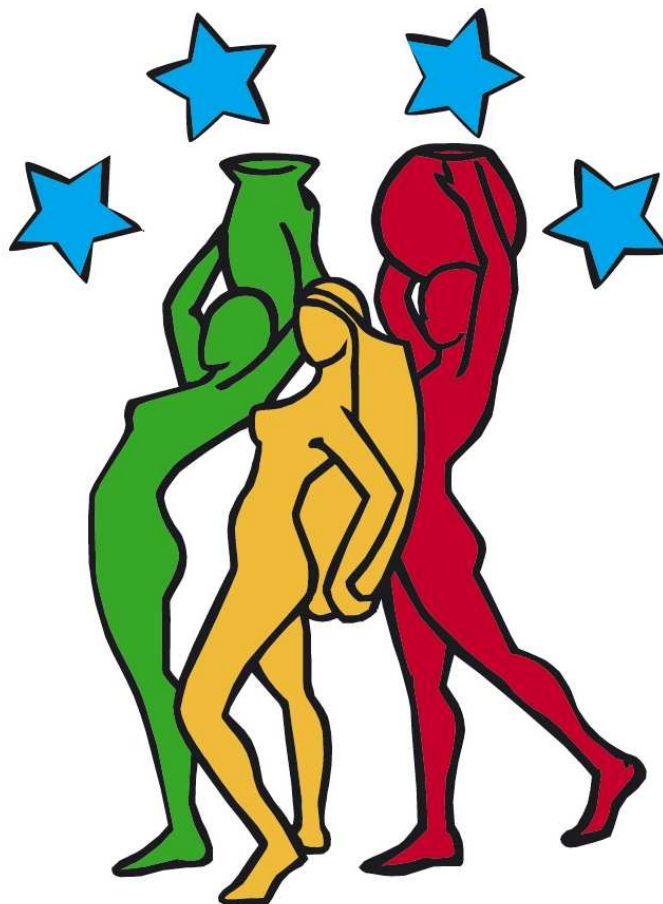




dans le cadre du programme BEACHMED-E
ATLAS HYDRODYNAMIQUE DU
LANGUEDOC-ROUSSILLON

Version française

Choix des forçages



23 novembre 2009

Conditions académiques utilisées pour l'Atlas hydrodynamique

Dans ce chapitre, on présente un résumé des données en Languedoc-Roussillon qui ont permis de définir les conditions académiques utilisées dans cet Atlas. On a retenu les ensembles de données répondant aux critères suivants :

- les données brutes doivent être disponibles pour du retraitement et la production de graphes originaux ;
- les conditions d'acquisition des données (périodes, conditions techniques du déploiement,..) doivent être précisées ;
- les données doivent être délivrées avec une présentation claire de leur fiabilité ;

Après quelques mois de recherche et de démarches auprès des différents organismes et entreprises travaillant sur le Languedoc-Roussillon, la liste suivante a été retenue :

- campagne mesure hydrodynamique VENT 99, réalisée par le CEFREM à l'Université de Perpignan. Cette campagne est une instrumentation en zone pré-littorale à sub-littorale. Les données ont été utilisées pour la validation des modèles dans le cadre de la thèse de Cléa Denamiel (2006).
- campagne mesure hydrodynamique TEMPETE 2004, réalisée par le CEFREM à l'Université de Perpignan. La campagne s'est déroulée dans le cadre du programme EUROSTRATAFORM. Elle correspond à une instrumentation en zone pré-littorale à sub-littorale. Les données ont été utilisées pour la validation des modèles dans le cadre de la thèse de Cléa Denamiel (2006).
- les campagnes de mesure hydrodynamique CALAMAR II, III, IV et V (voir www.gladys-littoral.org rubrique activités/CALAMAR). Ces campagnes sont réalisées par Raphael Certain du laboratoire IMAGES de l'Université de Perpignan et par Frédéric Bouchette à GEOSCIENCES-M. Elles correspondent à un déploiement d'instruments en zone strictement littorale ;
- campagne TETHYS. Cette campagne a été réalisée par la société TETHYS, dans le cadre d'études lors de la phase préparatoire de la construction de l'émissaire en mer de Palavas. Elle correspond à un déploiement d'appareils en zone de proche plateau interne.
- les données de houle du site CANDHYS ;
- les données météorologiques de Météo France ;
- les données issues du système ALADIN.

