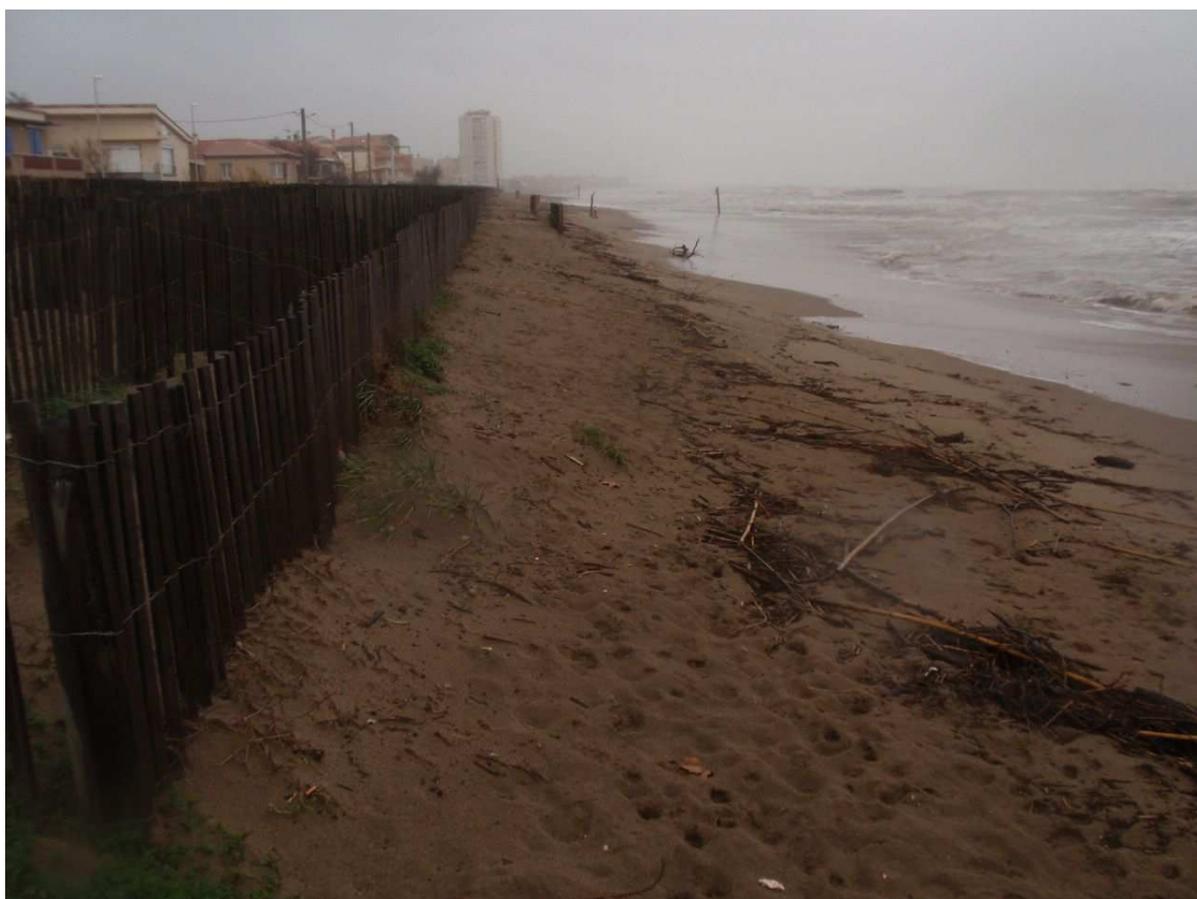




# Analyse de la tempête marine sur le littoral Languedoc- Roussillon du 12 au 16 mars 2011



VALRAS ( vue vers l'Est de la plage des Mouettes) le 15 mars 2011 (DDTM 34)

DIRECTION REGIONALE DE L' ENVIRONNEMENT,  
DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT  
LANGUEDOC-ROUSSILLON

## Contacts

---

Bénédicte GUERINEL – DREAL Languedoc-Roussillon  
Service Risques Naturels et Technologiques  
Unité Dynamique Sédimentaire et Aléas côtiers  
tél. 04-34-46-67-03 fax 04-34-46-67-36  
mél. [benedicte.guerinel@developpement-durable.gouv.fr](mailto:benedicte.guerinel@developpement-durable.gouv.fr)

Catherine GARCIA - DREAL Languedoc-Roussillon  
Service Risques Naturels et Technologiques  
Unité Dynamique Sédimentaire et Aléas côtiers  
tél. 04-34-46-67-29 fax 04-34-46-67-36  
mél. [catherine.garcia@developpement-durable.gouv.fr](mailto:catherine.garcia@developpement-durable.gouv.fr)

# Sommaire

---

<b>I)</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>II)</b>	<b>DESCRIPTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>4</b>
<b>III)</b>	<b>LES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES.....</b>	<b>5</b>
III.1)	LE VENT.....	5
III.2)	LA PRESSION BAROMÉTRIQUE.....	6
<b>IV)</b>	<b>LES DONNÉES MARINES.....</b>	<b>7</b>
IV.1)	LA HOULE.....	7
IV.2)	LES NIVEAUX MARINS.....	16
IV.2.1)	Les mesures numériques.....	16
IV.2.2)	La surcote.....	18
<b>V)</b>	<b>ANALYSE DE L'ÉVÉNEMENT .....</b>	<b>27</b>
<b>VI)</b>	<b>DOCUMENTS PHOTOGRAPHIQUES .....</b>	<b>28</b>

## I ) Introduction

Le Languedoc Roussillon a subi du 12 au 16 mars 2011 un épisode météorologique marquant avec une baisse du champ de pression, des vents très forts de secteur Est à Sud Est, des vagues à dominante Est Sud Est et des précipitations importantes sur le littoral et l'arrière pays, notamment au pied des Cévennes.

Le présent rapport tente de caractériser cet événement notamment en le comparant aux dernières tempêtes connues pour lesquelles on dispose de données à l'échelle du littoral régional. Ont ainsi été utilisées les tempêtes qui ont fait l'objet de déclaration CATNAT : tempêtes de décembre 1997, novembre 1999, décembre 2003 et décembre 2008. On a aussi associé certains événements récents plus modestes pour enrichir la comparaison : novembre 2007, janvier 2008, octobre 2009, janvier et octobre 2010

Il prend en compte les observations et données réalisées en Languedoc-Roussillon par :

- Météo France ;
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Languedoc-Roussillon ;

et les documents photographiques réalisés par les Directions Départementales des Territoires et de la Mer de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales.

### **Remarques importantes:**

- *Ce rapport a été réalisé 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 avec les données disponibles.*
- *Dans ce rapport les heures sont données en heure TU (heure locale =TU+1).*

## II ) Description générale

Du 12 au 16 mars 2011, le Languedoc-Roussillon a subi deux chutes successives de la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer. Dès le 11 mars 2011 fin de matinée et jusque dans la nuit du 12 au 13 mars, on note une 1<sup>ère</sup> baisse progressive de la pression. Cette dépression est accompagnée de vents force 4 à 5, essentiellement Sud Est, et de fortes pluies.

Le 14 mars matin la pression remonte progressivement et atteint des valeurs >1010 Hpa aux environs de 10h00. En début d'après-midi, 2<sup>ème</sup> baisse progressive de la pression, moins importante, jusqu'au 16 mars début d'après-midi, puis la pression remonte progressivement.

Le 14 mars, METEO France a émis un avis de Vigilance ORANGE pour fortes précipitations sur le Languedoc-Roussillon avec un début d'évènement à 14h00 et une fin d'évènement le 16 mars à 01h00. Les vents de secteur Est à Sud Est fraîchissent force 5 à 7, temporairement force 8 au large en fin de journée, et la houle est confondue avec la mer

Le 15 mars la dépression pluvio-orageuse s'est maintenue en Méditerranée avec des pluies particulièrement fortes, des vents de secteur Est à Sud Est force 6 à 7 parfois 8 et une houle confondue avec la mer du vent localement Sud-Est. Dans la nuit les vents de secteur Est molissent force 4 à 6 avec une houle d'Est à Sud Est.

Le 16 mars le système des basses pressions installé sur l'Espagne s'évacue vers l'Italie. Les vents tournent Nord Nord à Nord Est force 3 à 5 avec une houle d'Est s'amortissant. Pendant cet épisode l'état de la mer s'est aussi renforcé à deux reprises, les 12 et le 15 mars.

Le 12 mars un 1<sup>er</sup> pic de houle est observé : la houle a atteint **4,10 m** de hauteur significative à l'Espiguette (mesurée le 12 mars à 12h00), **5,34 m** à Sète (mesurée le 12 mars à 19h30), **4,99 m** à Leucate (mesurée le 12 mars à 15h00) et **4,28 m** à Banyuls (mesurée le 12 mars à 16h30).

La houle s'atténue progressivement jusqu'au 14 mars fin de matinée (entre 11h30 et 13h00) sur Banyuls et Leucate et aux environs de 20h00 sur Sète et l'Espiguette. Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

