyennées sur différents pas de temps peuvent être estimées par rapport à la valeur à 10 m moyennée sur 10 mn (attention, les données d'observations de bouées ou de navires sont rarement faites à 10 m, d'où une approximation supplémentaire) :

Tableau 1 : Profile de vent $U(z,t) / U(z_r,t_r)$ (Source : DNV-OS-H101 Marine Operations, Genera)

Z (m)	t				
	3 s	15 s	1 mn	$t_r= 10$ mn	1 h
1	0,93	0,86	0,79	0,69	0,60
5	1,15	1,08	1,01	0,91	0,82
$z_r= 10$	1,25	1,17	1,11	1,00	0,92
20	1,34	1,27	1,20	1,10	1,01
50	1,47	1,39	1,33	1,22	1,14
100	1,56	1,49	1,42	1,32	1,22

où z =hauteur par rapport au niveau moyen de la mer, z_r =hauteur de référence (10 m), t =pas de temps de moyennage, t_r =pas de temps de référence (10 mn), $U(z,t)$ =vitesse du vent à l'altitude z moyennée au pas de temps t , $U(z_r,t_r)$ = vitesse du vent de référence (à 10 m moyennée sur 10 mn)

L'unité internationale de la vitesse du vent est le m/s. Pour le grand public, en France, la vitesse du vent est exprimée en km/h. En aéronautique et en météorologie marine, le nœud, noté kt (pour knot), est également utilisé. La conversion entre les vitesses exprimées en nœud et km/h ou m/s répond à ceci : 1 nœud = 1 mille marin par heure = 1,852 km/h = 0,51 m/s

La direction est donnée en rose de 360° (la direction Nord étant le 0°), ou par secteur (exemple : NNE = Nord-Nord-Est) (**Figure 2**).

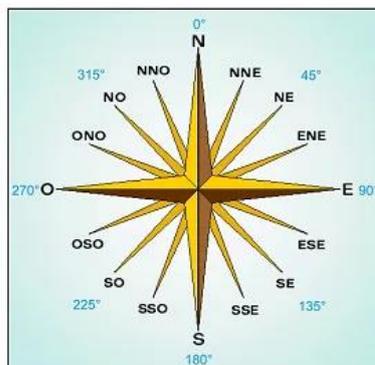


Figure 2 - Rose des vents (Source : Météo-France)



VENT

Echelle de Beaufort*

Cette échelle internationale, bien connue dans le monde maritime, est relative à des vents moyens soufflant localement au-dessus de la mer à une hauteur de l'ordre de 10 mètres au-dessus des flots ([Tableau 2](#)).

Tableau 2 : Échelle de Beaufort – correspondances entre l'échelle de Beaufort, la vitesse du vent, et l'état de la mer (code de l'OMM 1100)

Degré Beaufort (Bf)	Dénomination	Vitesse du vent à 10 m (en m/s)	Etat de la mer au large
0	Calme	0 à 0,2	la mer est comme un miroir
1	Très légère brise	0,3 à 1,5	il se forme des rides, mais il n'y a pas d'écume
2	Légère brise	1,6 à 3,3	vaguelettes courtes ; leurs crêtes ont une apparence vitreuse mais ne déferlent pas
3	Petite brise	3,4 à 5,4	très petites vagues ; écume d'aspect vitreux, apparition de moutons
4	Jolie brise	5,5 à 7,9	petites vagues devenant plus longues ; moutons nombreux
5	Bonne brise	8,0 à 10,7	vagues modérées, allongées ; moutons nombreux
6	Vent frais	10,8 à 13,8	des lames se forment ; crêtes d'écume blanche plus étendues, embruns
7	Grand frais	13,9 à 17,1	la mer grossit ; l'écume est soufflée en traînées ; lames déferlantes
8	Coup de vent	17,2 à 20,7	lames de hauteur moyenne ; de leurs crêtes se détachent des tourbillons d'embruns
9	Fort coup de vent	20,8 à 24,4	grosses lames ; leur crête s'écroule et déferle en rouleaux, visibilité réduite par les embruns
10	Tempête	24,5 à 28,4	très grosses lames à longues crêtes en panache ; déferlement en rouleaux intense et brutal
11	Violente tempête	28,5 à 32,6	lames exceptionnellement hautes ; mer recouverte de bancs d'écume blanche
12	Ouragan	+ de 32,7	air plein d'écume et d'embruns ; mer entièrement blanche ; visibilité très réduite

Moyen(s) d'acquisition

Mesures *in situ*

Le vent est mesuré grâce à un réseau de stations au sol (réseau des sémaphores* sur le littoral) et en mer (observations des navires et bouées à mâts instrumentés) depuis bien longtemps. Plusieurs instruments de mesure sont utilisés pour estimer ces paramètres en un point donné.