A cette liste répondant correctement aux critères sus-mentionnés, on a ajouté des résultats semi-quantitatifs issus de plusieurs rapports d'organismes publics et de bureaux d'études. Ces documents nous ont servi de point de départ pour la détermination des conditions académiques.

A ce jour, le constat est qu'il existe peu de jeux de données de bonne qualité pouvant servir à la détermination objectives des **conditions académiques** à utiliser dans un Atlas Hydrodynamique. A partir de ces données et de synthèses déjà réalisés par le SMNLR et l'EID-Méditerranée, on peut définir les régimes de vents, d'agitation et de houle sur les domaines étudiés.

Rédigé par: **Frédéric Bouchette**

1 Conditions de Vent

1.1 Secteur du lido de Sète

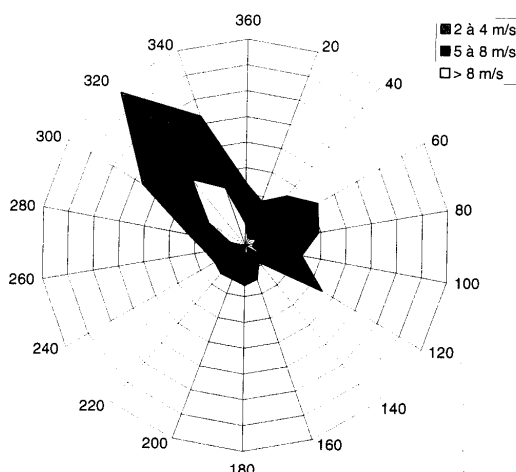


FIG. 1 – Rose des Vents à Sète

Sur le lido de Sète (figure 1), la Tramontane (vent de secteur NW) représente environ 60% de l'activité éolienne. C'est le vent le plus fort dans la région. Les vitesses moyennes varient entre 10 à 12 m/s. A Sète, le Mistral, vent de direction NE souffle environ 20% du temps. Troisième secteur dominant, les vents de SE, dont le Marin, dépassent rarement 17 à 20 m/s. Mais quelques valeurs extrêmes peuvent être mesurées. Par exemple, le record absolu pour Sète est de 46 m/s lors de la tempête de novembre 1982.

1.2 Secteur de l'Espiguette au Petit Travers

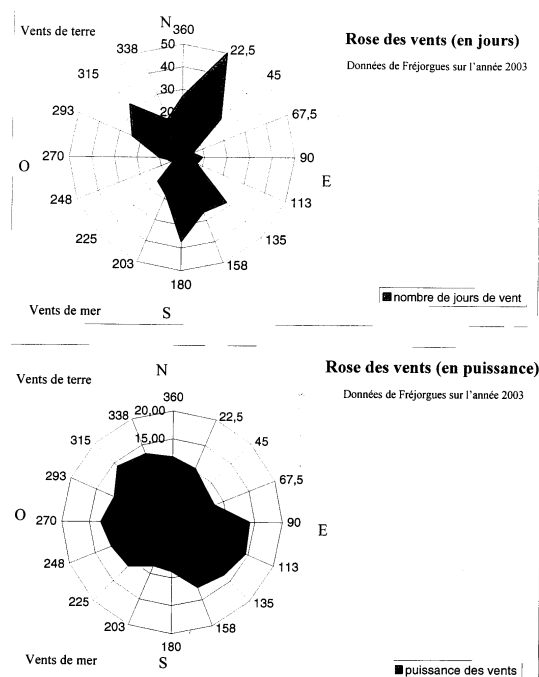


FIG. 2 – Rose des vents à la station de Montpellier Fréjorgues, pour des données de l'année 2003 (données Météo France, réalisation Isabelle Harranger. La figure du haut donne les distributions en jour ; la figure du bas donne les distributions en puissance.