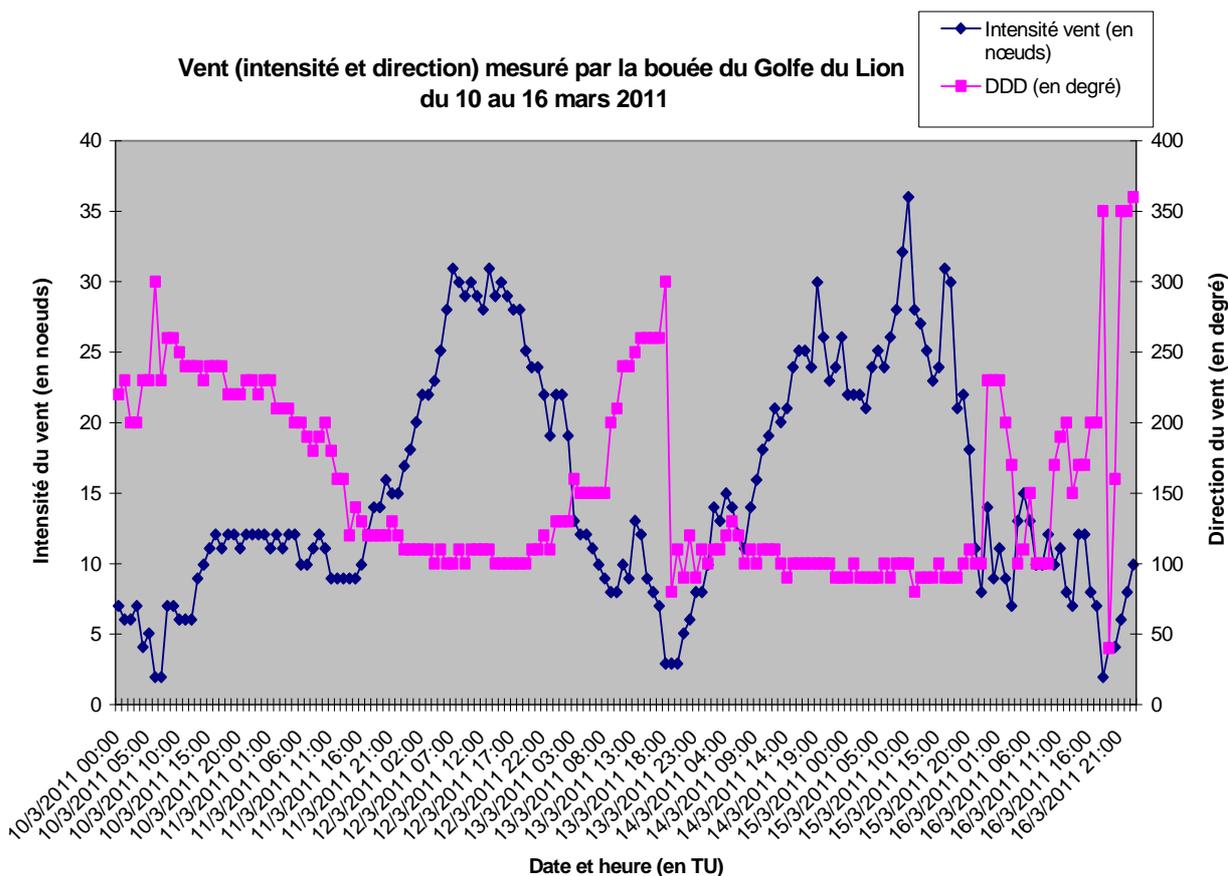
Le 15 mars, un 2<sup>ème</sup> pic de houle est observé : la houle a atteint **3,11 m** de hauteur significative à l'Espiguette (mesurée le 15 mars à 23h30), **3,91 m** à Sète (mesurée le 15 mars à 14h00), **4,52 m** à Leucate (mesurée le 15 mars à 15h30) et **4,45 m** à Banyuls (mesurée le 15 mars à 14h30) pour s'atténuer progressivement. Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

### III ) Les données météorologiques

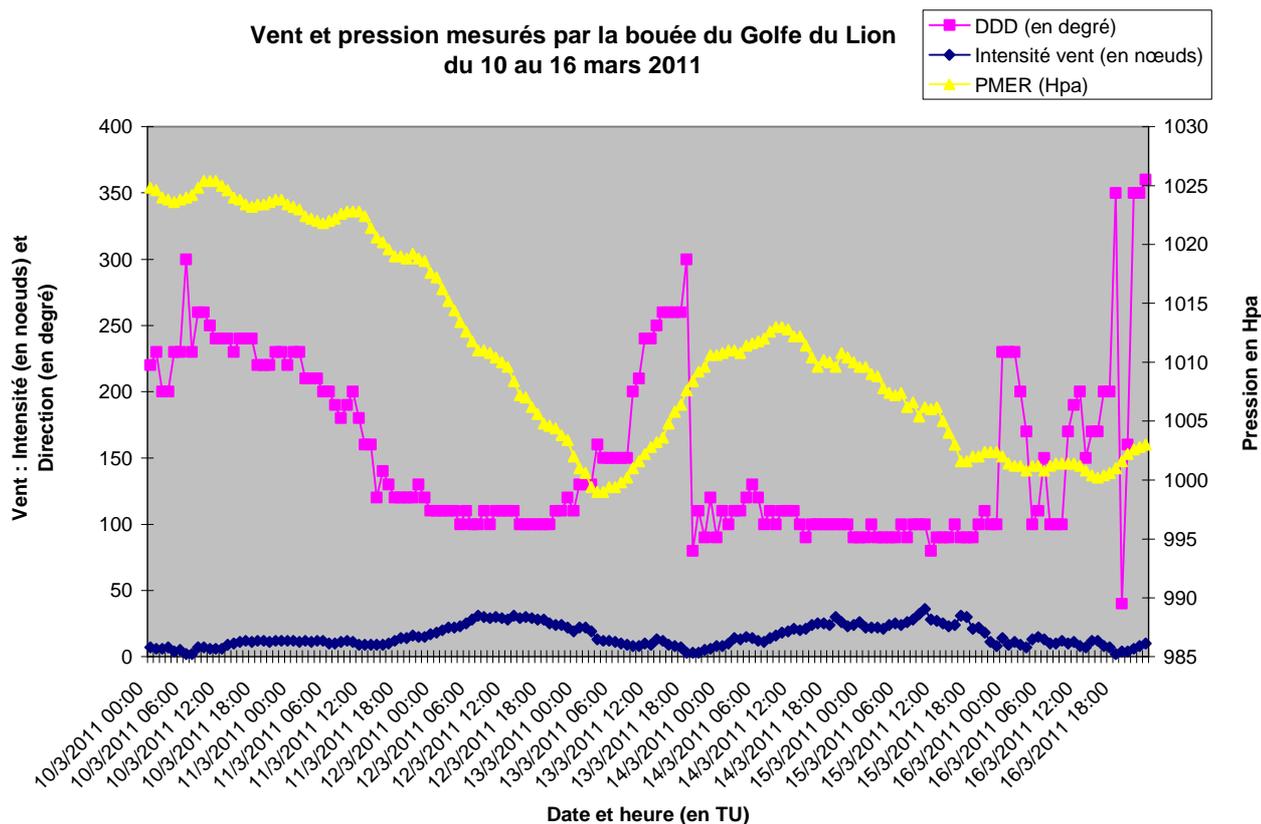
Pour les observations et données réalisées par Météo France, outre les bulletins météo, ont été prises en compte les mesures de vents et de pression transmises pour la période du 11 au 16 mars 2011 par la bouée Météo France du Golfe du Lion ancrée au large par des fonds de 2 300 m à la position 42°10'N et 4°70'E.

Pour l'analyse de la pression ont été pris en compte également les données issues des marégraphes côtiers numériques (M.C.N.) installés par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) dans le port de Port-Vendres (département des Pyrénées-Orientales) et dans le port de Sète (département de l'Hérault).

#### III.1 ) Le vent



### Vent et pression mesurés par la bouée du Golfe du Lion du 10 au 16 mars 2011



La bouée du Golfe du Lion a enregistré les vents les plus forts :

- le 12 mars entre 06h00 et 18h00 : 31 nœuds (58 km/h) le 12 mars à 13h00 en vent moyen sur 10 minutes.
- entre le 14 mars à 15h00 et le 15 mars à 19h00 : 36 nœuds (67 km/h) le 15 mars à 10h00 en vent moyen sur 10 minutes.

Pendant la période de l'évènement la direction du vent enregistrée par la bouée est essentiellement E à SE quand les vents enregistrés sont les plus forts. On note des passages SSO à ONO le 13 mars dans la journée, SO le 15 mars à 23h00 revenant E à SE pour passer SSO puis N en soirée.

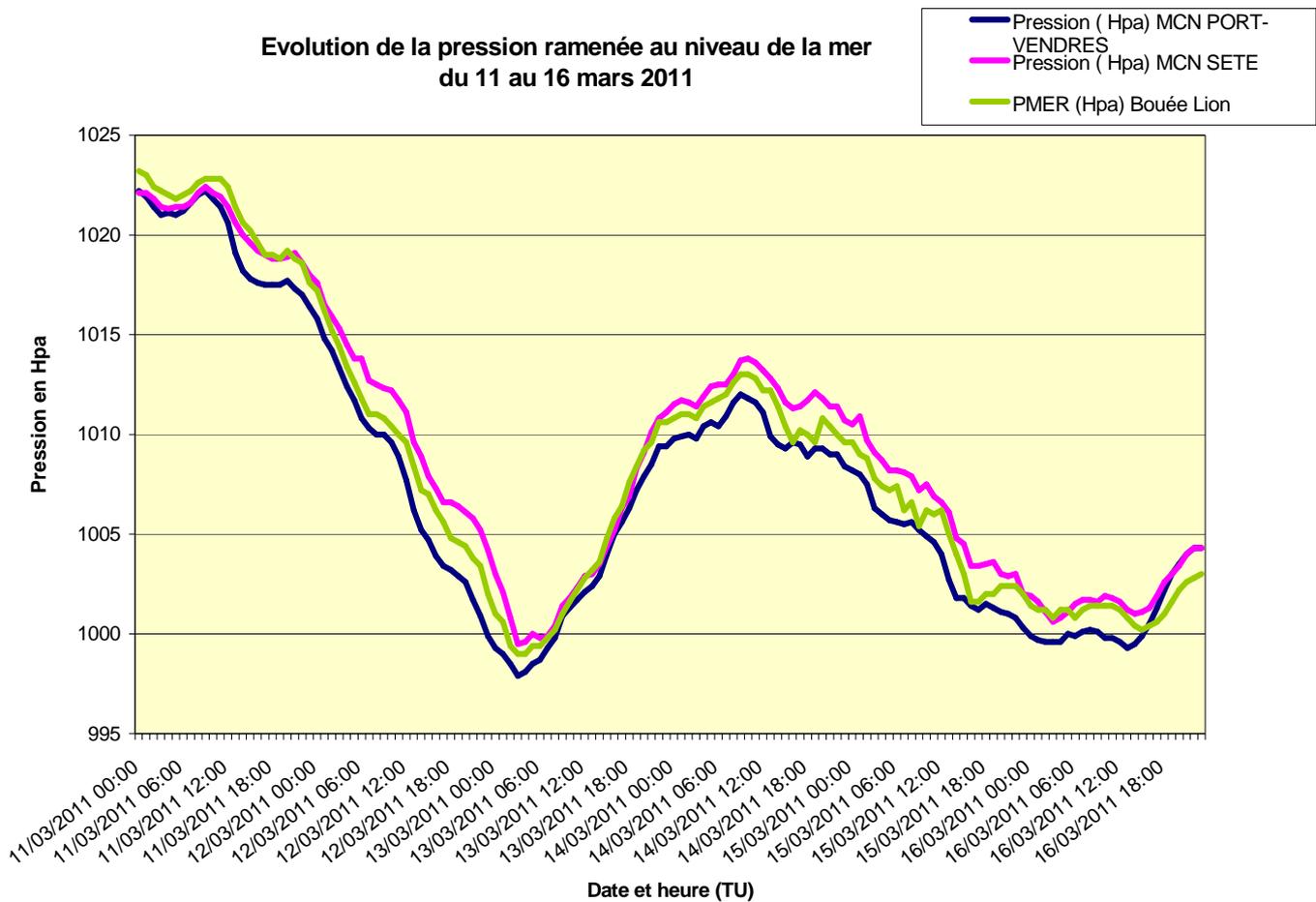
### III.2 ) La pression barométrique

On peut noter que l'évolution de la pression mesurée au large par la bouée Météo France est similaire à celle mesurée par les marégraphes côtiers numériques dans les ports de Port-Vendres et de Sète.