L'appareillage le plus classique et répandu consiste en un mât de 10 m instrumenté avec ([Figure 3](#)) :

- L'anémomètre* qui mesure la vitesse du vent ; il peut être à coupelles (la vitesse du moulinet est proportionnelle à la vitesse du vent) ou ultrasonique (la mesure du temps de propagation du son dans deux directions orthogonales permet de déterminer la vitesse et la direction du vent)
- La girouette* qui mesure la direction du vent



VENT



Figure 3 : Ensemble de mesure du vent (anémomètre et girouette) (Source : Météo-France)

Mesures spatiales

D'autres systèmes viennent compléter ce réseau au sol et permettent de mesurer le vent sur des zones plus larges :

- Les appareils de télédétection* qui mesurent la vitesse et la direction du vent à différentes hauteurs :
 - Le Lidar* (light detection and ranging) qui analyse le profil vertical du vent au moyen d'un faisceau laser ;
 - Le Sodar* (sonic detection and ranging) qui analyse le profil vertical du vent par l'émission d'un signal acoustique ;
- Les diffusomètres qui restituent les mesures de vent sur les surfaces océaniques sont des instruments actifs, de type radar, embarqués à bord des satellites. Le radar émet un signal hyperfréquence et recueille le coefficient de rétrodiffusion de la surface de la mer. Les variations d'amplitude du signal rétrodiffusé sont causées par les petites vagues (de l'ordre du centimètre) générées par le vent.

Modélisations numériques

La simulation numérique de l'évolution de l'atmosphère s'appuie sur des équations physiques régissant son comportement. Les conditions météorologiques peuvent être simulées en continu dans le temps, sur un semis de points plus dense que les points de mesure.

Il existe une grande variété de modèles de prévision météorologique avec différentes emprises spatiale et temporelle, et différentes résolutions spatiales (verticale, horizontale). L'archivage des résultats constitue une base de données de vent et de gradient de pression atmosphérique, extrêmement utile pour déterminer un climat de houle (données d'entrée des modèles hydrodynamiques maritimes et côtiers) (voir **fiches « pression atmosphérique » et « états de mer »**).

Météo-France dispose de plusieurs modèles complémentaires et emboîtés pour la prévision météorologique :

- **Un modèle global : Arpège** (action de recherche petite échelle grande échelle) est l'un des outils de base pour la prévision opérationnelle du temps à Météo-France. Il fait partie intégrante du logiciel Arpège-IFS, conçu, développé et maintenu en coopération avec le CEPMMT* (Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme - ECMWF, en anglais). Le modèle Arpège couvre l'ensemble du globe, avec une résolution plus fine sur la métropole. Il est utilisé



VENT

pour prévoir les évolutions des phénomènes à grande échelle (dépressions, anticyclones) et pour la prévision jusqu'à trois ou quatre jours d'échéance sur la métropole, l'outremer, les domaines maritimes et les zones d'intérêt pour la France. La résolution horizontale du modèle Arpège est de 5 km environ sur la France et de 24 km aux Antipodes et 105 niveaux verticaux, avec un premier niveau à 10 mètres au-dessus de la surface ;

- **Un modèle régional à maille fine : Arome** (applications de la recherche à l'opérationnel à méso-échelle), qui est le modèle de prévision numérique du temps le plus récent et le plus précis, utilisé en opérationnel par Météo-France depuis décembre 2008 (Figure 4). Ce modèle couvre essentiellement la France métropolitaine avec une maille de 1,3 km et 90 niveaux verticaux avec un premier niveau à 5 mètres au-dessus de la surface. Le modèle Arome sur la France métropolitaine est forcé aux limites par Arpège.
- Arome est également alimenté en données fines, issues par exemple du réseau radar Aramis (précipitations et vents par technique Doppler). Il délivre des informations plus détaillées, à plus petite échelle, pour notamment améliorer la prévision des orages.
- Il existe une version Arome-IFS forcé aux limites par le modèle global IFS du CEPMMT, en particulier autour des territoires ultra-marins (Antilles, Guyane, Réunion-Mayotte, Nouvelle-Calédonie, Polynésie) ; avec une résolution horizontale d'environ 2,5 km.