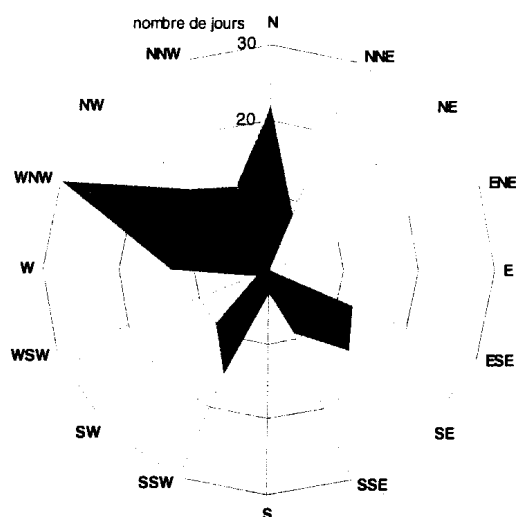


FIG. 3 – Rose des vents à la station de Montpellier Fréjorgues, pour des données sur la période juillet 2004 à mai 2005. Représentation des jours de vents (≥ 15 km/h) pour chaque direction.

On peut également rapporter une analyse des données de Fréjorgues (figures 2 et 3), sur la période juillet 2004 à mai 2005. Sur cette période, les facteurs remarquables sont l'absence de coups de vent marin, et la nette domination de longues périodes de vent de terre, principalement lors de l'hiver 2004-2005 et au printemps suivant. La période n'est

donc pas marquée par la présence d'événements climatiques particulièrement violents (les vitesses de vent de terre sont restées conformes aux normales). Les données de vent acquises à Fréjorgues peuvent avoir un sens. On préférera à ces données non-littorales les valeurs mesurées sur des stations littorales, comparées aux résultats donnés par les modèles météorologiques meso-échelle.

Sur le secteur des lagunes Palavasiennes au sens large, on constate la prédominance des vents de terre sur les vents de mer. Les vents de terre représentent environ 60% du total des vents sur le littoral. Ils proviennent de deux directions différentes : la tramontane provient du NW et le mistral provient du NNE. La tramontane souffle plus souvent que le mistral dans la région, Sa vitesse maximum est d'ailleurs assez élevée, jusqu'à 180km/h. En moyenne, c'est le mistral qui souffle le plus fort durant l'année. Les vents de mer (le Marin, le Grec, vent d'Espagne), représentent 40% des vents. Les vents de direction S-N appelés Marin ont une action importante lors des tempêtes puisqu'ils renforcent les houles (qui se déplacent en direction de la côte), et contribuent au relèvement important du niveau de la mer à la côte. Le Grec (SSE) est un vent qui souffle très fort même s'il souffle peu souvent. Le plus fort vent enregistré en 2003 était de secteur SSE, le 24 novembre : 32m/s durant une tempête. Pour l'année 2002, le plus fort vent était également de secteur SSE, le 14 novembre : 25m/s.

On peut également rapporter le fait que, dans le rapport TETHYS, sur la base des données de Montpellier Fréjorgues (figure 4), il est dit que les vents de secteur NNE apparaissent de façon quasiment exclusive durant les mois de mars et septembre. Les vents de sud sont fortement représentés en période estivale (de juin à août) : il s'agit des vents thermiques (brises de mer diurnes).

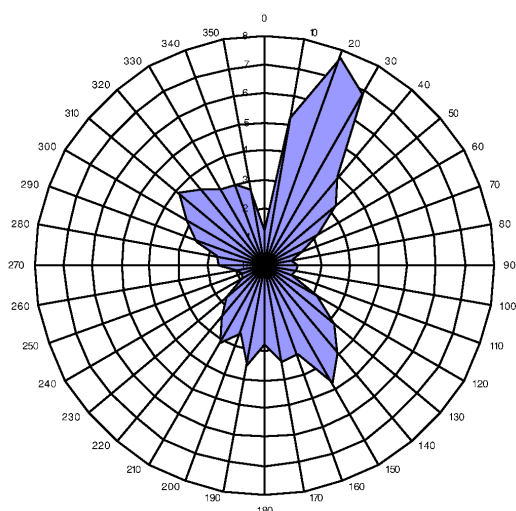


FIG. 4 – Rose des vents proposée dans le cadre de la campagne TETHYS, entre mars et novembre 2003, sur la base des données de la station de Montpellier Fréjorgues.