Pendant tout l'épisode les pressions sont restées élevées (>997 Hpa) avec des valeurs plus élevées au Nord du Golfe du Lion qu'au Sud. La tendance de l'évolution de la pression a été similaire sur l'ensemble du littoral et on peut noter deux dépressions successives :

- baisse progressive de la pression le 11 mars fin de matinée jusque dans la nuit du 12 au 13 mars aux environs de 03h00 : on passe de valeurs >1020 Hpa à des valeurs entre 997 et 999,5 Hpa;
- la pression remonte ensuite progressivement et atteint des valeurs >1010 Hpa le 14 mars aux environs de 10h00 ;

- 2<sup>ème</sup> baisse progressive de la pression, mais moins importante, le 14 mars en début après-midi jusqu'au 16 mars début après-midi où l'on atteint des valeurs proche de 1 000 Hpa, puis la pression remonte progressivement.



## IV ) Les données marines

### IV.1 ) La houle

Ces données de houle proviennent :

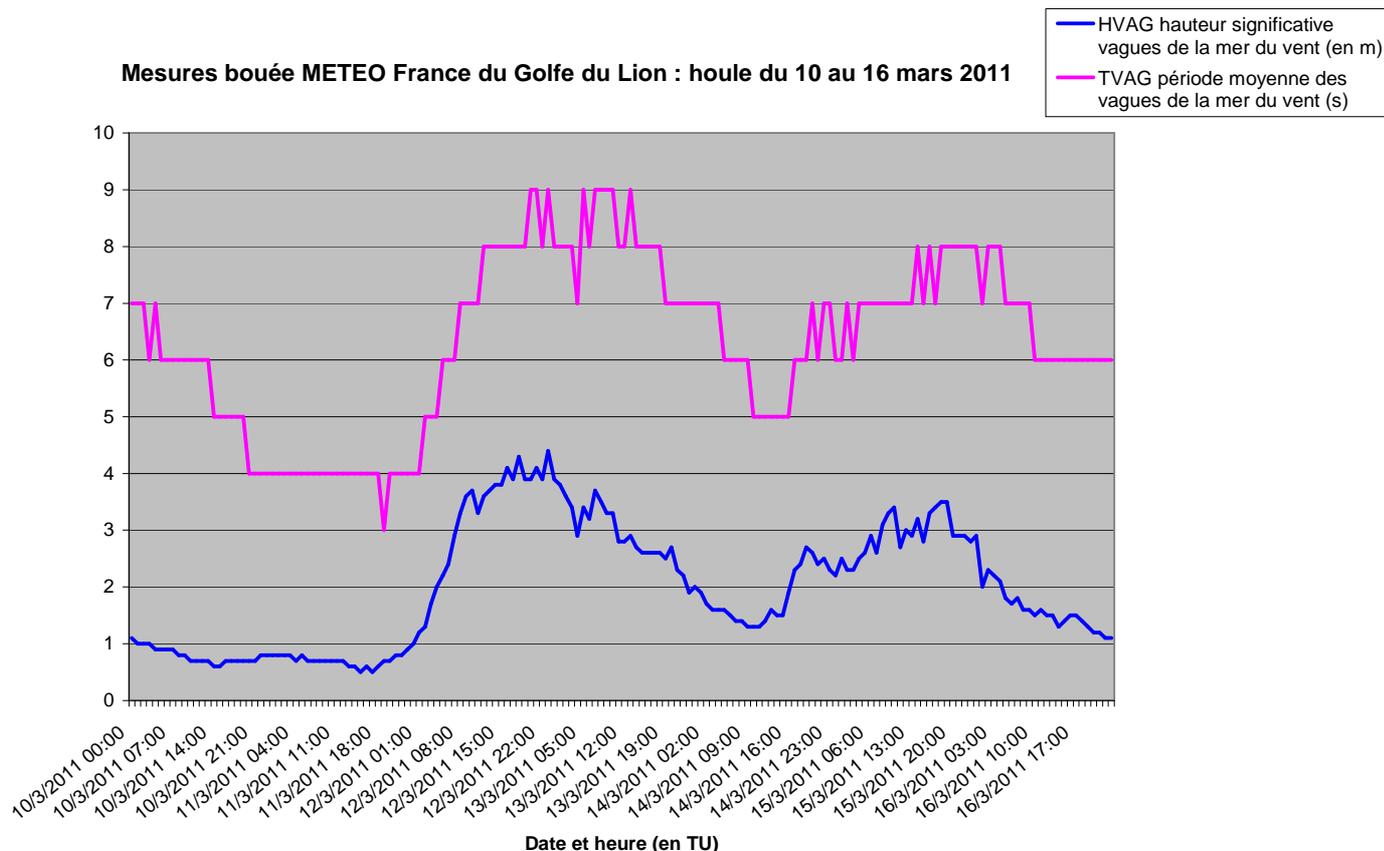
- des houlographes directionnels gérés par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Languedoc-Roussillon qui sont situés :
  - à Banyuls par 50 m de fond (position 42°29.369'N et 3°10.061'E ) ;
  - à Leucate par 40 m de fond (position 42°55.000'N et 3°07.500'E ) ;
  - à Sète par 30 m de fond (position 43°22.290'N et 3°46.777'E ) ;
  - au Grau du roi ( au large de l'Espiguette) par 35 m de fond (position 43°24.660'N et 4°09.750'E ).

Ces houlographes sont distants de la côte de 2 à 3 milles.

- de la bouée Météo France du Golfe du Lion ancrée au large par des fonds de 2 300 m à la position 42°10'N et 4°70'E.

## Analyse à partir des données de la bouée Météo France

Le graphique ci-dessous présente la hauteur de houle significative des vagues de la mer du vent (HVAG) ainsi que la période moyenne des vagues de la mer associée.



La bouée Météo France a enregistré deux pics de houle entre le 10 et 16 mars 2011. Les valeurs maximum de hauteur significative ont été atteintes les 12 et 15 mars 2011.

La hauteur significative des vagues qui était restée inférieure à 1,20 m avec des périodes de 4 à 7 secondes commence à croître le 12 mars à partir de 01h00 et atteint son maximum à 23h00, avec 4,40 m et une période associée de 9 secondes.

Puis elle descend progressivement et atteint 1,30 m le 14 mars à 09h00 avec une période de 6 secondes avant de croître à nouveau, à partir de 12h00, pour atteindre son maximum le 15 mars à 18h00 avec 3,50 m et une période associée de 8 secondes.

## Analyse à partir des données des houlographes

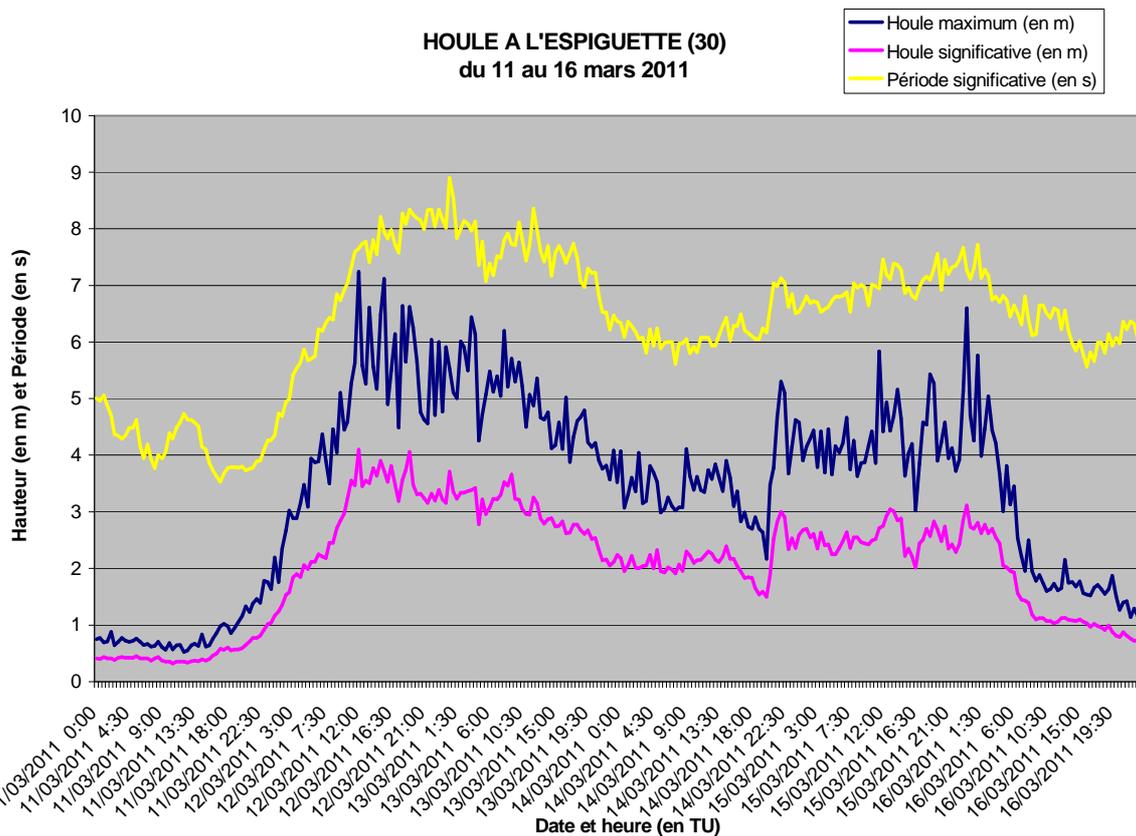
Les graphiques ci-dessous présentent, pour chacun de ces sites :

- la hauteur de houle maximum ( $H_{\max}$ ), la hauteur de houle significative<sup>a</sup> ( $H_{1/3}$ ) ainsi que la période significative associée. Ces paramètres sont calculés à partir de mesures réalisées pendant 20 minutes toutes les demi-heures. L'utilisation du  $H_{1/3}$  permet d'être plus représentatif que le  $H_{\max}$  qui peut avoir été généré par une seule vague. Le  $H_{1/3}$  est proche du paramètre  $H_{m0}$  qui est représentatif de l'énergie des vagues.
- la direction de la houle<sup>b</sup>

