

Analyse de la tempête marine du 4 décembre 2003

décembre 2003



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ministère
de l'Équipement
des Transports
et du Logement

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
22/12/2003	P-Y VALANTIN	

Affaire suivie par

Pierre-Yves VALANTIN - SLE/ALE
tél. 04-99-61-47-62 - fax 04-99-61-47-51
mél. pierre-yves.valantin@equipement.gouv.fr

Sommaire

I) INTRODUCTION.....	4
II) DESCRIPTION GENERALE	4
III) DONNEES METEOROLOGIQUES	5
III-1) LES VENTS.....	5
III-1-1) Les vents maximum	5
III-1-2) Les vents horaires	6
III-2) LA PRESSION BAROMETRIQUE.....	6
IV) DONNEES MARINES.....	7
IV-1) LA HOULE.....	7
IV-2) LES NIVEAUX MARINS	9
V) ANALYSE DE L'EVENEMENT	11
VI) CONSEQUENCES SUR LE LITTORAL.....	12

I) Introduction

Le Sud-Est de la France a connu un épisode important de précipitations et d'inondations entre le 1^{er} et le 5 décembre 2003. La région Languedoc-Roussillon a été particulièrement touchée les 3 et 4 décembre.

L'épisode a commencé dans la nuit du 2 au 3 décembre par de fortes précipitations sur l'Hérault et le Gard qui se sont prolongées le 3 puis ont continué sur l'Aude et les Pyrénées-Orientales durant la nuit du 3 au 4 décembre. Ces pluies ont entraîné des crues et des inondations essentiellement dans la région de Montpellier et dans la vallée de l'Hérault.

Un fort coup de mer s'est produit le 4 décembre au matin. Le présent rapport tente d'expliquer et de caractériser cet événement notamment en le comparant aux tempêtes des 12-13 novembre 1999 et 16-18 décembre 1997. Il prend en compte les observations réalisées en Languedoc-Roussillon:

- par METEO France,
- par le Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon,
- et par le laboratoire Arago de Banyuls.

Remarques importantes:

- *Ce rapport a été réalisé à la demande des préfetures, très rapidement après l'événement. Il se base uniquement sur les données et témoignages qui ont pu être récoltés à ce jour.*
- *Les données de ce rapport sont des données non critiquées Une étude plus approfondie sera nécessaire pour les valider. Elles permettent cependant de décrire correctement l'événement.*
- *Dans ce rapport les heures sont données en heures locales (TU+1).*

II) Description générale

La tempête a débuté dans la nuit du 3 au 4 décembre pour atteindre son paroxysme vers 7 heures le 4 décembre. Elle s'est ensuite rapidement calmée pour revenir à la normale dans la soirée. Ce fut donc un phénomène relativement court.

Le secteur concerné est celui du Golfe du Lion, de l'embouchure du Rhône au Cap Creus en Espagne. Une houle de l'ordre de 5,70 m de hauteur significative^a a été enregistrée à Sète et de 8,33 m à Banyuls. Elle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen relativement normale pour la saison.

Cet épisode marin a pu aggraver la situation des inondations aux débouchés des fleuves dans le département de l'Hérault comme le montre la photo ci-dessous:

^a Hauteur significative de la houle (H1/3) : hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes.



Ressaut hydraulique a l'embouchure de l'Hérault le 4 décembre 2003 à 12h

III) Données météorologiques

III-1) Les vents

Ces données sont fournies par Météo-France. Sont successivement présentés pour les journées du 1^{er} au 5 décembre :

- les vents maximum journaliers sous forme de tableau pour l'ensemble des sites de la côte (Annexe.1).
- les vents horaires (Annexe.2). Ces valeurs sont des moyennes sur 10 mn d'enregistrement présentés sous forme de graphiques pour chacun des sites.

III-1-1) Les vents maximum

Les valeurs extrêmes des vents maximum font apparaître des vents d'Est dépassant les 100 km/h en rafales :

- 140 km/h à Leucate,
- 122 km/h à Port-Vendres,
- 115 km/h à Sète,
- 104 km/h à Portiragnes,
- 100 km/h aux Saintes-Maries de la Mer.
- 86,4 km/h à la Grande Motte

Le tableau ci-dessous rappelle à titre indicatif les vents maximum enregistrés à ces mêmes stations en novembre 1999 et décembre 1997

Station	12-13 novembre 1999	16-18 décembre 1997
Port-Vendres	144 km/h	158 km/h
Cap Leucate	140 km/h	180 km/h
Sète	108 km/h	133 km/h
La Grande Motte		158 km/h

III-1-2) Les vents horaires

Du 1^{er} au 4 décembre, le vent est resté modéré (<40 km/h) et orienté :

- essentiellement de Nord à Ouest sur le secteur de Port-Vendres à Portiragnes
- essentiellement de Nord à Est sur le secteur de Sète aux Saintes-Maries de la Mer

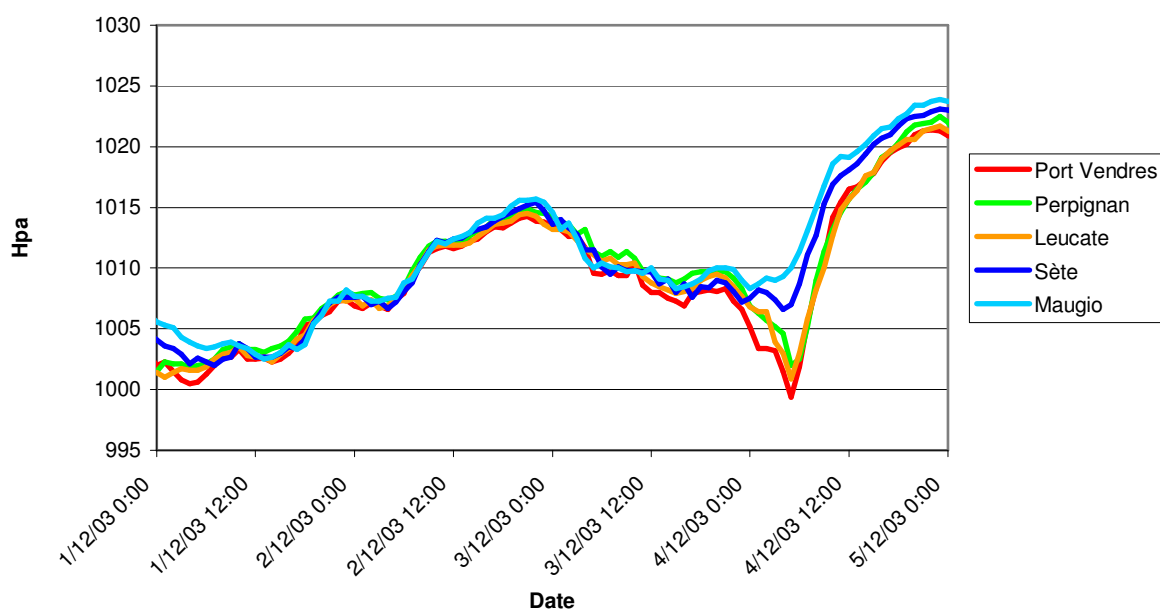
Le 4 décembre entre 3 et 12 heures, toutes les stations enregistrent un brusque changement de direction du vent avec un passage au secteur Est à Sud-Est et un rapide renforcement pour atteindre des valeurs de 50 à 70 km/h voire 104 km/h à Leucate et 83 km/h à Port-Vendres.

A partir de midi, le vent perd rapidement de sa force en restant orienté au Sud sur le secteur de Port-Vendres à Portiragnes et en revenant progressivement au Nord sur le secteur de Sète aux Saintes-Maries.

III-2) **La pression barométrique**

Pendant tout l'épisode et en tous points de la côte, les pressions sont restées relativement élevées (>1000 Hpa). A partir du 4 décembre à 0 heures, les pressions sur le Sud de la zone s'abaissent plus que sur le Nord.