1.3 secteur entre Frontignan et Espiguette

On rapporte également des résultats obtenus sur le Grand Travers 5 et 6.

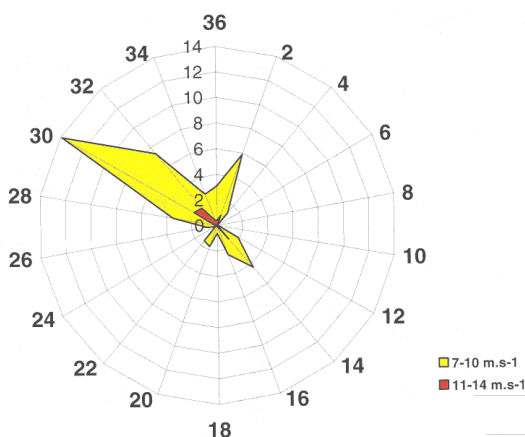


FIG. 5 – Rose des vents efficaces sans pluie pour des données de avril 2001 à avril 2002. Nombre de jours par mois où le vent a soufflé dans une direction donnée, dans un intervalle de vitesse défini et sans précipitations ($\leq 1\text{mm}$). Le vent efficace correspond à un vent capable de transporter le sable, c'est-à-dire qu'il est au-dessus du seuil de mise en mouvement des grains. Mais cette rose des vents prend aussi en compte la pluviométrie puisque le sable mouillé ne se déplace pas sous l'effet éolien. Un vent est considéré comme efficace à partir de 6,55 m/s ce qui correspond à la classe 7 m/s. Pour les précipitations, il a été observé qu'à partir de 1 mm de hauteur de pluie par jour, il n'y avait pas de mouvement de sable. Les vents sont alors ignorés.

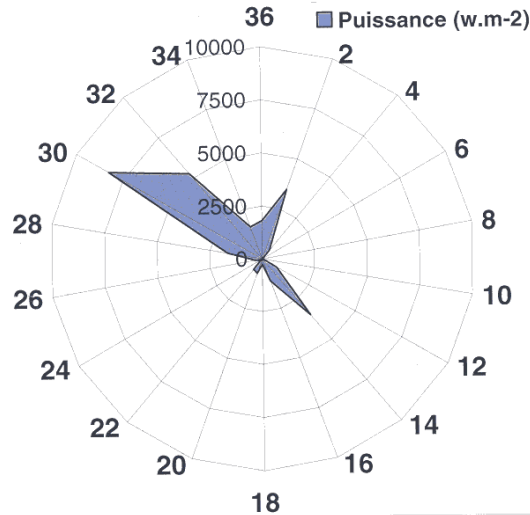


FIG. 6 – Roses de la puissance des vents pour des données de avril 2001 à avril 2002. Cette puissance est fonction de la vitesse du vent au cube. La puissance est donnée en W/m², Ce type de représentation n'apporte rien de plus (en terme de détermination des forçages académiques pour les modélisations pré-littorales et littorales) que celle de la figure 5.

1.4 Secteurs Leucate et centre Golfe

Le littoral occidental du Golfe du Lion est caractérisé par une nette prédominance des vents de terre sur les vents marins, avec les 3/4 du total (en direction) des vents des quatre stations météorologiques (Sète, cap de Leucate, Gruissan, Cap d'Agde). Les vents ont deux provenances principales (figure 7).