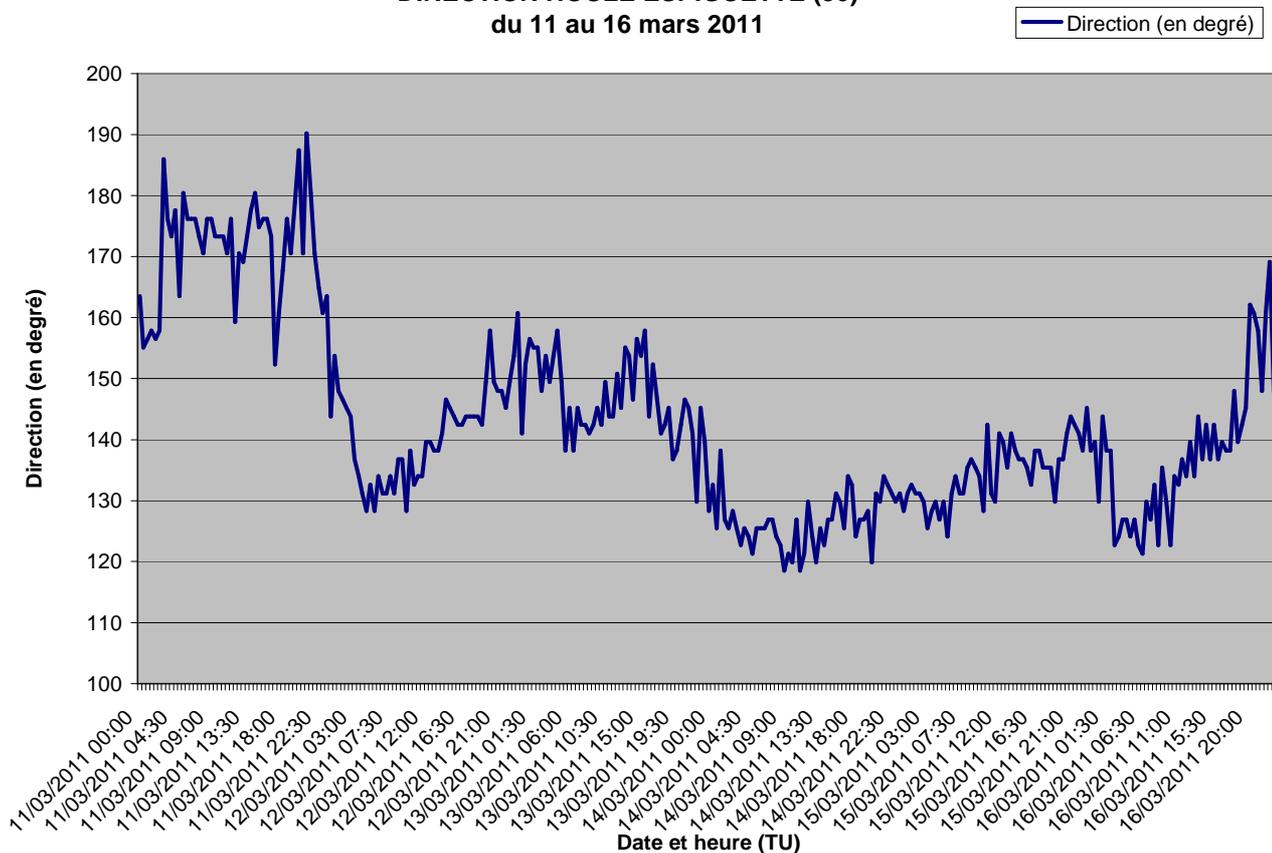
<sup>a</sup> Hauteur significative de la houle ( $H_{1/3}$ ) : hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes.

<sup>b</sup> 0° correspond à une houle de Nord, 90° à une houle d'Est, 180° à une houle de Sud et 270° à une houle d'Ouest.

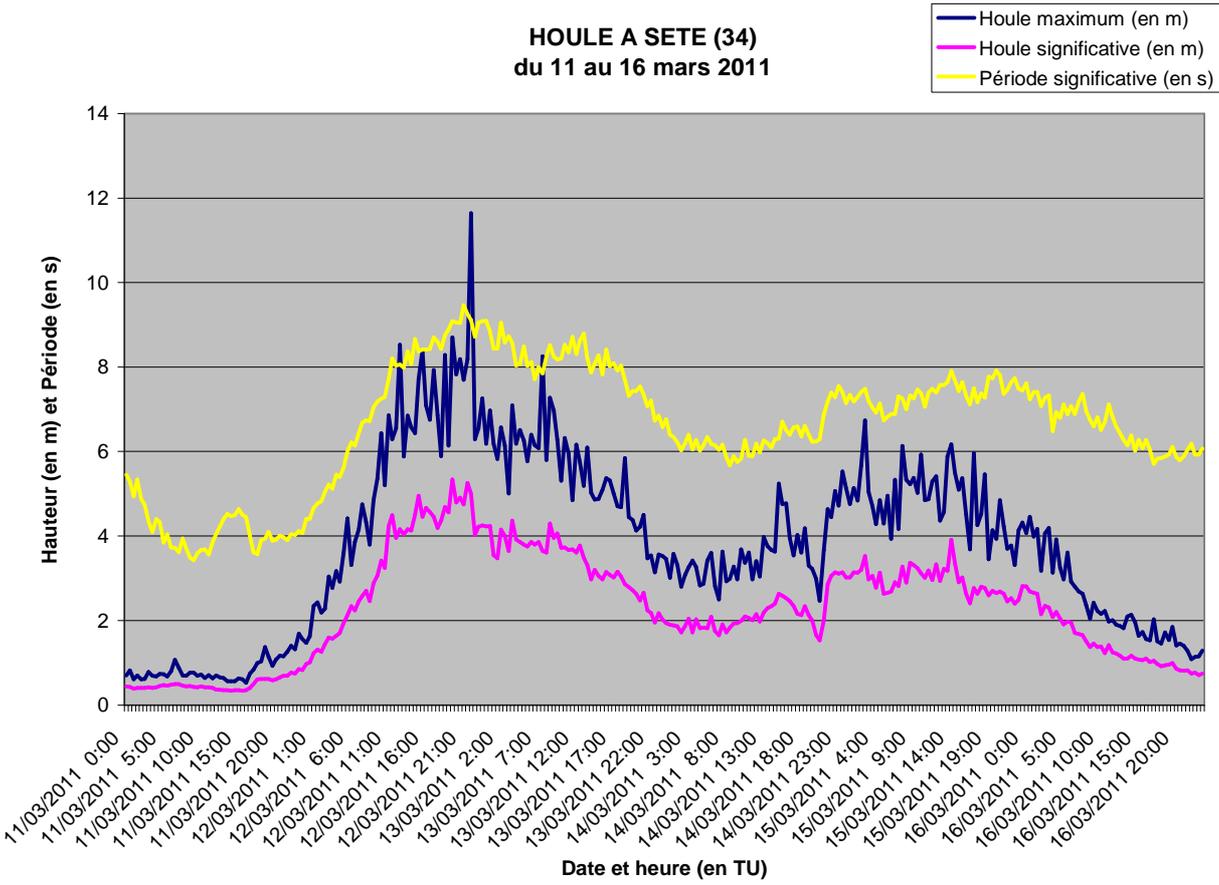
**HOULE A L'ESPIQUETTE (30)**  
du 11 au 16 mars 2011



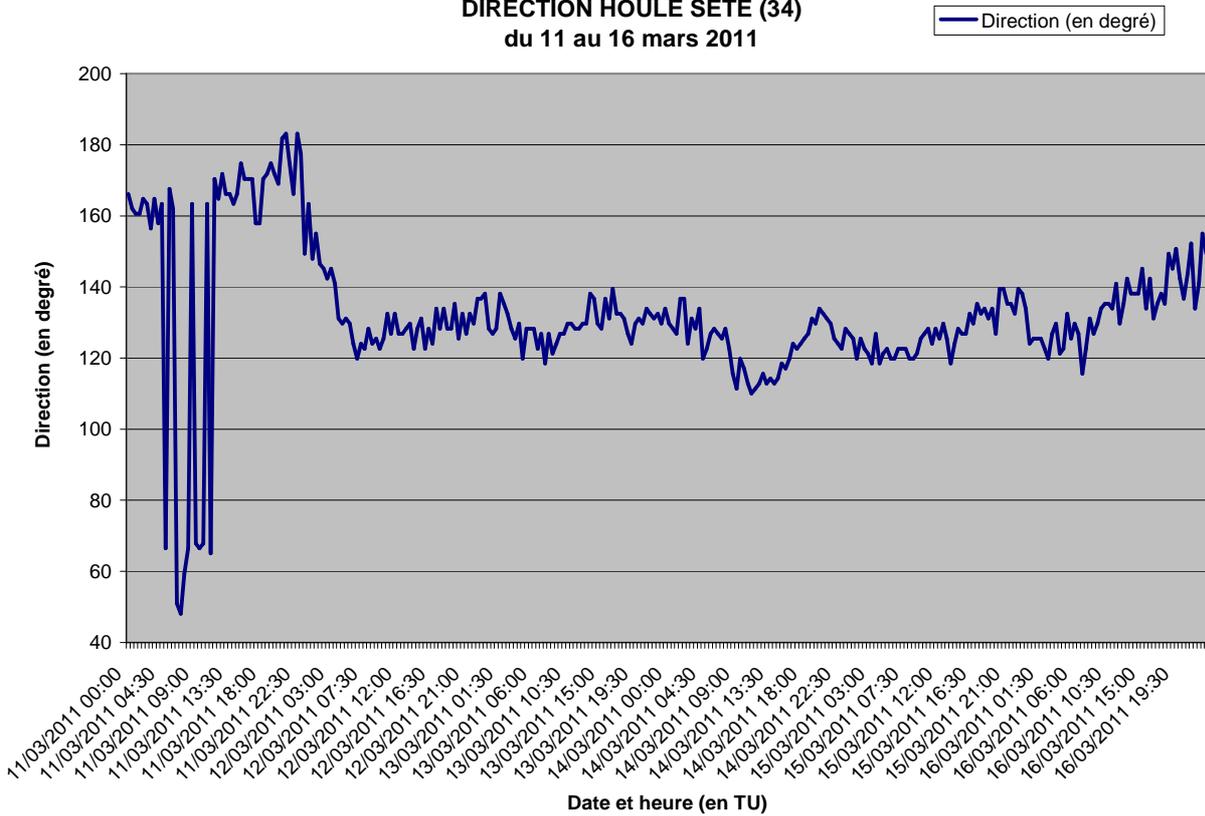
**DIRECTION HOULE ESPIGUETTE (30)**  
du 11 au 16 mars 2011