Evolution de la pression ramenée au niveau de la mer



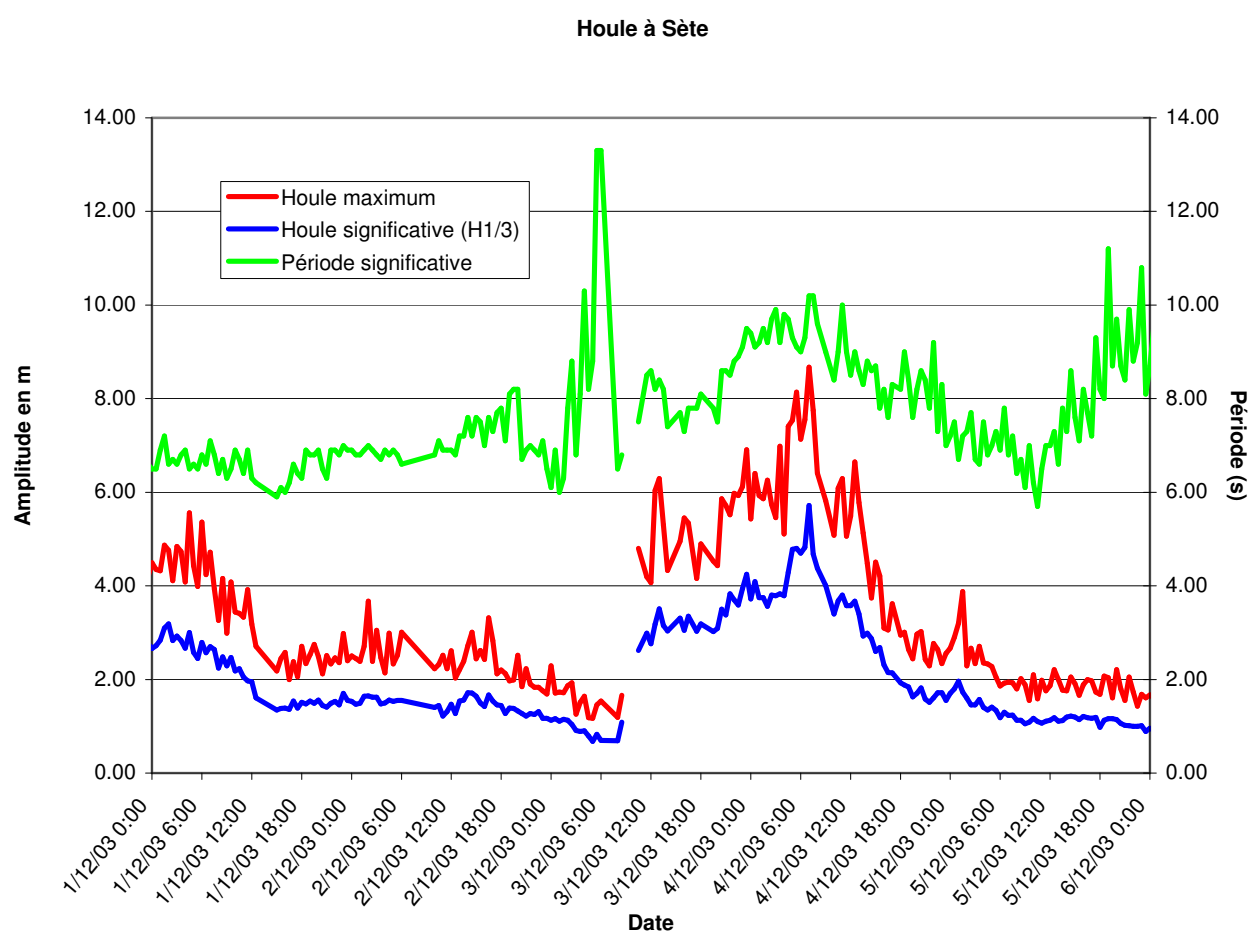
IV) Données marines

IV-1) La houle

Ces données ont été recueillies par:

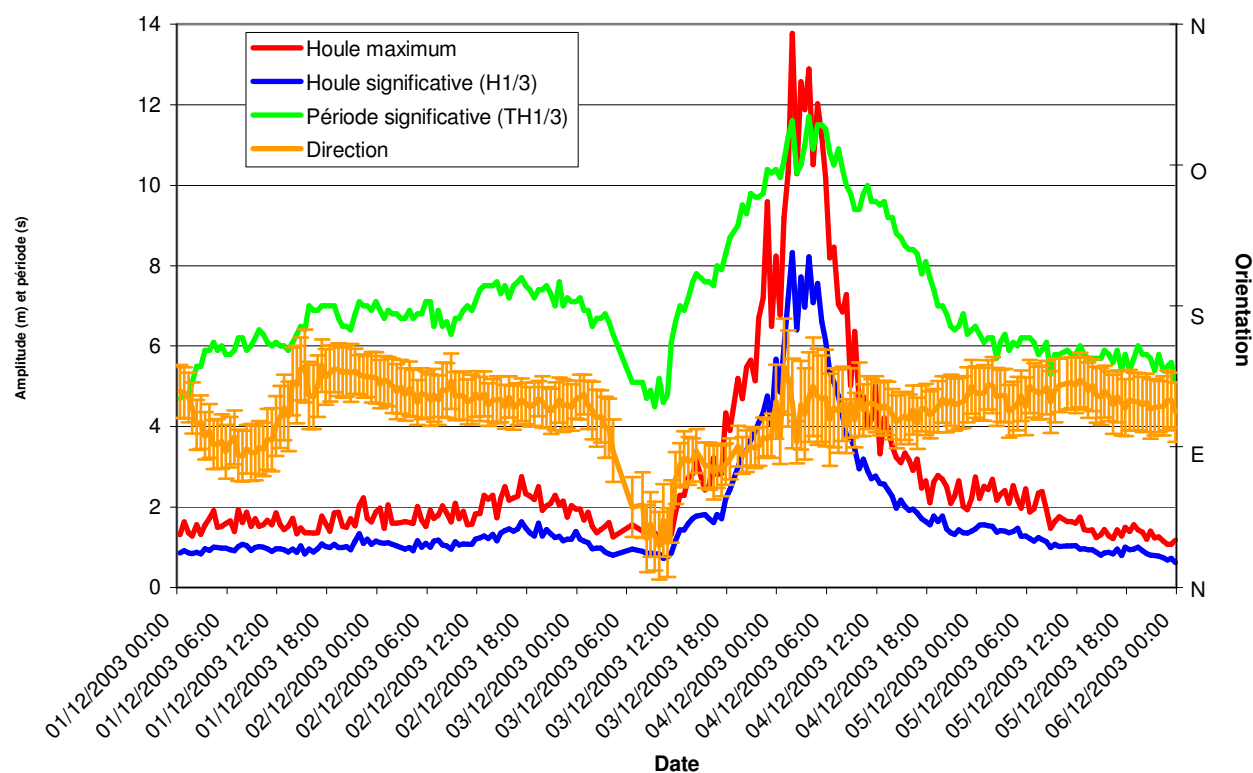
- un houlographe non directionnel situé à Sète par 30 m de fond géré par le Service maritime et de navigation du Languedoc-Roussillon.
- un houlographe directionnel à Banyuls mouillé par 52 m de fond (à la position 42°29.330' N, 3°10.073' E WGS84) géré par le laboratoire Arago.

Les graphiques ci dessous présentent les houles maximum, significatives^a et moyennes. Ces paramètres sont calculés à partir de mesures réalisées pendant 20 minutes toutes les demi-heures.



^a Hauteur significative de la houle (H1/3) : hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes.

Houle à Banyuls



Comme pour le vent, l'épisode a débuté dans la nuit du 3 au 4 décembre pour s'achever le 4 en fin de journée. Il a duré un peu moins longtemps sur Sète que sur Banyuls.