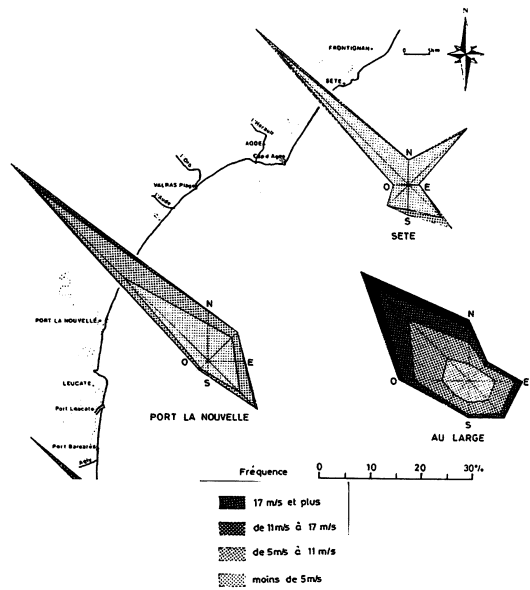


FIG. 7 – Rose des vents annuelle (LCHF, 1984).

La tramontane est NW et souffle le plus fréquemment. Le mistral est NE et fait son apparition entre Gruissan et le Cap d'Agde et n'existe que de manière résiduelle plus à l'Ouest. Il est moins violent que la tramontane sur le secteur.

Les vents de mer représentent 1/4 des vents (en direction). Le vent de direction SE est appelé le Marin. Leur vitesse moyenne est nettement moins élevée que celle des vents de terre, en particulier dans le narbonnais. Ils peuvent toutefois souffler tout aussi violemment : lors d'une tempête de décembre 1997, ils ont atteint les vitesses extrêmes de 50 m/s au cap Leucate (pendant qu'ils soufflaient à 40m/s à Sète).

1.5 Secteur Pointe du Racou / Tech

La source de données la plus proche du site de l'étude est constituée par les mesures des vents au Cap Béar (figure 8 et 9). Les vents de terre représentent près de 75% des observations, ils correspondent pour l'essentiel à la tramontane qui provient du secteur 300 à 340 Nord (centré sur le NW). Les vents de mer représentent 25% des observations qui pour l'essentiel proviennent du secteur SE à S. Du point de vue de la répartition saisonnière, la tramontane représente, quelque soit la saison, au moins 60% des observations. Elle est cependant plus fréquente en automne et en hiver. C'est au printemps que la tramontane souffle le plus violemment. Les vents de mer sont plus fréquents en été (brise de mer) et au printemps. C'est en automne qu'ils sont les plus violents.

Azimuts	1 à 7 m/s	8 à 17 m/s	18 à 24 m/s	> 24 m/s	Total
20	6	2			8
40	5				7
60	5				6
80	5				5
100	5				6
120	26	12			39
140	35	20	1		57
160	31	23	1		55
180	28	17			46
200	14	6			21
220	10	3			13
240	3	1			6
260	2				2
280	10	4			14
300	94	86	23	7	210
320	115	135	39	10	299
340	29	36	13	3	82
360	15	10	1		26

FIG. 8 – Données de vent au Cap Béar (SMNLR).

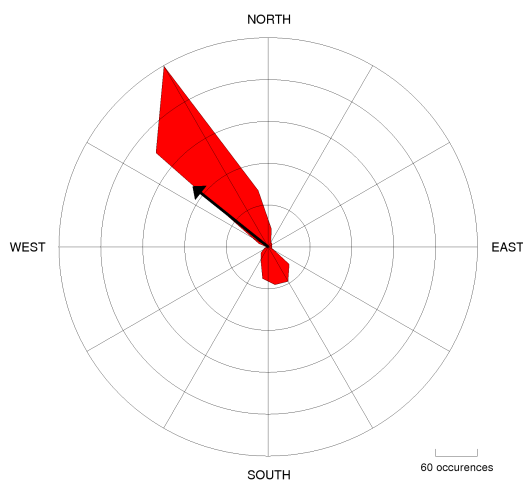


FIG. 9 – Rose des vents au cap Béar. Réalisée d'après les données du tableau 8

1.6 secteur Agly / Cap Leucate

La rose des vents à Cap Leucate (figures 10 et 11) montre que les vents du secteur NW (280-340 degrés) dominent en fréquence (55% des observations) et en intensité (29,2% sont supérieurs à 8 m/s). Ensuite ce sont les vents de secteur SE (100-160 degrés) qui prédominent avec 17,6% des observations (0,8% montre des vents supérieurs à 8 m/s). Au large, les vents de terre sont dominants parmi les vents supérieurs à force 8. On retrouve néanmoins un petit pic au niveau des vents de secteur E (figure 12 et 12).