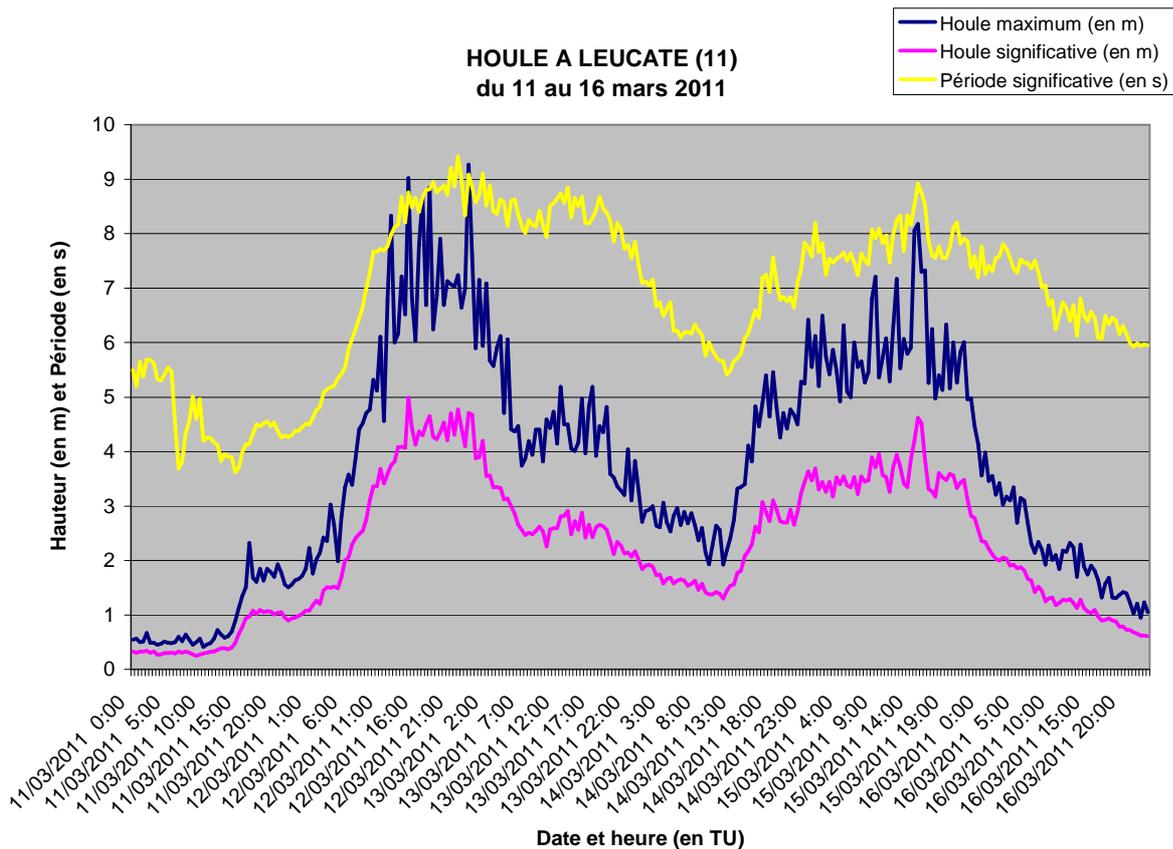
**HOULE A SETE (34)  
du 11 au 16 mars 2011**



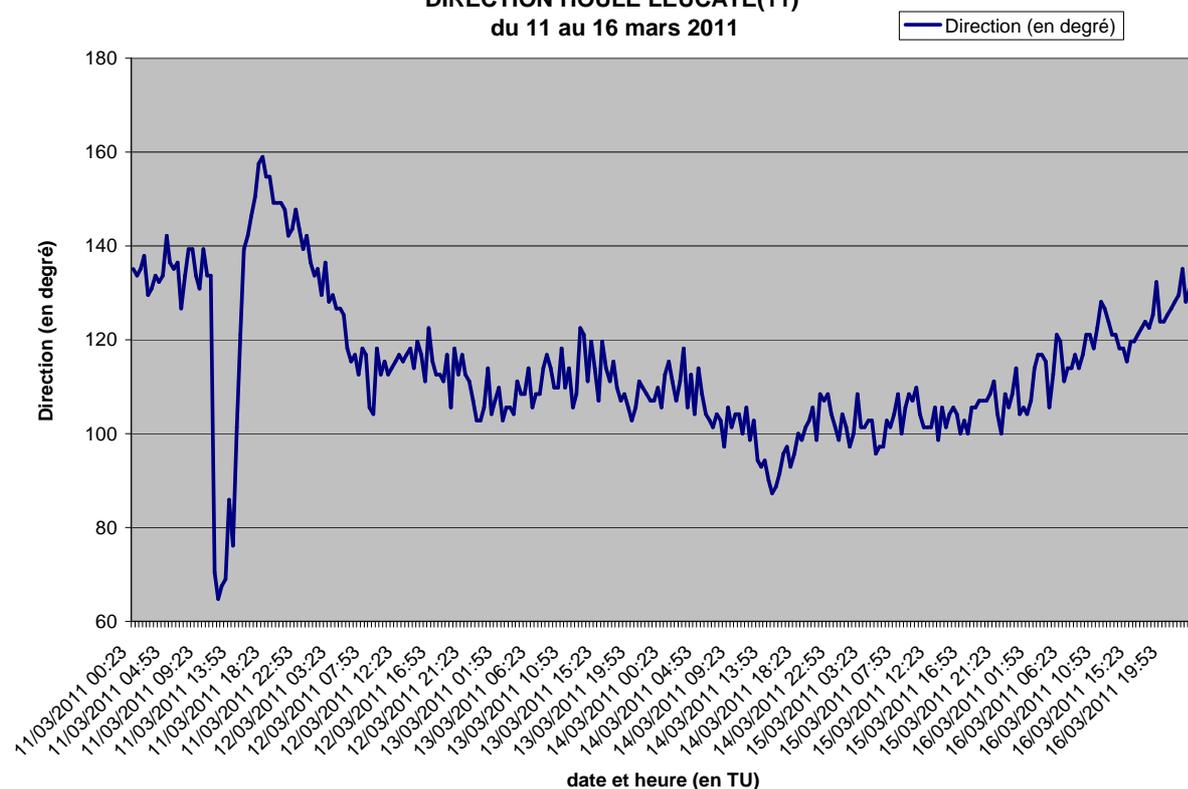
**DIRECTION HOULE SETE (34)  
du 11 au 16 mars 2011**



**HOULE A LEUCATE (11)  
du 11 au 16 mars 2011**

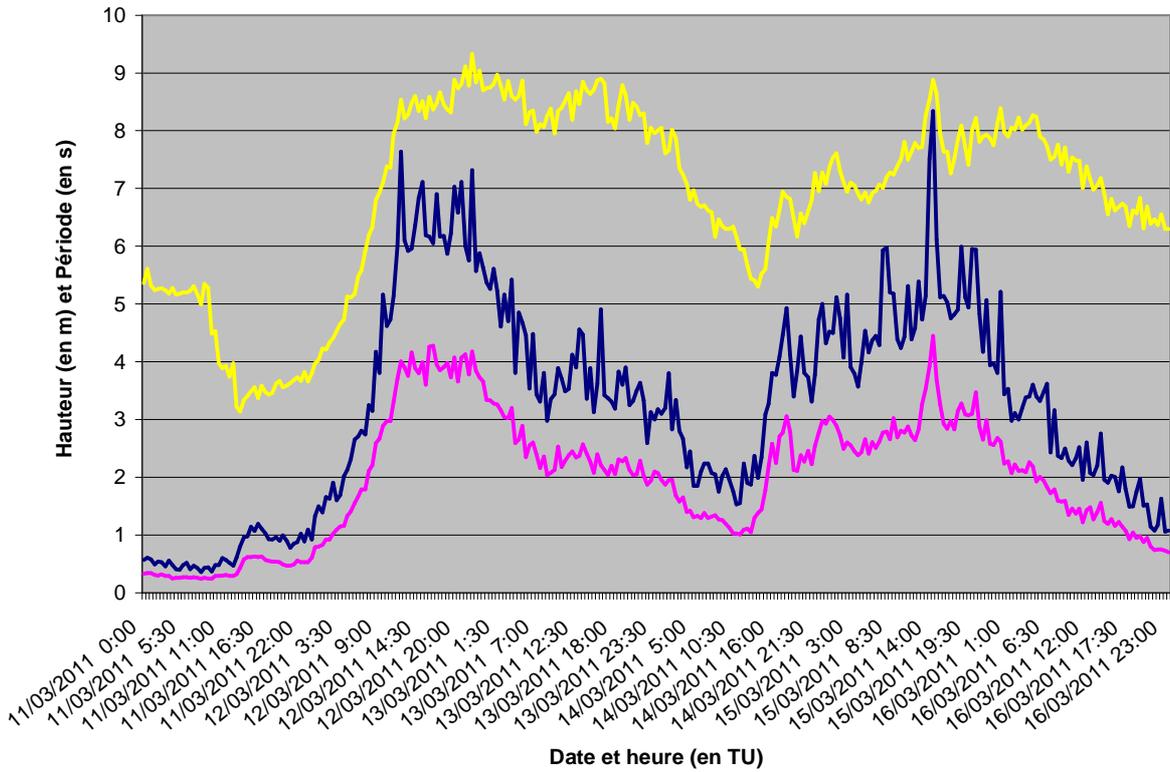


**DIRECTION HOULE LEUCATE(11)  
du 11 au 16 mars 2011**



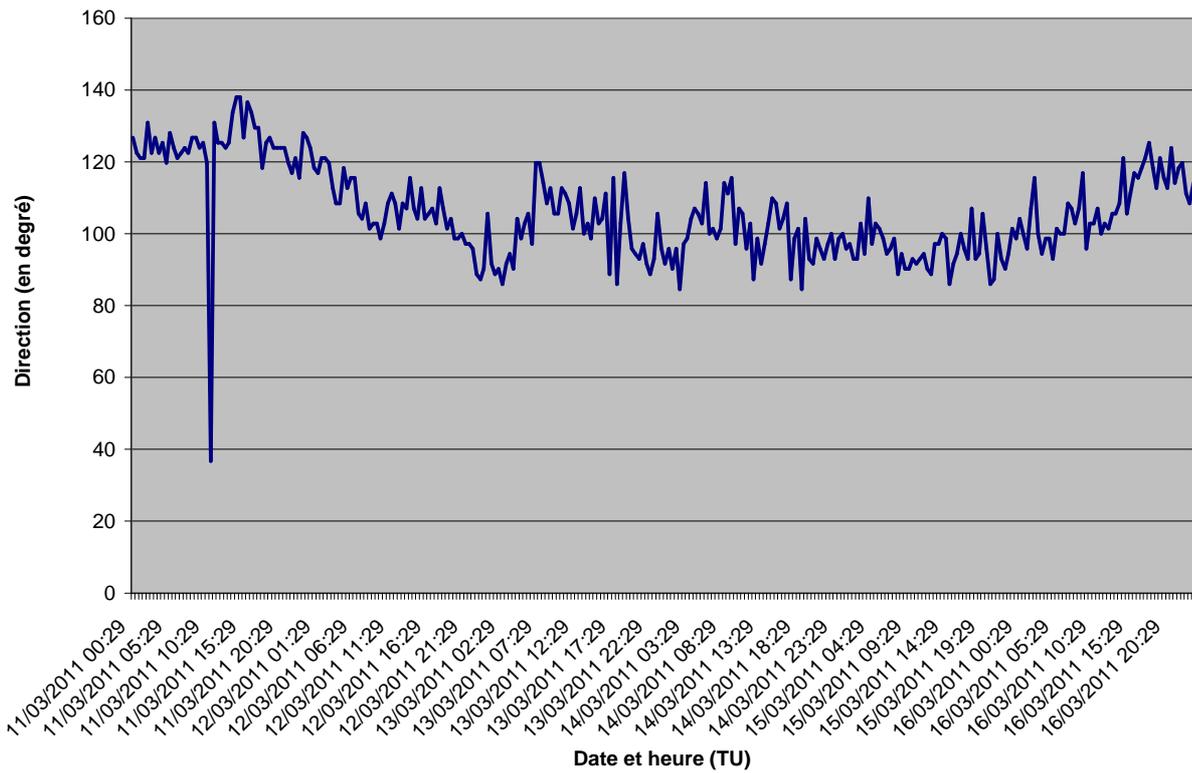
**HOULE A BANYULS SUR MER (66)**  
**du 11 au 16 mars 2011**