Les valeurs extrêmes enregistrées sont à comparer avec celles de 1997 et 1999:

		4 décembre 2003	12-13 novembre 1999	16-18 décembre 1997
Banyuls	Houle significative	8.33 m	>6.76 m (une mesure à 9.41m qui semble critiquable)	
	Période significative (au maximum d'amplitude)	11.7 s	9.68 s	
	Houle maximum	13.78 m		
Sète	Houle significative	5.72 m	5.26 m	6.98 m
	Période significative (au maximum d'amplitude)	10.2 s	8.85 s	10.37 s
	Houle maximum	8.67 m	9.94 m	10.81 m (une mesure à 16 m qui semble critiquable)

Remarques importantes:

- En 1997 et 1999 le houlographe de Sète était situé au droit de Marseillan. Le nouvel emplacement a été choisi de façon à pouvoir assurer la continuité des mesures
- En 1999 Le houlographe de Banyuls était situé par 27 m de profondeur aux coordonnées suivantes 42°26.357' N et 3°8.645' E (WGS84)

La différence essentielle avec les événements de 1999 et 1997 reste la durée du phénomène (moins de 24h).

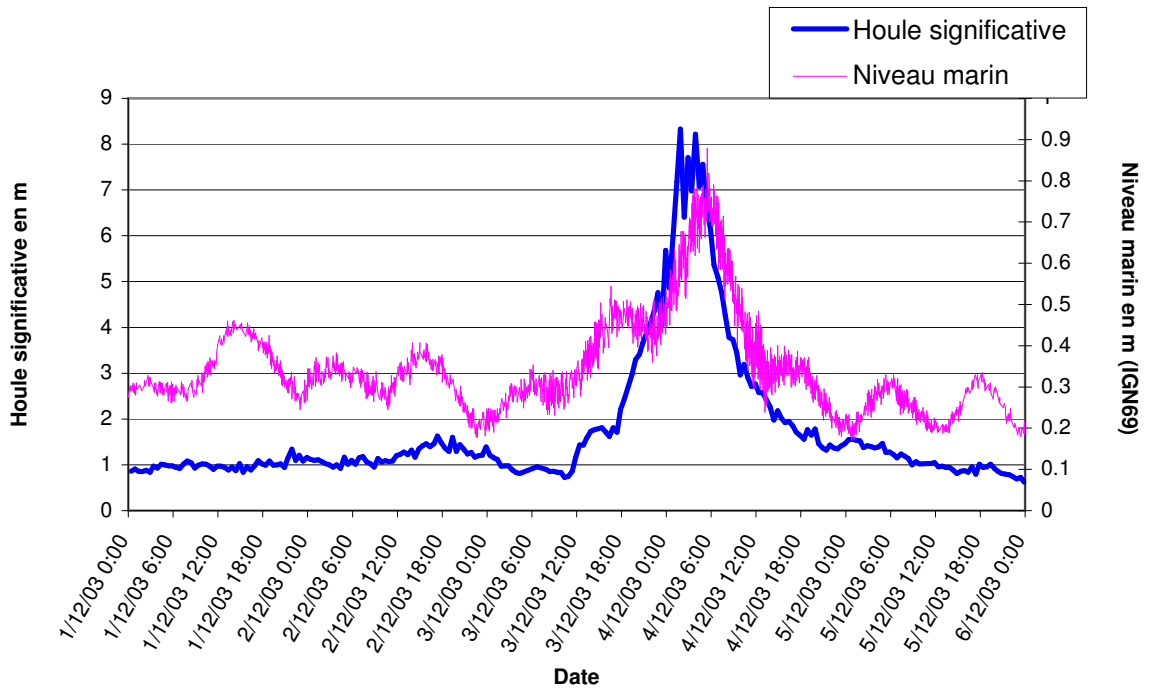
IV-2) Les niveaux marins

Ces données proviennent des marégraphes :

- de Port-Vendres, appartenant au Conseil Général des Pyrénées-Orientales et géré par le SMNLR
- de Sète appartenant au SMNLR



Houle à Banyuls et niveau marin à Port-Vendres



Les niveaux observés par les marégraphes ne sont pas exceptionnels pour cette période de l'année. Le maximum a été enregistré autour de 0.85 m IGN69 vers 7 heures à Sète et autour de 0.87 m IGN69 à 5h30 à Port-Vendres. En revanche des mesures basées sur des témoignages visuels dans les Pyrénées-Orientales sont relativement élevées elles seraient proches des mesures visuelles de 1997. Pour mémoire, le tableau ci-dessous présente les hauteurs mesurées en 1999 et 1997:

	4/12/2003	12-13/11/1999	16-18/12/1997
Sète (marégraphe)	0.85 m IGN69	0.75 m IGN69	1.06 m IGN69
Port Barcarès (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.20 m ^a		1.2 m
Port de Canet (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.25 m ^b		1.2 à 1.3 m
Port de Saint-Cyprien (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.30 m ^c		1.45 m
Port d'Argelès (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.30 m ^d		1.5 m
Port-Vendres (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.50 m ^e	1.30 m	1.7 m
Port-Vendres (marégraphe)	0.87 m IGN69		

^a constaté par M Rault directeur du Port au niveau de l'échelle placée sous le pont mobile

^b constaté par M Bonafos directeur du Port : environ 25 cm par rapport aux quais (quai de la capitainerie) eux-mêmes situés à +1m

^c constaté par M Isodoro, Maître de port : environ 30 cm par rapport aux quais (quai de l'UDSIST) eux-mêmes situés à +1m

^d constaté par M Bigou directeur du Port : environ 30 cm par rapport aux quais (quai de la capitainerie) eux-mêmes situés à +1m

^e quais intérieurs (situés à +1,50m) noyés constaté par M Guillet Commandant du port

La divergence entre les relevés des marégraphes et les mesures visuelles peuvent s'expliquer par plusieurs hypothèses:

- une erreur de calage altimétrique ou un dysfonctionnement des marégraphes: ceci semble probable car les deux marégraphes ont été calés indépendamment l'un de l'autre et sur l'ensemble de la période d'exploitation, leurs données correspondent parfaitement. Il faudrait donc soit une double erreur de calage soit un dysfonctionnement identique des deux marégraphes. Ceci est très peu probable.
- une erreur de calage ou un calage dans un système altimétrique différent (Lallemand, ancien NGF, Z hydro) des repères visuels: après vérification, cette hypothèse ne peut pas être retenue.
- la prise en compte par les observateurs d'un phénomène ignoré par les marégraphes (effet de la houle, gonflement du au déferlement...): cette hypothèse pourra être vérifiée par un entretien avec les différents observateurs.

En tout état de cause, ces observations visuelles restent intéressantes car elles semblent avoir été faites de la même façon en 2003 et en 1997. Leur comparaison reste donc opportune. Il faut noter les niveaux exceptionnels (inférieurs de 20 cm à 1997 dans le Sud du département et identiques dans le Nord) observés dans les Pyrénées-Orientales.

V) Analyse de l'événement

Il n'existe pas de d'analyse fréquentielle des houles validée pour le site de Banyuls. En revanche à Sète, cette analyse a été réalisée par le CETMEF en avril 1998. Elle indique:

- houle annuelle : 4.63 m (intervalle de confiance à 70%: 4.43 m à 4.87 m)
- houle décennale : 6.09 m (intervalle de confiance à 70%: 5.78 m à 6.46 m)
- houle cinquantennale : 6.93 m (intervalle de confiance à 70%: 6.56 m à 7.37 m)

La houle observée à Sète est donc légèrement inférieure à la décennale. En terme d'amplitude, cet événement se situe donc entre 1999 et 1997.

Les houles observées à Banyuls sont plus fortes que celles de Sète. Cela s'explique certainement en partie par la différence de configuration des fonds entre les deux sites (pentes beaucoup plus importantes à Banyuls qu'à Sète). Il est impossible aujourd'hui de dire si la période de retour est la même pour les deux sites. Néanmoins la différence de houle significative entre 1999 et 2003 est beaucoup plus importante à Banyuls qu'à Sète.