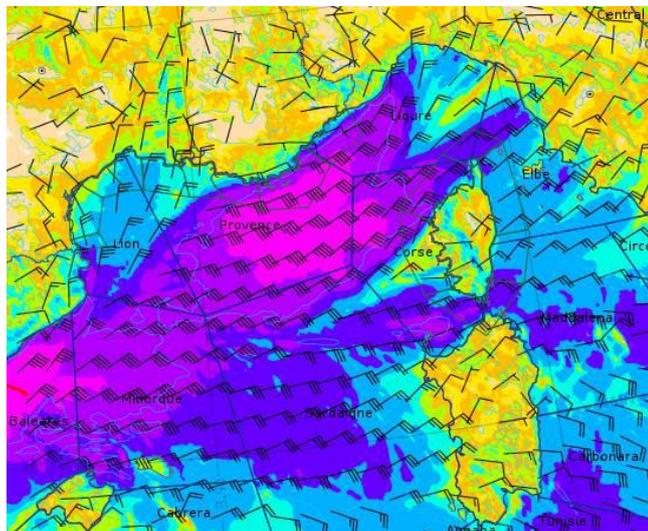


Figure 4 : Champ de vent du modèle Arome en Méditerranée – analyse du 20/01/20 à 12h UTC - source Météo-France

Les réanalyses météorologiques* consistent à combiner un modèle météorologique et des observations pour produire, *a posteriori*, et de manière spatialisée, des archives d'un grand nombre de variables atmosphériques et océaniques sur des grilles à une résolution temporelle de quelques heures, pour plusieurs décennies. Les données de vent et de pression issues des réanalyses peuvent ainsi être utilisées comme données d'entrée de modèles numériques en aval. En effet, les champs de vent modélisés servent de forçage aux modèles de prévisions des niveaux marins (exemple : Hycom¹) (voir **fiche « Mesure du**

1 Hycom : modèle de surcote développé par Shom et Météo-France (prise en compte de la surcote liée à la pression et au vent, mais pas aux vagues)



VENT

niveau marin ») et aux modèles de génération et propagation des vagues (exemple : WW3²) (voir **fiche « états de mer »).**

Trois exemples de réanalyses à l'échelle globale peuvent être citées :

- **ERA 5** : réanalyses produites par le CEPMMT* dans le cadre du service « changement climatique » du programme Copernicus³, et couvrant la période de 1950 à aujourd'hui avec une alimentation régulière, sur une grille de 0,25°, avec un pas de temps de temps horaire pour Era 5
- **ERA 20-C** : réanalyses produites par le CEPMMT sur la période 1900-2011 sur une grille de 100 km.
- **CFSR v1/v2** : produits par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, USA), de 1979 à 2017, sur une grille de 0,5°, au pas de temps horaire.
- **20CRv3** : produits par la NOAA, de 1836 à 2015

Traitements nécessaires

Les mesures in situ et les mesures à plus grandes échelles permettent de caler et valider les simulations numériques, qui elles-mêmes viennent alimenter des bases de données.

De longues séries de vent sont aussi obtenues, soit issues des mesures à l'emplacement des instruments (et alors souvent incomplètes ou irrégulières), soit issues des réanalyses numériques (hindcast) en tout point du domaine de simulation. Ces séries peuvent alors être analysées à l'aide de traitements statistiques pour en tirer deux types de caractérisations des conditions de vent :

- Les conditions usuelles (ou opérationnelles), souvent appelées régimes de vents, basées sur une classification des valeurs de la série temporelle.
- Les conditions extrêmes, qui sortent du champ des valeurs observées ou simulées et visent à estimer, par extrapolation probabiliste, les vents de très faible probabilité d'occurrence.

Analyse des conditions usuelles et extrêmes

Les représentations les plus courantes sont les suivantes :

2 Wave Watch 3 : code de modèle de vagues 3^{ème} génération à maille variable (de 10 km au large à 200 m près des côtes françaises) utilisé à Météo-France

3 <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>



VENT

- Le tableau d'occurrence de la vitesse et de la direction des vents

Les tableaux d'occurrence des vitesses (**Tableau 3**) traduisent le régime général des vents.