— Houle maximum (en m)  
— Houle significative (en m)  
— Période significative (en s)

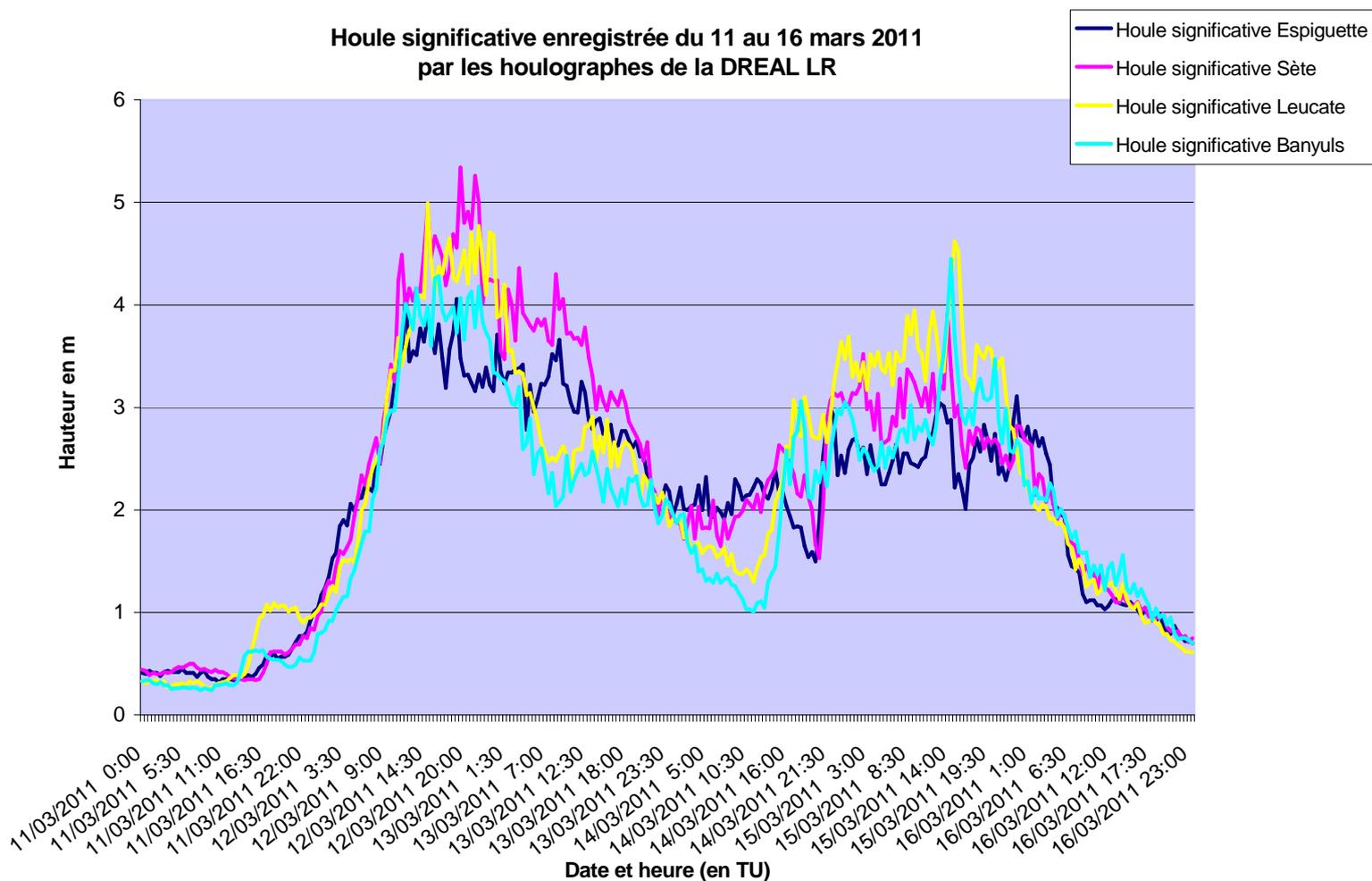


**DIRECTION HOULE BANYULS (66)**  
**du 11 au 16 mars 2011**

— Direction (en degré)



**Houle significative enregistrée du 11 au 16 mars 2011  
par les houlographes de la DREAL LR**



Les données recueillies illustrent la variabilité spatiale des états de mer à l'échelle du Golfe du Lion.

Sur les quatre sites a été enregistré le même phénomène d'évolution de la houle sur la période du 11 au 16 mars 2011 avec deux pic de houle successifs.

Une élévation progressive de la hauteur significative de houle est enregistrée dans la nuit du 11 au 12 mars 2011. La phase ascendante s'est poursuivie jusqu'à son maximum le 12 mars entre 12h00 (à l'Espiguette) et 19h30 (à Sète). Le 13 et 14 mars la houle s'atténue avant de reprendre une nouvelle phase ascendante qui atteint son paroxysme le 15 mars entre 14h00 (à Sète) et 23h30 (à l'Espiguette).

Sur le secteur de Sète à Banyuls, dans l'ensemble, les hauteurs de houle significative ( $H_{1/3}$ ) enregistrées par les houlographes sont plus élevées au Nord qu'au Sud.

Compte tenu des données disponibles, le maximum a été atteint :

- pour le 12 mars, à Sète avec les valeurs maximales mesurées :

**$H_{1/3}$  = 5.34 m et  $H_{max}$  = 11.64 m.**

- pour le 15 mars, à Leucate avec les valeurs maximales mesurées :

**$H_{1/3}$  = 4.52 m et  $H_{max}$  = 8.18 m.**

Les directions enregistrées sont à dominante :

- Est à Est Sud Est à Banyuls ;
- Est à Est Sud-Est à Leucate ;
- Est Sud-Est à Sud Est à Sète ;
- Sud Sud Est à l'Espiguette.

**Remarques importantes:**

- *En 1997 et 1999 le houlographe omnidirectionnel de Sète était situé au droit de Marseillan. En 2003 son nouvel emplacement a été choisi de façon à pouvoir assurer la continuité des mesures. Début 2006, ce houlographe a été remplacé par un houlographe directionnel*
- *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 (W GS84). En 2003 le houlographe directionnel géré par le Laboratoire Arago était mouillé par 52 m de fond aux coordonnées suivantes 42°29.330'N et 3°10.073'E (WG S84). Ce houlographe étant obsolète, il a été remplacé fin novembre 2007 par un nouveau houlographe directionnel mis en place et géré par la Direction Régionale de l'Équipement du Languedoc- Roussillon*
- *Leucate ne bénéficie d'un houlographe directionnel que depuis fin 2006*
- *Le Grau du Roi ne bénéficie d'un houlographe directionnel ( situé au large de l'Espiguette) que depuis août 2008*

Les valeurs extrêmes enregistrées pour chaque site sont à comparer avec celles des autres événements connus : les tempêtes de 1997,1999, 2003, fin 2008 (colonnes bleues) et trois coups de mer annuels fin 2007, début 2008 et fin 2009 (tableau ci-après).

Au vu de ces différents éléments d'analyse on constate que le maximum de houle significative mesurée par la bouée Météo France (4.40 m avec une période de 9 secondes) est sensiblement le même que celui mesuré par le houlographe de Banyuls sur mer (4.45 m avec une période de 8.88 secondes).

		16-18 Dec 1997	déc-13 Nov. 1999	4 Déc 2003	19-22 Nov 2007	02-04 Janv 2008	26-27 Dec 2008	20-22 Oct. 2009	14-15 Janv. 2010	08-15 Oct . 2010	11-16 mars 2011	
BANYULS	Houle	<i>Pas de bouée en service</i>	6.76 m	8.33 m	<i>Pas de bouée en service</i>	4.21 m	7.26 m	2.20 m	2.95 m	3.81 m	4.45 m	
	Période significative		9.68 s	11.7 s		8.63 s	11.6 s	7.25 s	8.94 s	9.69 s	8.88 s	
	Houle maximum			13.78 m		8.42 m	14.00 m	3.74 m	4.74 m	5.09 m	8.34 m	
LEUCATE	Houle significative	<i>Pas de bouée en service</i>			4.56 m	4.72 m	4.71 m	3.35 m	4.22 m	5.00 m	4.99 m	
	Période significative				8.71 s	8.66 s	9.55 s	6.95 s	8.72 s	9.55 s	8.76 s	
	Houle maximum				7.58 m	8.07 m	8.01 m	6.22 m	6.99 m	8.82 m	9.27 m	
SÈTE	Houle significative	6.98 m	5.26 m	5.72 m	4.48 m	5.08 m	4.03 m	4.54 m	4.87 m	3.64 m	5.34 m	
	Période significative	10.37 s	8.85 s	10.2 s	8.08 s	9.01 s	9.64 s	8.02 s	8.29 s	8.36 s	9.09 s	
	Houle maximum	10.81 m	9.94 m	8.67 m	8.57 m	9.08 m	6.43 m	8.47 m	7.85 m	5.93 m	11.64 m	
ESPIQUETTE	Houle significative	<i>Pas de bouée en service</i>					2.37 m	3.41 m	<i>Bouée</i>	<i>Bouée</i>	4.10 m	
	Période significative						7.99 s	7.76 s				
	Houle maximum						3.89 m	6.26 m	service	service	7.24 m	