Azimuts	2 à 4 m/s	5 à 8 m/s	> 8 m/s	Total
20	2.4	1.4	0.1	3.9
40	1.4	0.8	0.2	2.4
60	1.1	0.8	0.2	2.1
80	1.1	1.0	0.3	2.4
100	1.1	1.1	0.8	2.8
120	1.5	1.7	2.9	6.0
140	1.3	1.2	2.8	5.4
160	1.0	0.7	0.5	2.2
180	1.3	1.2	0.2	2.7
200	1.1	0.4	0.0	1.6
220	1.3	0.1	0.0	1.4
240	1.0	0.4	0.0	1.4
260	0.8	0.3	0.0	1.2
280	1.8	2.5	1.1	5.4
300	2.1	7.9	18.1	28.2
320	2.0	5.3	9.9	17.3
340	2.6	2.6	0.8	6.0
360	1.9	1.0	0.0	2.9
Total	26.8	30.5	38.0	95.3

FIG. 10 – Données de vent au Cap Leucate (SMNLR) sur la base de données de 1995 à 2002, avec 7 observation/jour.

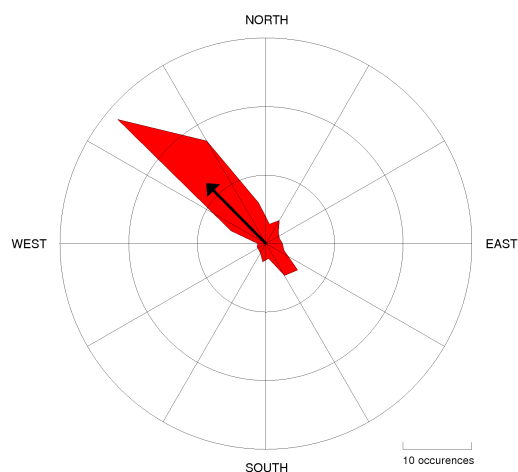


FIG. 11 – Rose des vents au Cap Leucate. Réalisée d'après les données du tableau 10.

Direction du vent	Vent > force 8
345-15	13.5
15 - 45	1.3
45 - 75	0.2
75 - 105	0.6
105 - 135	0.7
135 - 165	0.2
165 - 195	0.2
195 - 225	0.9
225 - 255	0.3
255 - 285	1.4
285 - 315	24.9
315 - 345	55.8

FIG. 12 – Tableau des fréquences relatives des vents < force 8 au large du système Agly Leucate, Golfe du Lion occidental

1.7 Secteur Orb-Aude

Les enregistrements à l'aérodrome de Vias (figure 13) montre que les vents de secteur W (240-320 degrés) dominent en fréquence (45,5% des observations) et en intensité (5,3% sont supérieurs à 8 m/s). Ensuite se sont les vents de secteur SE (100-160 degrés) qui prédominent avec 13,5% des observations. 1,2% des observations montrent des vitesses supérieurs à 8 m/s. Au large, les vents de terre sont dominants parmi les vents supérieurs à force 8. On retrouve néanmoins un petit pic au niveau des vents de secteur Est.

Azimuts	2 à 4 m/s	5 à 8 m/s	> 8 m/s	Total
20	4.0	0.9	0	4.9
40	2.8	1.1	0	4.0
60	2.0	1.4	0	3.4
80	1.5	1.5	0.1	3.1
100	1.4	2.2	0.5	4.0
120	1.3	2.2	0.4	3.9
140	1.7	1.0	0.2	2.8
160	2.1	0.9	0.1	3.0
180	1.4	0.5	0.0	2.0
200	0.9	0.1	0.0	1.1
220	1.3	0.2	0.0	1.5
240	3.2	1.6	0.1	4.8
260	6.7	4.7	0.8	12.2
280	5.8	4.6	1.4	12.9
300	3.5	4.5	1.8	9.7
320	2.3	3.2	1.1	5.6
340	2.3	0.9	0.2	3.4
360	2.6	0.3	0.0	2.9
Total	46.9	31.8	6.7	85.3