Tableau 3 : Exemple de tableau d'occurrence de la vitesse / direction du vent (d'après Ciria, Cur, Cetmef, 2009)

Vitesse moyenne		Pourcentage pendant lequel le vent souffle de la direction												Toutes Directions
Nœuds	m/s	350° - 010°	020° - 040°	050° - 070°	080° - 100°	110° - 130°	140° - 160°	170° - 190°	200° - 220°	230° - 250°	260° - 280°	290° - 310°	320° - 240°	
		Décembre												
calme														2,5
1-3	0,52-1,55													9,7
4-6	2,06-3,09	0,4	0,7	1,2	2,6	3,2	1,4	1,6	1,3	0,5	0,4	0,7	0,9	14,9
7-10	3,61-5,15	0,2	0,9	1,2	1,6	2,5	2,6	3,1	2,5	2,1	1,1	1,8	0,9	20,5
11-16	5,67-8,24	0,1	0,8	1,6	1,5	2,5	2,1	4,3	4,0	5,4	3,7	2,4	0,6	29,0
17-21	8,76-10,82	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	0,5	1,1	1,9	2,6	2,5	0,9	0,2	12,2
22-27	11,33-13,91	0+	0+	0,2	0,4	0,7	0,2	0,2	1,1	2,0	1,9	0,5	0,2	7,4
28-33	14,42-17,00				0,1	0,1			0,1	0,3	0,6	0,1	0+	1,3
34-40	17,51-20,60								0+	0+	0,1	0,1	0+	0,2
41-47	21,12-24,21										0+			0+
48-55	24,72-28,33													
56-63	28,84-32,45													
> 63	> 32,45													
total		0,8	2,6	4,5	6,8	10,3	6,8	10,3	10,9	12,9	10,3	6,5	2,8	97,7
		Pourcentage non mesuré												2,3
		Année												
calme														6,1
1-3	0,52-1,55													17,2
4-6	2,06-3,09	0,6	1,2	1,7	2,0	2,3	1,6	1,5	1,4	1,9	2,0	1,7	1,3	19,2
7-10	3,61-5,15	0,4	1,3	2,1	1,8	1,9	1,9	2,5	2,5	3,6	2,9	2,8	1,4	25,1
11-16	5,67-8,24	0,2	0,7	1,7	1,3	1,2	1,4	2,6	2,6	3,7	2,9	2,5	0,8	21,6
17-21	8,76-10,82	0+	0,1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,7	0,8	1,1	1,1	0,6	0,1	6,0
22-27	11,33-13,91	0+	0+	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	0,5	0,2	0,1	2,3
28-33	14,42-17,00				0+	0+	0+	0+	0+	0,1	0,1	0+	0+	0,2
34-40	17,51-20,60						0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+
41-47	21,12-24,21									0+	0+			0+
48-55	24,72-28,33													
56-63	28,84-32,45													
> 63	> 32,45													
total		1,2	3,3	6,0	5,7	5,9	5,3	7,4	7,6	11,0	9,5	7,8	3,7	97,7
		Pourcentage non mesuré												2,3



VENT

- **La rose des vents**

La rose des vents en polygone de fréquences (**Figure 5**) est constituée de directions cardinales sur lesquelles sont repérées les fréquences des différentes classes d'intensité de vent. Les données de vent, extraites d'un modèle ou mesurées au pas de temps horaire, sont classées en fonction de leur vitesse et de leur direction (de 0 à 360° avec des classes de 20°, par exemple). La climatologie utilise les roses des vents pour représenter de façon réaliste les fréquences des directions d'où vient le vent soufflant en un point donné, mais il faut que la période de données soit suffisamment longue (a minima une dizaine d'années, la norme étant de 30 ans).