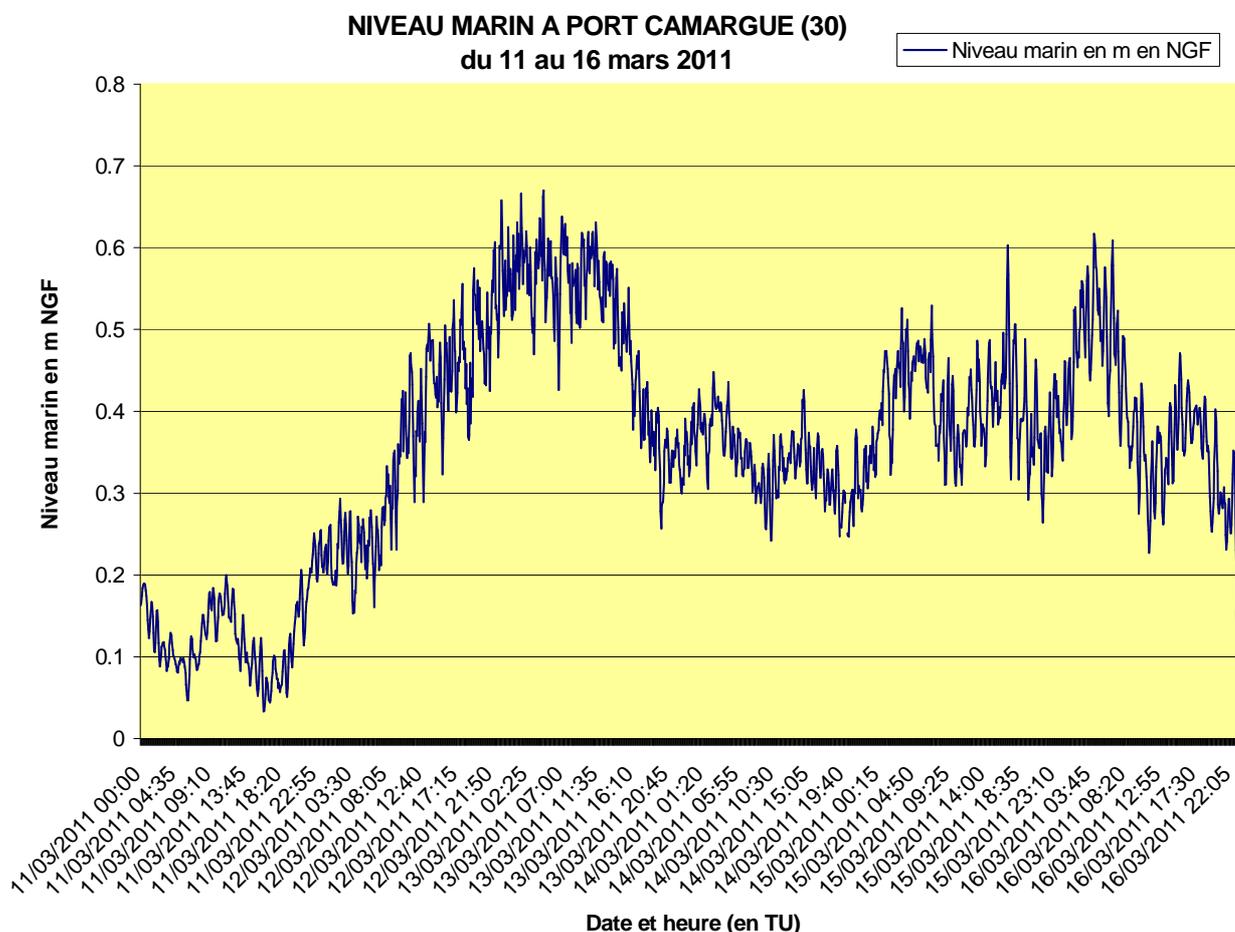
## IV.2 ) Les niveaux marins

### IV.2.1 ) Les mesures numériques

Ces données proviennent :

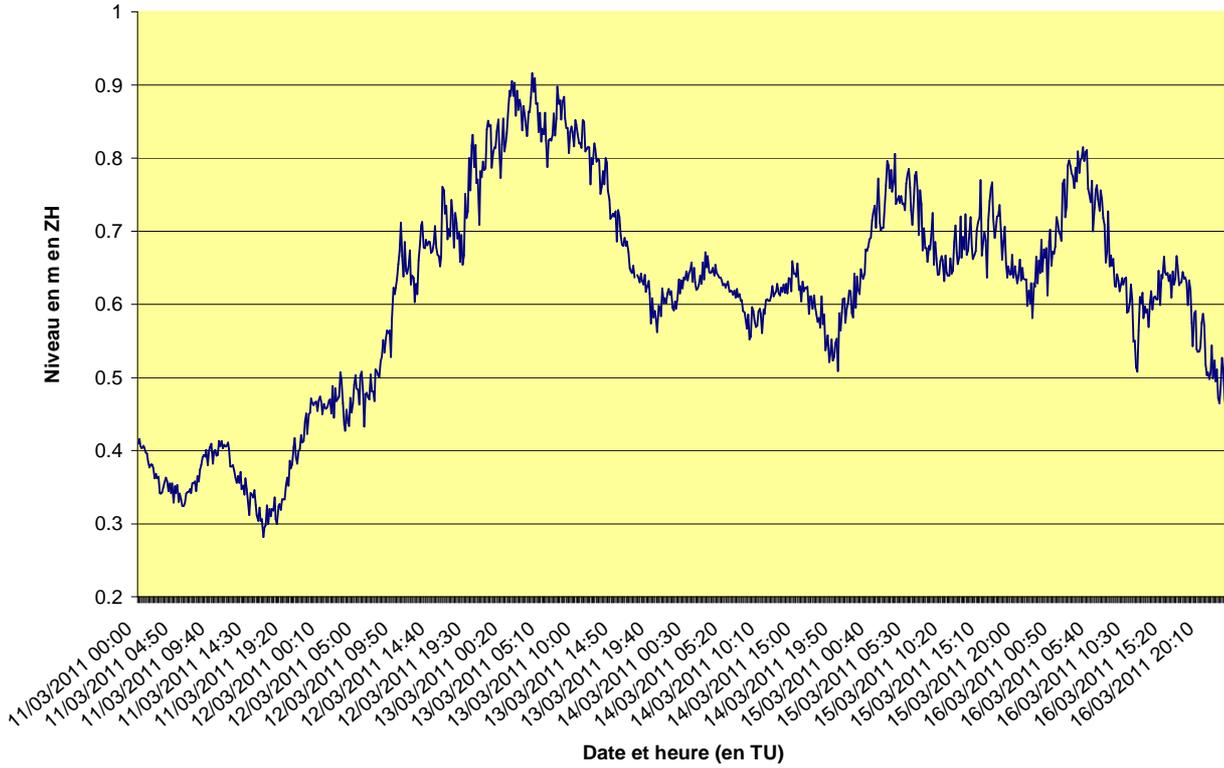
- des marégraphes côtiers numériques (M.C.N.) installés par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) dans le port de Port-Vendres (département des Pyrénées-Orientales) et dans le port de Sète (département de l'Hérault) dans le cadre de la mise en place du réseau RONIM (Réseau d'Observation des Niveaux Marins) dont le SHOM est maître d'ouvrage ;
- de la station de mesure de niveau marin installée à Port-Camargue (département du Gard) par la DREAL Languedoc-Roussillon, maître d'ouvrage, en partenariat avec le Service de Prévion des Crues Grand Delta (SPC GD). Attention, ce site de mesure est en cours de validation et donne une indication du niveau de la mer.

A noter que sur le site de Port-Vendres, le capteur du marégraphe côtier numérique a été changé dernièrement par le SHOM sans pouvoir être étalonné. Il n'est donc pas possible de se prononcer sur la fiabilité des données enregistrées par ce marégraphe pendant l'évènement du 11 au 16 mars 2011. L'analyse de ces données est donc à prendre avec précaution.



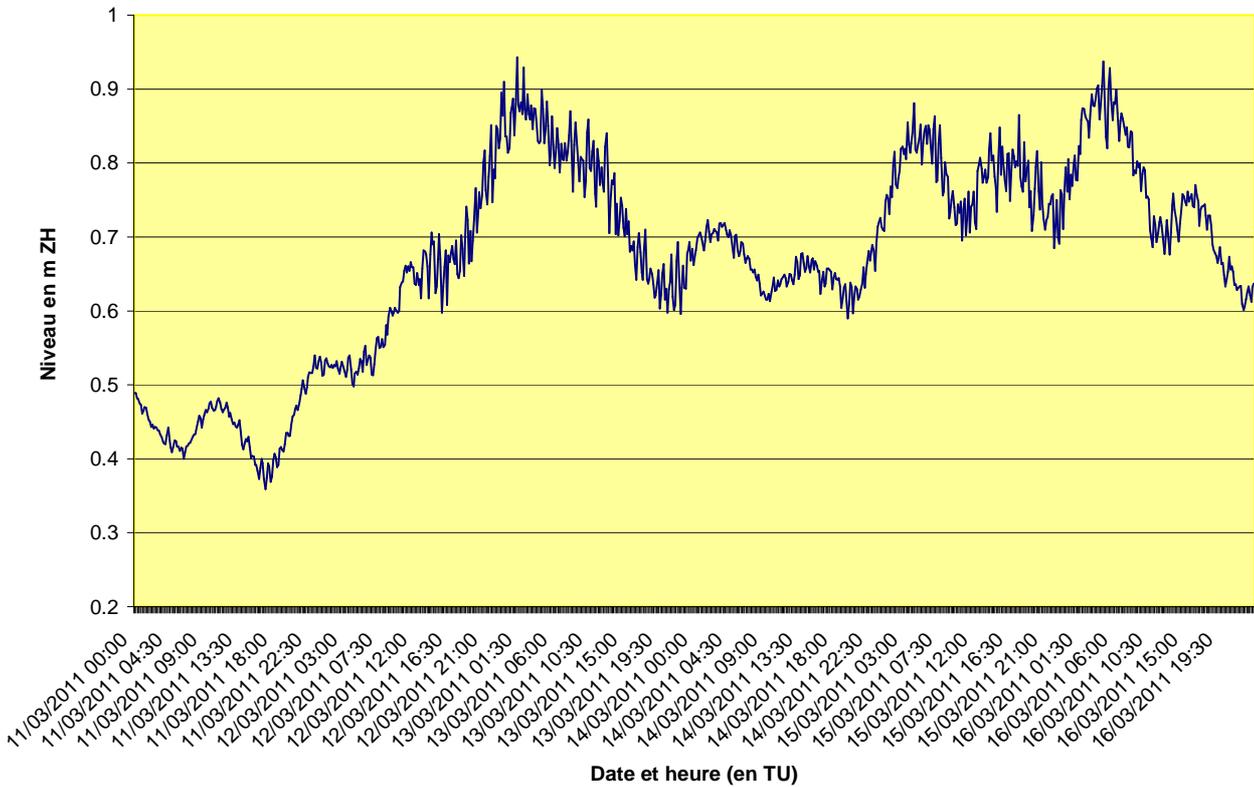
**NIVEAU MARIN A SETE (34)**  
du 11 au 16 mars 2011

— Niveau en m (Zéro Hydro)



**NIVEAU MARIN A PORT VENDRES (66)**  
du 11 au 16 mars 2011

— Niveau en m (Zéro Hydro)



### **Rappels:**

Cote du zéro hydrographique dans le système altimétrique légal (ZH/Ref) (en m) - Extrait des dernières références altimétriques maritimes (zéro hydrographiques) - SHOM 2006

- Banyuls/mer : ZH / IGN 69 =0, 328 m
- Port-Vendres : ZH / IGN 69 =0, 391 m
- Sète : ZH / IGN 69 =0,297 m

Ces trois marégraphes ont enregistré le même phénomène d'évolution du plan d'eau sur la période du 11 au 16 mars 2011 avec deux pic successifs les 13 et 16 mars 2011.