Comme en 1997, l'évolution des périodes significatives suit celle de la houle significative. Ce n'était pas le cas en 1999 où la période est restée constante autour de 8 s pendant tout l'événement.

La caractéristique principale de cet événement par rapport aux tempêtes précédentes reste sa faible durée. Elle s'explique par l'action du vent qui a pris une direction défavorable et une forte intensité pendant moins de 24 heures le 4 décembre. De plus, les pressions relativement élevées et les vents de terre les 2 et 3 décembre ont maintenu le plan d'eau relativement bas ce qui a limité sa montée pendant l'épisode.

Cette courte durée et la faiblesse des niveaux marins ont certainement contribué à limiter les effets de ce coup de mer.

VI) Conséquences sur le littoral

On peut penser que les dégâts causés par cette tempête comme par exemple sur la commune de Valras (cf. photos ci-dessous) s'expliquent plus par la succession de coups de mer observés depuis mi-octobre que par l'importance de la seule tempête du 4 décembre.



Valras le 17/11/2003



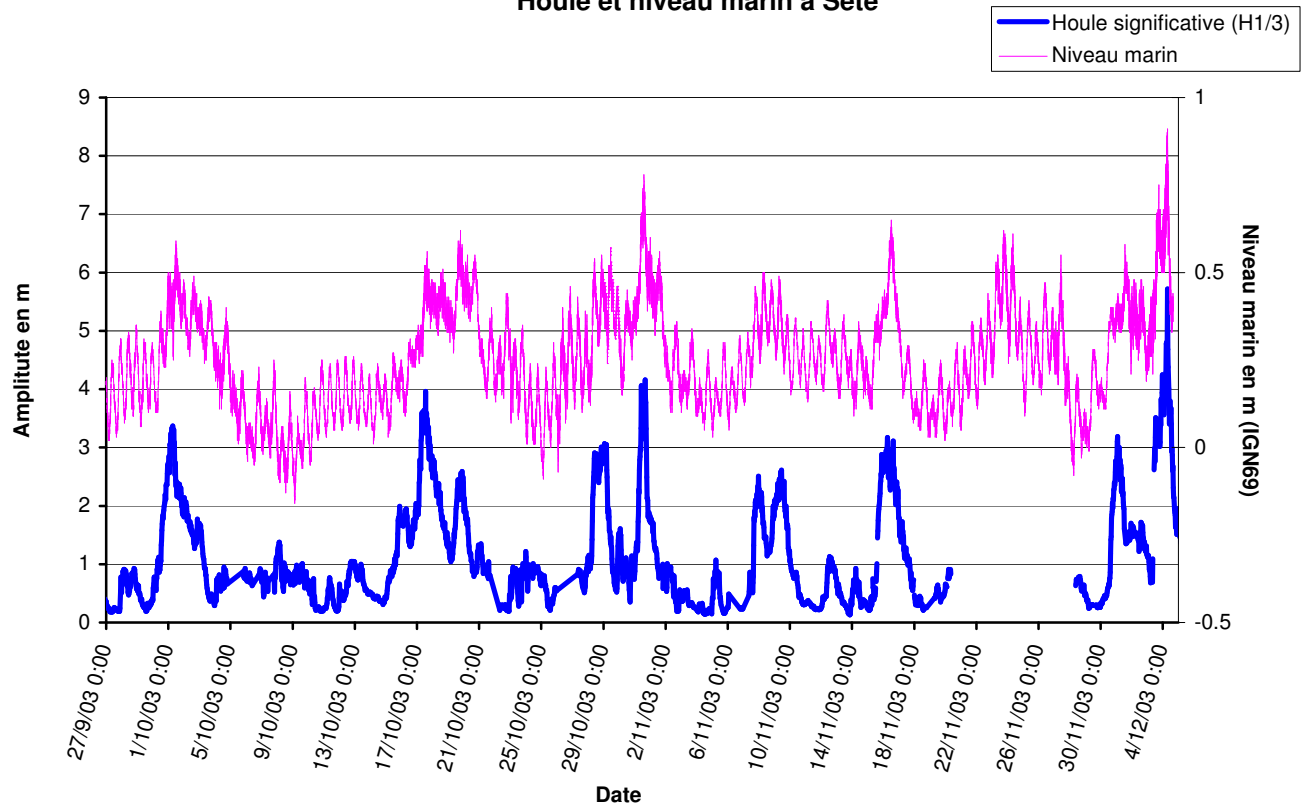
Valras le 25/11/2003



Commune de Valras le 4 décembre 2003 à 12h (heure locale)

Le graphique ci-dessous présente les niveaux marins et les houles enregistrés à Sète depuis le 27 septembre 2003.

Houle et niveau marin à Sète



Le littoral Nord du Golfe du Lion a donc subi un coup de mer tous les quinze jours environ depuis le 1^{er} octobre. Même s'ils ont tous été inférieurs à la tempête annuelle, leur succession rapprochée n'a pas laissé le temps de retrouver un profil d'équilibre des plages. Les épisodes des 17 et 31 octobre ont été nocifs en particulier sur les secteurs de Valras et du Grau du Roi. Cet historique explique en grande partie les dégâts observés sur le littoral de l'Hérault et du Gard.

En ce qui concerne les Pyrénées-Orientales et l'Aude, nous ne disposons pas à ce jour de la même chronologie de houle. Il n'est donc pas possible de faire une analyse fréquentielle. A Sète, une houle significative de 8 m serait cinquantennale. Même si cette analyse fréquentielle ne peut pas s'appliquer à Banyuls, il est certain que des houles de cette amplitude n'ont jamais été observées sur le littoral Languedoc-Roussillon. On peut estimer que pour cette tempête, largement plus forte que celle de 1999, les dégâts observés dans les Pyrénées-Orientales et l'Aude s'expliquent par l'amplitude exceptionnelle des vagues et la hauteur du plan d'eau (dépassée seulement en 1997).

Un complément d'information (vérification des témoignages visuels) devra donc être apportée pour la partie Sud du Golfe du Lion

ANNEXES

Annexe.1. Vents maximum

Date	Port-Vendres		Perpignan		Toreilles		Leucate		Narbonne		Portiragnes		Sète		Mauguio		La Grande Motte		Saintes Maries de la mer	
	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax
30-nov-03	210	100,8	180	50,4	180	61,2	180	72	150	50,4	140	68,4	130	64,8	130	64,8	120	64,8	120	75,6
01-déc-03	180	93,6	130	32,4	160	54	190	79,2	270	50,4	130	54	160	72	140	64,8	160	57,6	120	72
02-déc-03	320	32,4	220	14,4	240	14,4	340	28,8	260	28,8	40	25,2	40	32,4	180	28,8	240	46,8	180	43,2
03-déc-03	330	90			300	39,6	320	61,2	260	61,2	260	50,4	100	72	80	93,6	120	86,4	100	90
04-déc-03	80	122,4			80	93,6	90	140,4	70	93,6	80	104,4	110	115,2	90	82,8	100	75,6	80	100,8
05-déc-03					120	25,2	150	68,4	110	50,4	90	32,4	50	32,4	40	36	40	25,2	60	25,2
06-déc-03			30	25,2	20	25,2	90	50,4	270	28,8	50	21,6	20	32,4	30	21,6	20	25,2	360	32,4
07-déc-03	140	82,8	120	46,8	120	50,4	0	0	130	57,6	140	64,8	110	75,6	40	36	40	36	120	75,6