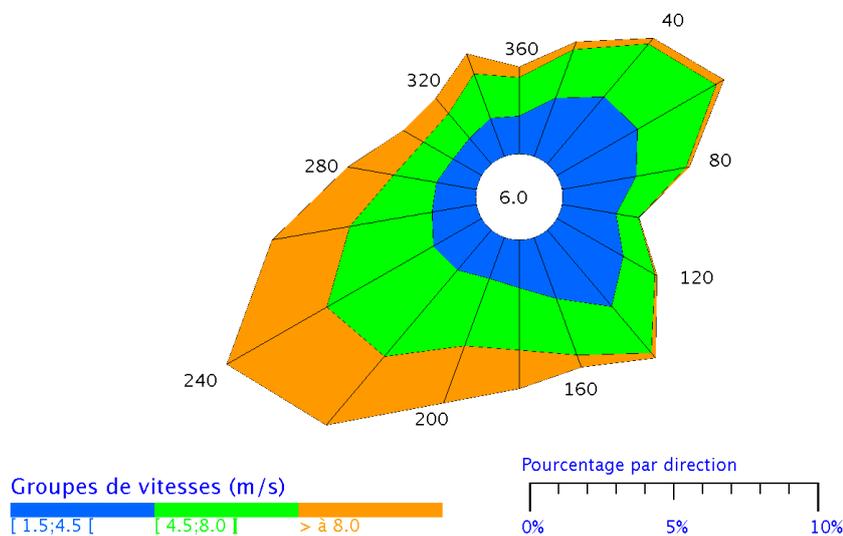


Figure 5 - Exemple de rose des vents établie à partir des observations au sémaphore de Boulogne-sur-Mer (sur la période 1981-2010) (Source : Météo-France). Les vents prédominants viennent du secteur sud-ouest (entre le 220 et le 260), notamment pour les vents forts (> 8m/s) et modérés (4,5 à 8 m/s) ; le secteur nord-est (entre 140 et 180°) arrive ensuite, notamment pour les vents plus faibles (entre 1,5 et 4,5 m/s).

Distribution statistique des extrêmes

Selon l'usage, il existe plusieurs distributions statistiques pouvant être utilisées :

- la distribution de Weibull utilisée par exemple pour des études d'éoliennes en mer
- la loi de Gumbel pour dimensionner les vents extrêmes
- la loi de Pareto généralisée (GPD).

L'analyse statistique des extrêmes des données permet une extrapolation probabiliste des tempêtes. Elle repose sur la théorie des valeurs extrêmes, selon laquelle une loi de distribution théorique peut être ajustée aux observations de pics de tempête. Ainsi, les périodes de retour des forces de vents (les rafales typiquement) sont déterminées par extrapolation. A noter que l'extrapolation peut porter sur le vent moyen (**Tableau 4**).



VENT

Tableau 4 : Durée de retour des rafales maximales de vent au sémaphore de Boulogne-sur-mer. Statistiques sur la période 1981-2021 – source Météo-France. Les valeurs de dépassement sont ajustées par une loi de Pareto généralisée

Durée de retour	Force estimée	Intervalle de confiance à 70 %	
5 ans	38.7 m/s	38.0 m/s	39.3 m/s
10 ans	40.3 m/s	39.5 m/s	41.2 m/s
20 ans	41.8 m/s	40.7 m/s	43.0 m/s
25 ans	42.3 m/s	41.1 m/s	43.5 m/s
30 ans	42.7 m/s	41.4 m/s	44.0 m/s
50 ans	43.7 m/s	42.1 m/s	45.3 m/s
75 ans	44.4 m/s	42.6 m/s	46.2 m/s
100 ans	45.0 m/s	43.0 m/s	46.9 m/s

Caractérisation des tempêtes et submersions marines

Le vent est une donnée essentielle pour caractériser les tempêtes et les submersions marines (voir **fiches « tempêtes » et « submersion marine »**). Quatre paramètres sont à prendre en compte, il s'agit par ordre décroissant :

- 1- des forces atteintes (en rafales et vent moyen) qui peuvent engendrer directement des dégâts, plus ou moins conséquents proportionnellement aux valeurs atteintes ;
- 2- de la persistance de vents forts : les effets répétés des rafales ont des effets directs sur les infrastructures, mais aussi des effets indirects, car ils génèrent des vagues importantes ;
- 3- de la surface sur laquelle ces vents violents soufflent (i.e. le fetch*) qui, combiné à la durée d'action (cf. item 2 précédent), va pouvoir engendrer des vagues très importantes et énergétiques, qui vont se propager jusqu'au littoral ;
- 4- de la direction des vents tempétueux ; en effet, si ceux-ci arrivent plus ou moins perpendiculairement à la côte (i.e. vents d'afflux*), ils pourront engendrer une élévation supplémentaire du niveau marin (voir **fiche « surcote »**).