FIG. 13 – Tableau des vents mesurés à Vias

1.8 secteur Sète à Villeneuve Les Maguelone

Azimuts	2 à 4 m/s	5 à 8 m/s	> 8 m/s	Total
20	1.25	1.59	1.00	3.85
40	1.72	2.85	0.82	5.40
60	2.20	3.73	1.24	7.19
80	2.26	3.08	0.68	6.03
100	1.76	2.21	0.79	4.77
120	2.29	2.88	2.10	7.28
140	0.37	0.46	0.27	1.12
160	0.96	1.03	0.65	2.66
180	1.26	1.18	0.58	3.03
200	1.26	1.42	0.22	2.91
220	1.08	1.56	0.52	3.16
240	1.11	1.27	0.15	2.54
260	1.06	1.56	0.52	3.16
280	1.14	2.07	1.57	4.79
300	1.18	4.15	4.42	9.77
320	1.49	5.51	8.42	15.43
340	1.42	3.10	4.13	8.66
360	1.15	1.88	1.72	4.76
Total	25.06	41.64	29.59	96.29

FIG. 14 – Tableau des vents donnés à Sète

Un traitement de séries statistiques de vents de 1949 à 1998 enregistré à Sète permet de dégager une individualisation selon trois secteurs (figures 14 et 15) :

- Des flux de NW avec pour vent dominant la Tramontane (froid et sec de secteur 300 à 340). Ce vent violent représente 36% des observations à Sète avec une résultante orientée au NNW. Il peut atteindre 135 à 153 km/h lors des phénomènes paroxysmaux.
- Des flux de NE avec le Mistral (20 à 30) pouvant atteindre 100 km/h à Sète. Il représente 15% des vents de terre sur le secteur d'étude.
- Des flux de SE, dont le marin (120 à 140) représentent 15% des observations. Ce vent, chaud et humide, peut soulever des mers fortes en se conjuguant avec des houles venues du large, ce qui fût le cas lors de la tempête de novembre - décembre 1997 une vitesse de 44m/s est alors atteinte.

Les vents de terre sont constants sur l'ensemble de l'année climatique (50% des observations). Ces vents s'opposent au vent marin généralement plus faible en fréquence et en intensité.

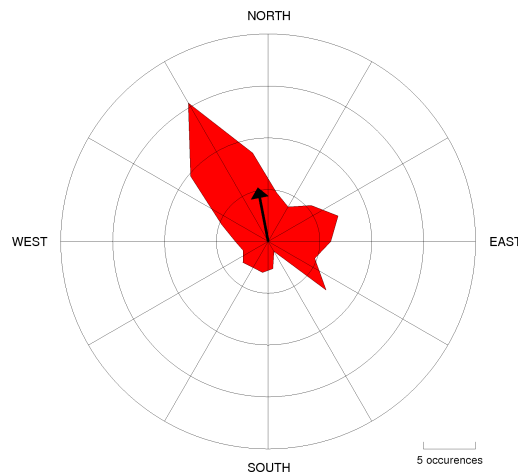


FIG. 15 – Rose des vents à Sète. Réalisée d'après les données du tableau 14.

2 Conditions de houle et agitation

2.1 secteur Tech et Pointe du Racou

La base de données utilisée est constituée par les observations des navires entre 1961 et 1980. Dans la zone prise en compte elle comprend 27565 observations mers de vents et houles confondues. Ont été prises en compte les données dont la direction de provenance est comprise entre N10 et N180, susceptibles d'affecter le littoral. Les autres données sont assimilées à des calmes. Les répartitions des hauteurs Hs toutes directions et périodes confondues sont données :

- 8,5% des agitations ont des hauteurs comprises entre 0,5 et 1m.
- 3,53% entre 1,5 et 2m.
- 1,06% entre 2,5 et 3m.
- 0,4% sont supérieures à 3,5m.