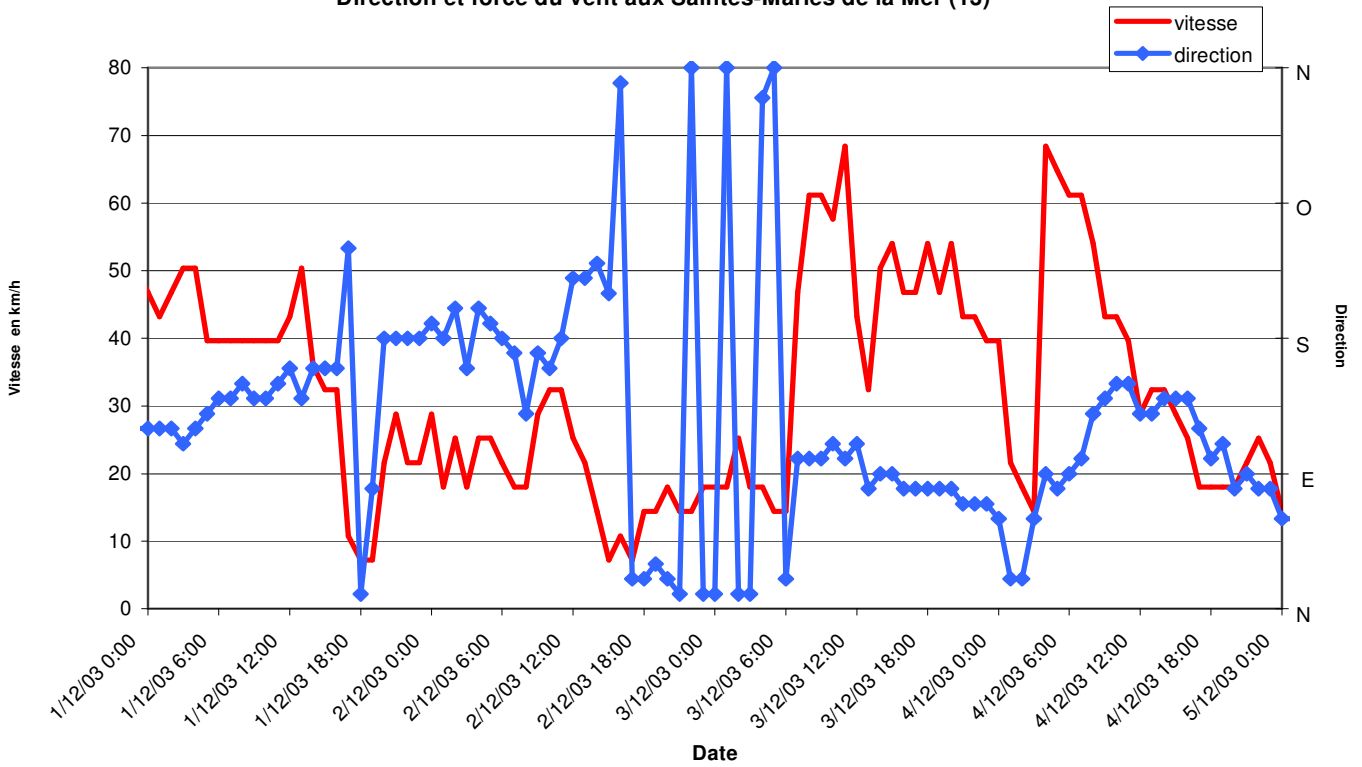
Ces données correspondent aux maximum vents instantanés enregistrés.

Vmax : vitesse maximum du vent enregistrée en km/h

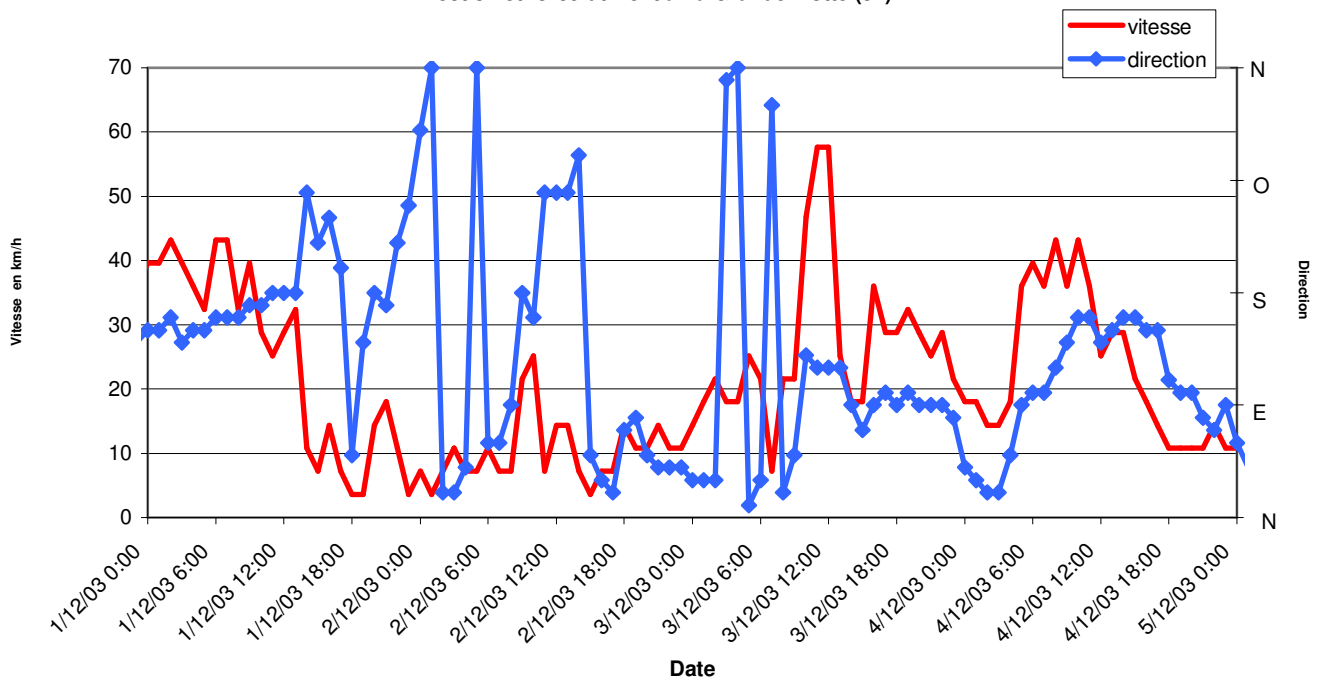
Dmax : Direction en degrés du maximum de vent (0 correspond à un vent de Nord, 90 à un vent d'Est)