Incertitudes et limites

L'incertitude sur les données de vent se retrouvent à plusieurs niveaux, sur :

La qualité des mesures de vent

Selon les règles usuelles, les capteurs de vent sont placés à 10 m au-dessus du sol et sur un terrain dégagé, c'est-à-dire une surface où les obstacles se situent à une distance d'au moins dix fois leur hauteur.

La mesure du vent n'est pas perturbée uniquement par les obstacles environnants ; **la rugosité*** du terrain exerce aussi une influence. Pour l'OMM*, le vent de surface mesuré aux stations terrestres est le vent qui soufflerait à une hauteur géométrique de 10 m sur un site ayant une longueur de rugosité égale à 0,03 m.



VENT

C'est en quelque sorte un vent de référence dont les conditions exactes de mesure sont connues (hauteur : 10 m et longueur de rugosité : 0,03 m). Il convient donc de décrire la rugosité du terrain autour du site de mesure. La longueur de rugosité sert à convertir le vent mesuré en vent de référence, mais cette méthode ne peut s'appliquer que si les obstacles éventuels sont suffisamment éloignés.

Voici, repris ci-dessous (**Tableau 5**), le tableau de classification de la rugosité qui figure dans le Guide de la Commission des Instruments et des Méthodes d'Observation de l'OMM :

Tableau 5: Classification de rugosité du sol

Classification des terrains d'après Davenport (1960), adaptée par Wieringa (1980) en terme de longueur de rugosité z_0		
Classe	Description du terrain	z_0 en mètres
1	Mer ouverte, « fetch » d'au moins 5 km	0,0002
2	Terrains bourbeux plats, terrain enneigé ; ni végétation, ni obstacles	0,005
3	Terrain plat ouvert ; herbe, rares obstacles isolés	0,03
4	Cultures basses ; larges obstacles occasionnels : $x/H > 20$	0,10
5	Cultures élevées ; obstacles dispersés : $15 < x/H < 20$	0,25
6	Terres clôturées, buissons ; obstacles nombreux : $x/H \sim 10$	0,5
7	Couverture régulière par de larges obstacles (faubourgs, forêts)	(1,0)
8	Agglomérations comprenant des bâtiments de diverses hauteurs	??

Note : x représente la distance au vent de l'obstacle et H est la hauteur des principaux obstacles correspondants

La présence d'obstacles se traduit (presque toujours) par une diminution du vent moyen, mais a un effet moindre sur les rafales.

Sachant que la mesure est effectuée à la hauteur conventionnelle de 10 m, les sites d'observation du vent sont rangés en 5 **classes environnementales** selon les distances aux obstacles (**Tableau 6**).

A noter qu'une partie des terrains sur lesquels sont implantés les sémaphores ne permettent pas de dégager le mât vent de tous les bâtiments d'où une classification souvent moyenne.

A noter également qu'une partie des sémaphores se situent en haut de falaises, ce qui, en plus de l'altitude qui influe sur la force du vent, a aussi pour effet d'accélérer les vents venant de mer.



VENT

Tableau 6 : Classification environnementale

<p>Classe 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Le pylône est installé à une distance au moins égale à 30 fois la hauteur des obstacles environnants Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 15 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m <p>Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 4 m peuvent être négligés.</p> <p>L'indice de rugosité est compris entre 2 et 4 (longueur de rugosité $\leq 0,1$ m).</p>	
<p>Classe 2 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 30%, correction possible)</p> <ul style="list-style-type: none"> Le pylône est installé à une distance au moins égale à 10 fois la hauteur des obstacles environnants Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 15 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m <p>Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 4 m peuvent être négligés.</p> <p>L'indice de rugosité est compris entre 2 et 5 (longueur de rugosité $\leq 0,25$ m).</p>	
<p>Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 50%, correction impossible)</p> <ul style="list-style-type: none"> Le pylône est installé à une distance au moins égale à 5 fois la hauteur des obstacles environnants Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 10 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m. Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 5 m peuvent être négligés. 	
<p>Classe 4 (erreur supplémentaire due au site, supérieure à 50%)</p> <ul style="list-style-type: none"> Le pylône est installé à une distance au moins égale à 2,5 fois la hauteur des obstacles environnants il ne doit pas y avoir d'obstacles, vus sur une largeur angulaire supérieure à 60°, et d'une hauteur supérieure à 10 m, dans un rayon de 40 m. <p>Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 6 m peuvent être négligés, à condition que les mesures soient exécutées à une hauteur minimale de 10 m.</p>	
<p>Classe 5 (erreur supplémentaire due au site impossible à déterminer)</p> <p>Site ne respectant pas les critères de la classe 4.</p>	