Les calmes sont de 86,8%, valeur obtenue en ajoutant les observations de Hs = 0,1m à celles assimilées à des calmes mentionnées plus haut. Les périodes d'agitation sont relativement courtes puisque 95% des observations avec Hs > 0,5m correspondent à des périodes inférieures à 6s. Les directions de propagation mettent en évidence des fréquences comprises entre 0,7 et 0,9% pour chacun des secteurs de 10 degrés compris entre N50 et N90, ainsi que des fréquences de 1,2 à 1,5% pour chacun des secteurs de 10 degrés compris entre N90 et N150.

2.2 Secteur de Leucate à Sète (centre golfe)

La houle du large provient du secteur E à SE. Son amplitude, sa période et sa longueur d'onde sont plus élevées que pour les houles engendrées par les vents de terre. Les houles du secteur E à SE sont relativement plus fréquentes au N qu'au S, car pour les houles engendrées par les vents continentaux, le fetch est trop court dans la partie septentrionale du Golfe du Lion. Le Catalogue Sédimentologique des Côtes Françaises fournit surtout les données à une extrémité de la zone, c'est à dire à Sète.

A Sète, les plans de vague dressés par la SOGREAH (1985) pour les houles dominantes du SE révèlent une dispersion de l'énergie des houles à la hauteur de la petite baie formée par la partie orientale de la plage de la Corniche, au pied du Mont St. Clair. Les houles de SE attaquent le rivage quasi frontalement. De Vias au Cap d'Agde, les phénomènes de convergence et de divergence sont liés aux changements fréquents d'orientation du rivage, qui sont marqués par une succession de petites baies et de pointes rocheuses. Sur le plan de vague dressé pour la direction dominante des houles (SE), on observe que le littoral entre la Redoute et Vias est plus exposé que les rivages situés plus à l'Est. On notera la convergence d'orthogonales des houles à la hauteur du Libron. A l'est de Vias, le phénomène de divergence l'emporte. On remarque également que la petite île du Brescou, près du Cap d'Agde, crée derrière elle une zone d'abri : elle provoque une diffraction des vagues qui s'amortissent en arrière par divergence. Seule la plage du grau d'Agde, près de l'embouchure de l'Hérault, voit une concentration de l'énergie des houles dans sa partie occidentale.

Mais ceci repose sur une détermination de l'hydrodynamique à la côte à partir de plans de vagues, donc de modélisations, et ne constitue pas une source telle que définie en tête de chapitre.

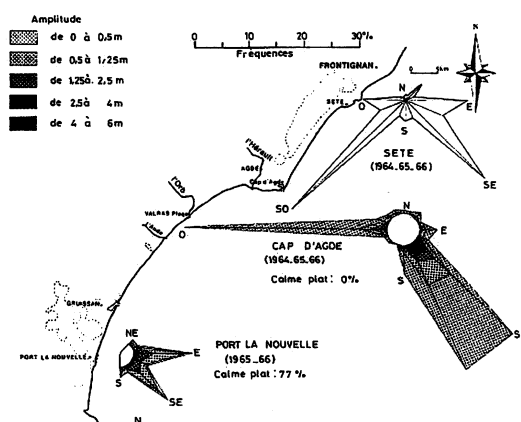


FIG. 16 – Rose des houles pré-littorales annuelles (LCHF, 1984). Sur le graphe, les houles sur le secteur Sète sont placées assez près de la côte, mais elles ne sont valables que pour la zone pré-littorale.

2.3 secteur Golfe d'Aigues-Mortes

Dans les rapports internes SMNLR, on parle d'agitation. Le secteur de provenance de l'agitation concernant le littoral du Golfe d'Aigues-Mortes est compris entre N85 et N265. Par secteur, la répartition de l'agitation montre que les agitations prépondérantes sont celles des secteurs E et SSE. Le découpage directionnel en trois secteurs d'intérêt a été déterminé en fonction de la climatologie des états de mer sur la zone du golfe qui sont globalement représentables en trois directions équivalentes : N135 (69%), N180 (17%) et N245 (14%). L'essentiel des périodes (74%) est compris entre 3s et 7s, gamme pour laquelle la hauteur des vagues est généralement inférieure à 1,5 à 2m (hauteur significative). Pour les périodes de plus de 7s, les hauteurs significatives sont en majorité supérieures à 2m.