Annexe.2. Vents horaires

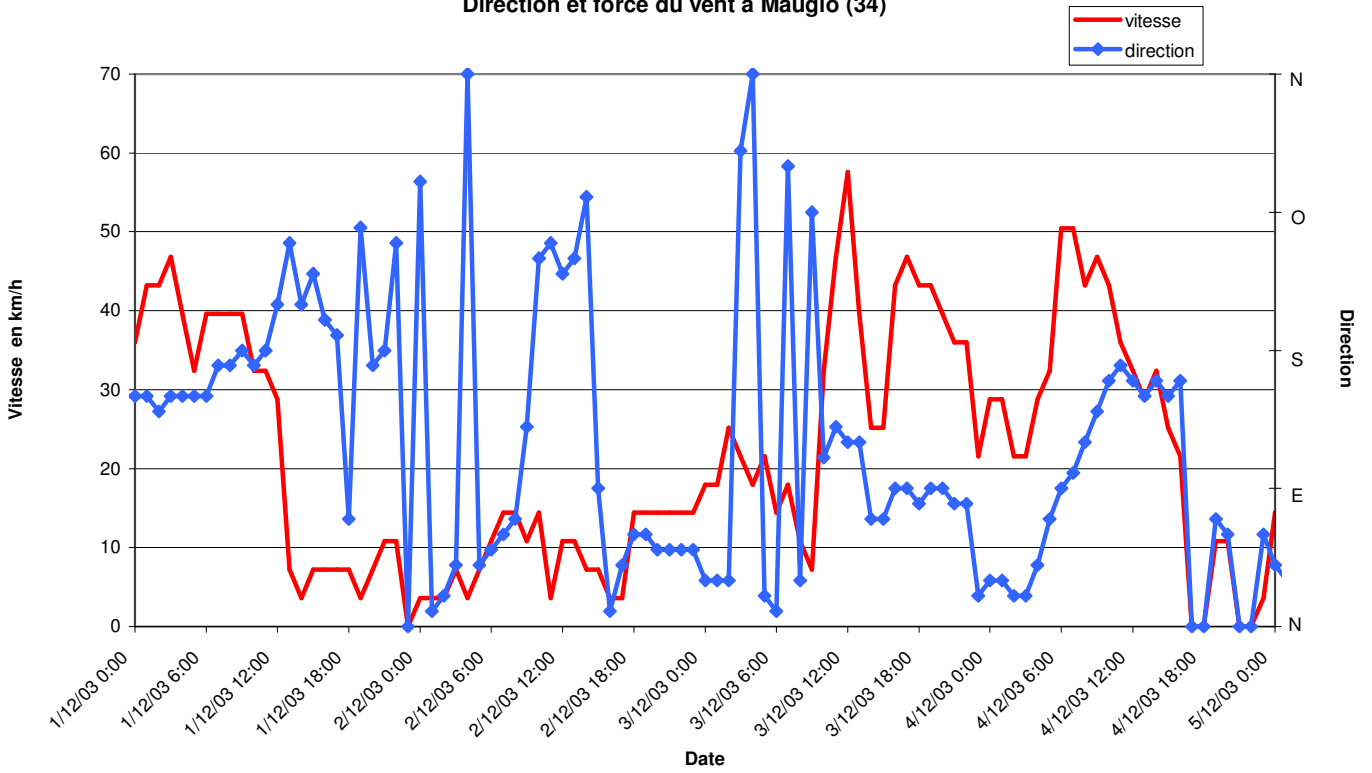
Direction et force du vent aux Saintes-Maries de la Mer (13)



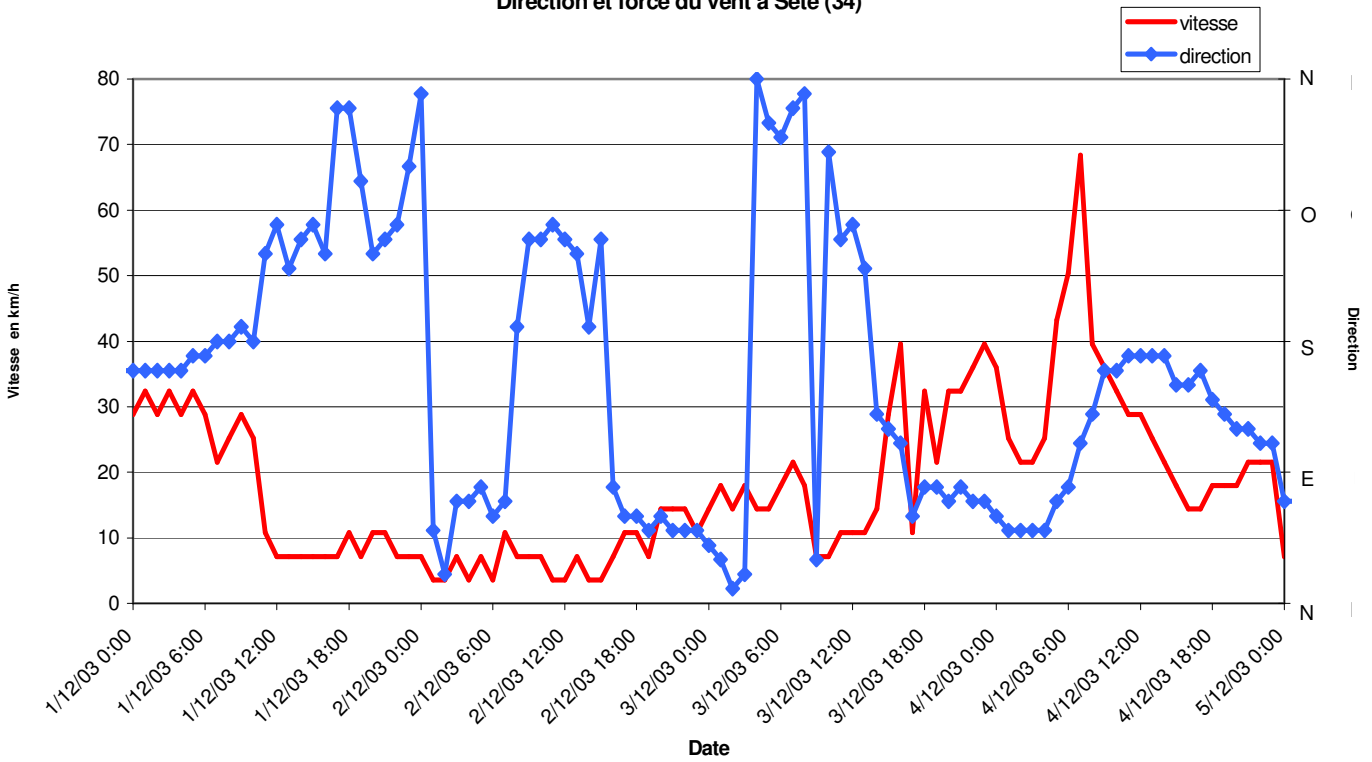
Direction et force du vent à La Grande Motte (34)