VENT

Organisme(s) clés / en jeu

En France, les données d'observation comme de modèles sont disponibles auprès de Météo-France (<https://meteofrance.fr> ; <https://meteofrance.com>, <https://donneespubliques.meteofrance.fr/> et <https://meteo.data.gouv.fr/>).

Les **satellites météorologiques** fournissent 80 % des données d'observation (tous paramètres confondus). Les 20 % restants proviennent :

- **Des stations au sol** : Météo-France dispose sur tout le territoire métropolitain d'un réseau de plus de 550 stations d'observation, le réseau Radome (mesures de température, d'humidité, de pluviométrie, de vent, de rayonnement). Les données de vent fournies sont les données de vent horaire à dix mètres (vitesse et direction), vent moyen et vent instantané ;
- **Des radiosondages*** ;
- **Des capteurs embarqués sur des avions de ligne et des navires** (ferries, porte-conteneurs, navires scientifiques, navires de pêche, rouliers, câbliers, patrouilleurs des affaires maritimes et même quelques voiliers). En empruntant des routes commerciales, ces capteurs mobiles permettent d'obtenir des données météorologiques d'observation en mer sur des zones peu couvertes par les moyens traditionnels ;
- **Des capteurs installés sur des bouées ancrées et dérivantes.**

Météo-France reçoit aussi des autres services météorologiques des mesures recueillies sur l'ensemble du globe (dans le cadre d'accords au sein de l'OMM)

Pour ce qui est des données anciennes, une action de DataRescue a été menée ses dernières années à Météo-France.

Europe

Au niveau européen, les données sont centralisées par le projet européen Copernicus MEMS. Copernicus MEMS est dédié à l'océanographie opérationnelle avec l'assimilation de données in situ et satellites pour la mise en œuvre de modèles de prévision et de réanalyses en temps différé. Les données sont accessibles par ftp via les plateformes : <https://resources.marine.copernicus.eu/products> ou <http://www.marineinsitu.eu/>.

International

Au niveau international, Ocean-Ops est le service opérationnel d'observation in situ de l'OMM et de l'Unesco (via GOOS). Ocean-Ops se décline pour les observations de surface dans le programme DBCP au niveau international et dans le programme E-SURFMAR au niveau européen. Le DBCP et E-SURFMAR coordonnent à leur échelle l'utilisation des données de bouées autonomes pour observer les conditions atmosphériques et océanographiques au-dessus des océans. Ces programmes sont portés par les organismes de prévision de météorologie marine. Météo-France représente la France au DBCP et à E-SURFMAR.

Les données Candhis sont accessibles via le portail : <https://www.ocean-ops.org/board>.



VENT

Sources, vecteurs de diffusion/de porter à connaissance

Mesures

<https://donneespubliques.meteofrance.fr/> - <https://meteo.data.gouv.fr/>

<https://resources.marine.copernicus.eu/products>

<https://www.ocean-ops.org/board>

Modèles numériques

<https://donneespubliques.meteofrance.fr/>

<https://resources.marine.copernicus.eu/products>

Autres usages de la donnée

- Vigilance vagues submersion, bulletins RDI Littoral, arrêtés Catastrophes Naturelles
- Sécurité maritime, Observations et prévisions météorologiques pour les loisirs nautiques et le grand public
- Normales climatiques, Etudes (exemple : potentiel éolien)

Références clés

Contribution de Météo-France au GT « vent et neige » V6,0 du 21/12/21 – Jean-Michel Soubeyroux

Note technique Météo-France N° 35B Classification d'un site Michel Leroy Août 2009 - mise à jour Gaëtan Lèches Novembre 2014

Offshore standard DNV-OS-H101 – octobre 2011

Fiches en lien

Fiche « submersion marine »

Fiche « Tempête »

Fiches « Pression atmosphérique »

Fiche « Etats de mer »

Fiche « Mesures du niveau marin »

Fiche « surcotes »



VENT