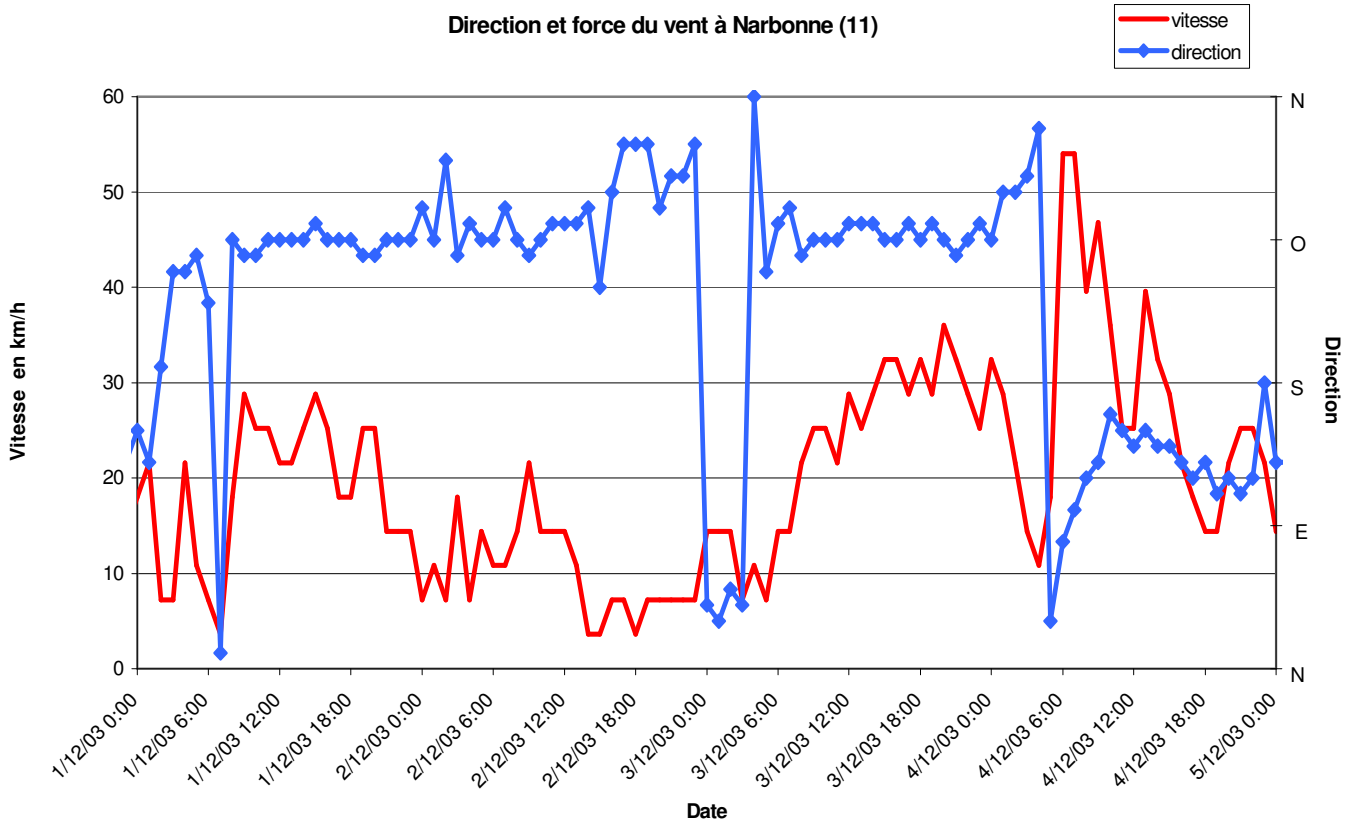
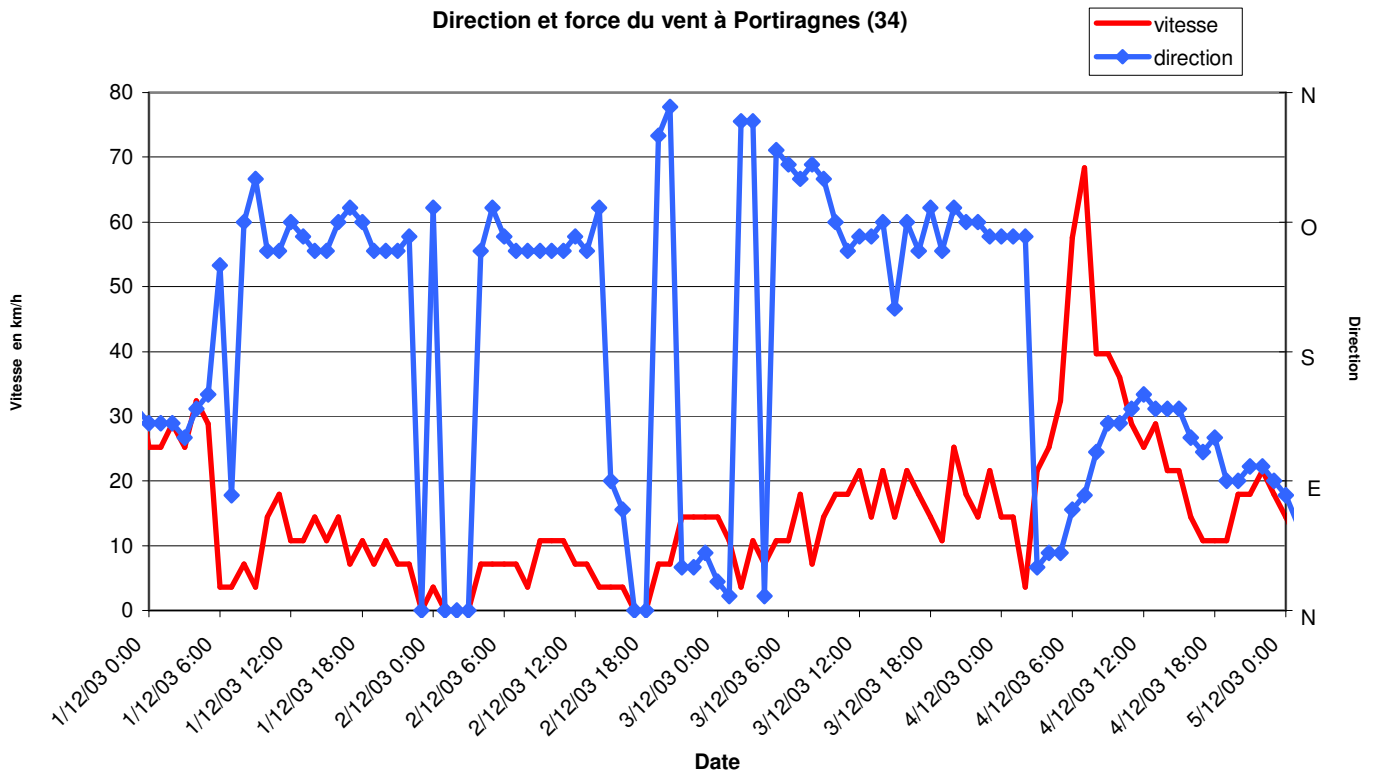


Direction et force du vent à Maugio (34)

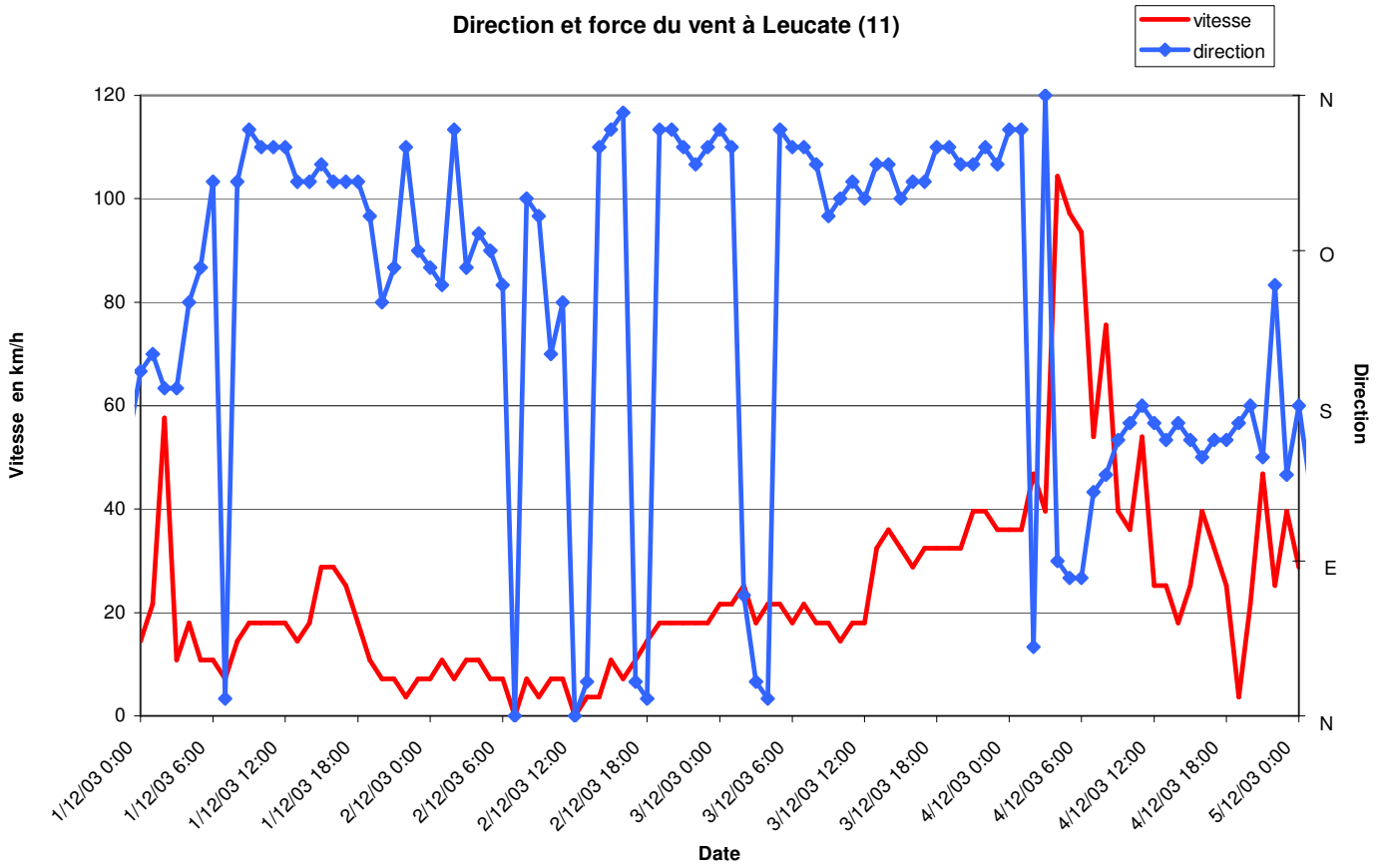


Direction et force du vent à Sete (34)

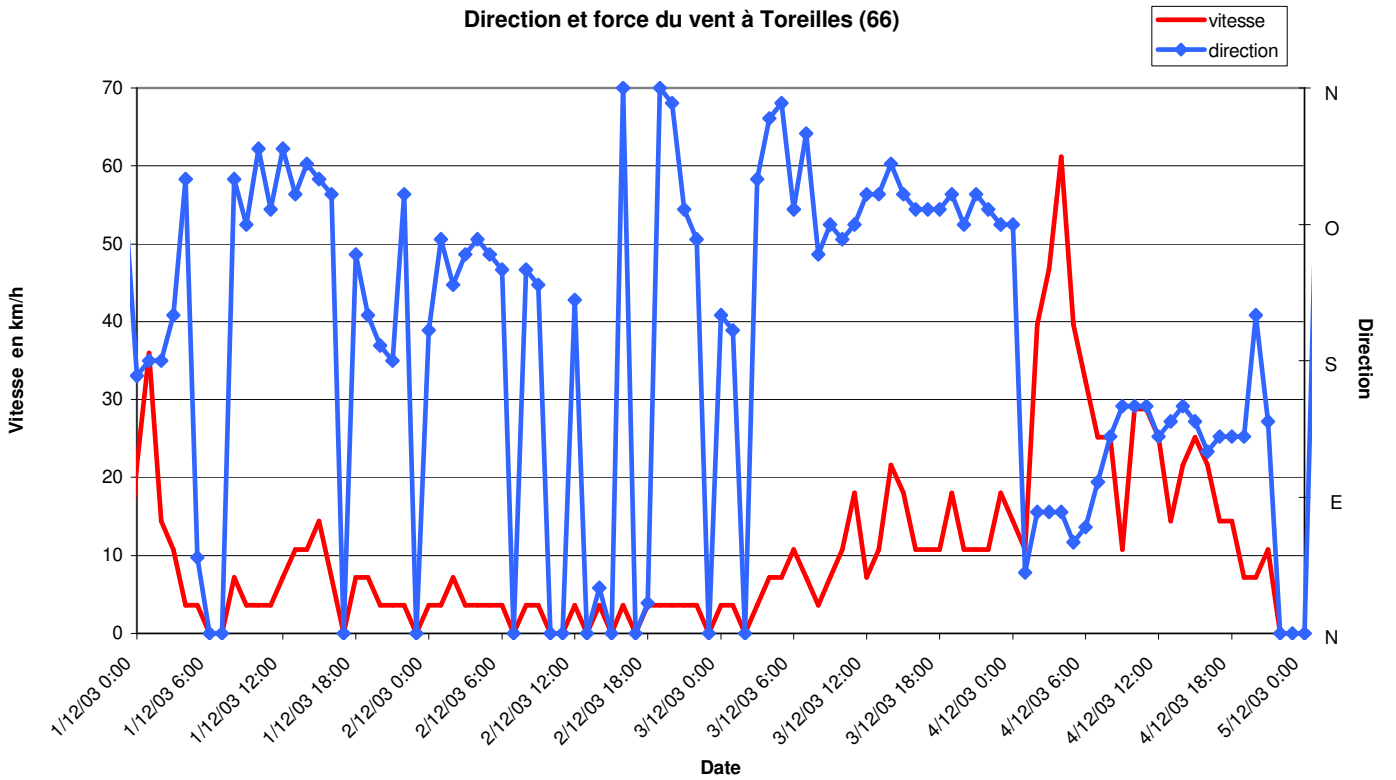




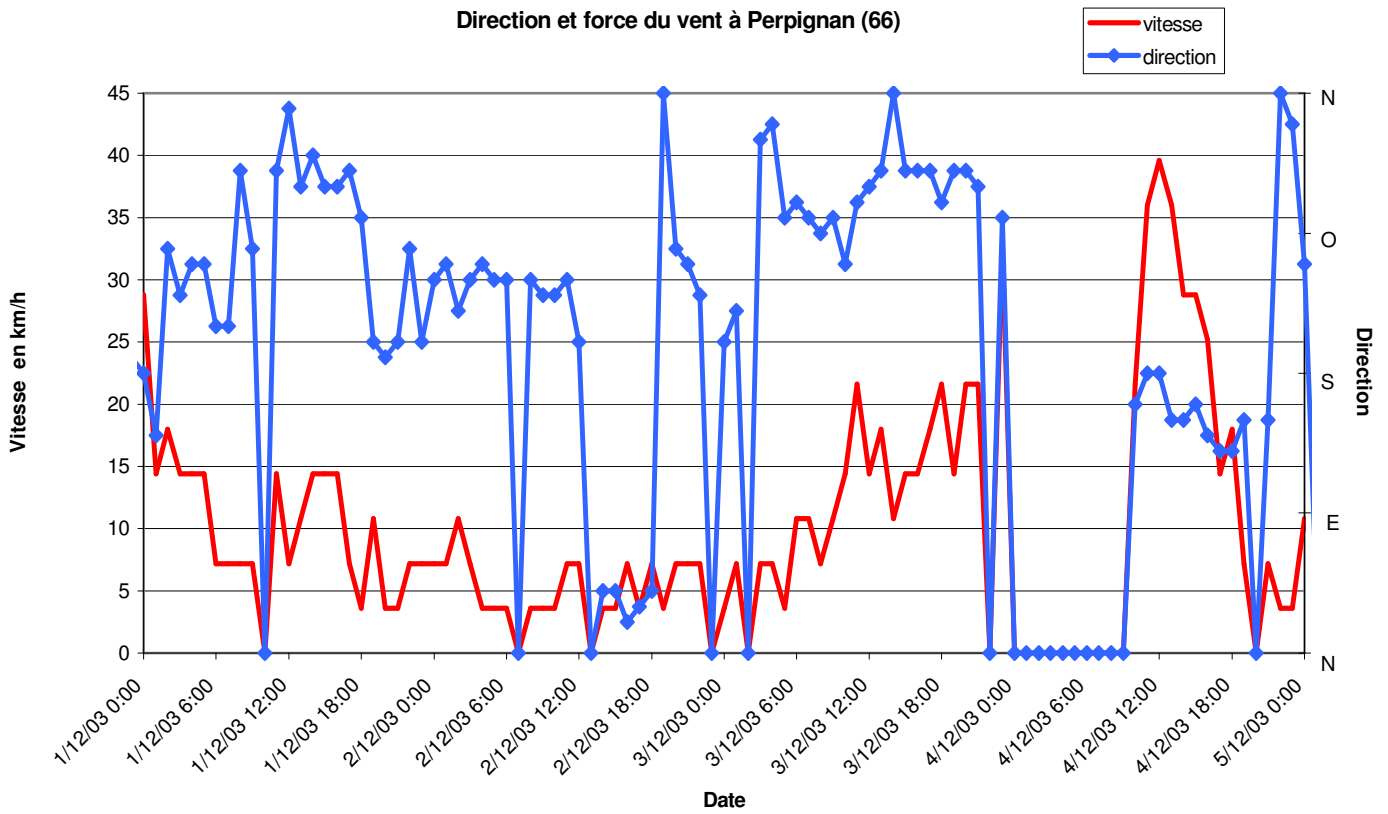
Direction et force du vent à Leucate (11)



Direction et force du vent à Toreilles (66)



Direction et force du vent à Perpignan (66)



Direction et force du vent à Port-Vendres (66)