**Les niveaux maximum de hauteur d'eau enregistrés par ces marégraphes sont ainsi :**

#### • pour le 13 mars

- Port Camargue : 0,67 m NGF à 04h30 TU
- Sète : 0,916 m Zéro hydro à 04h00 TU soit 0,619 m NGF
- Port-Vendres : 0,943 m Zéro hydro à 01h10 TU soit 0,552 m NGF

#### • pour le 16 mars

- Port Camargue : 0,617 m NGF à 04h15 TU
- Sète : 0,815 m Zéro hydro à 04h40 TU soit 0,518 m NGF
- Port-Vendres : 0,937 m Zéro hydro à 4h30 TU soit 0,546 m NGF

### *IV.2.2 ) La surcote*

L'analyse de la surcote pour la période du 11 au 16 mars 2011 a été faite à partir :

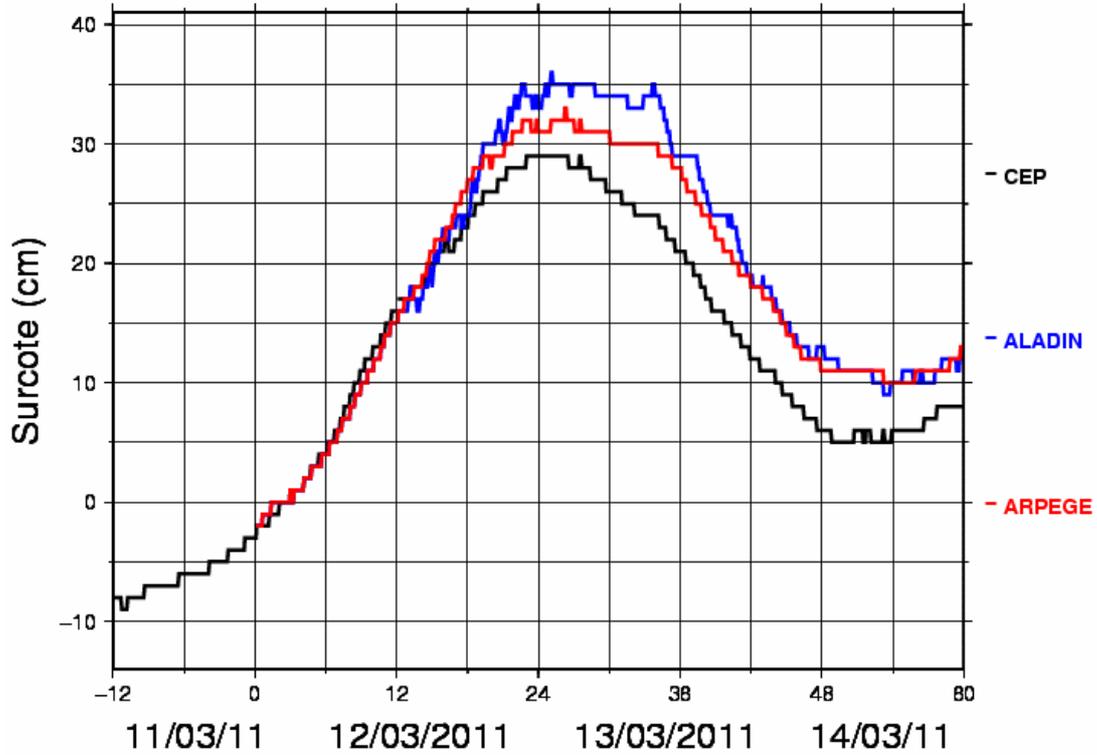
□ des données Météo France du modèle de surcotes sur la Méditerranée Occidentale ( dont le Golfe du Lion). Sont présentées ici les graphes de prévisions de surcote de trois sites de mesures sur les sept implantés sur le littoral Languedoc-Roussillon :

- à Port Camargue (position 43°30'N et 4°05'E )
- à Sète (position 43°20'N et 3°35'E )
- à Port-Vendres (position 43°35'N et 3°05'E )

□ des mesures numériques de niveau marin transmises par les marégraphes de Port Camargue, Sète et Port-Vendres indiqués ci-dessus

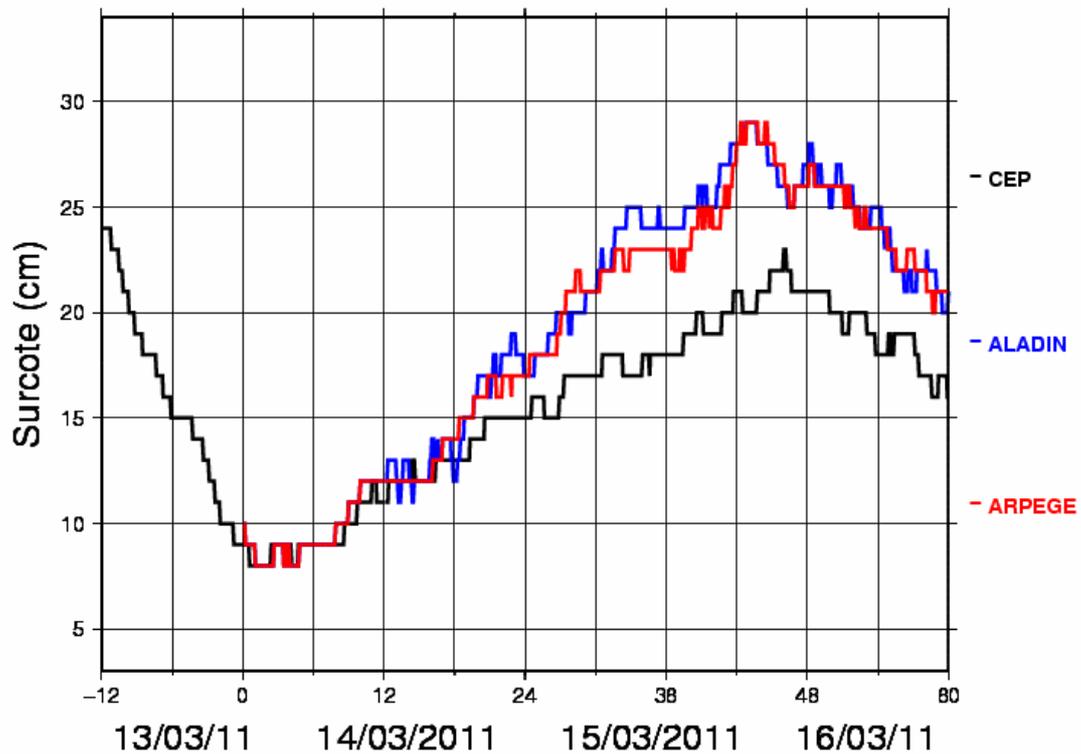
- Analyse à partir des données de surcotes « modèle » du 11 au 16 octobre 2011

## Port-Vendres

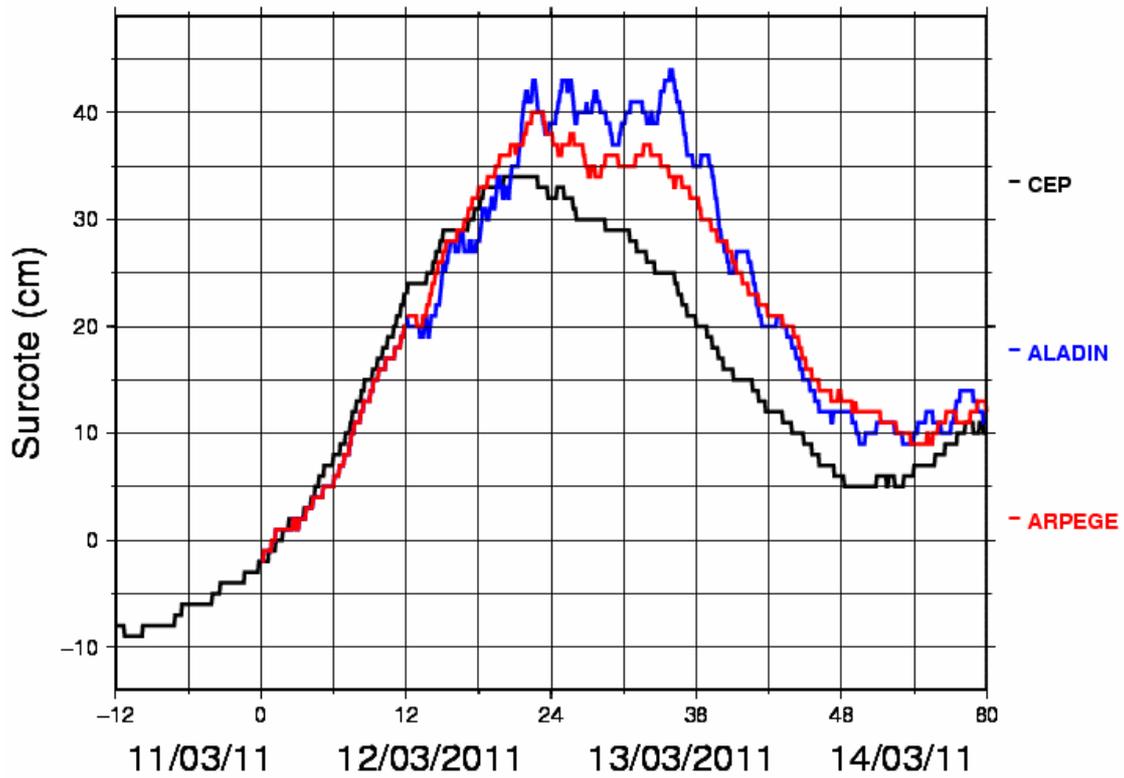


Données prévisions de surcote METEO France établies les 12 et 14 mars 2011

## Port-Vendres

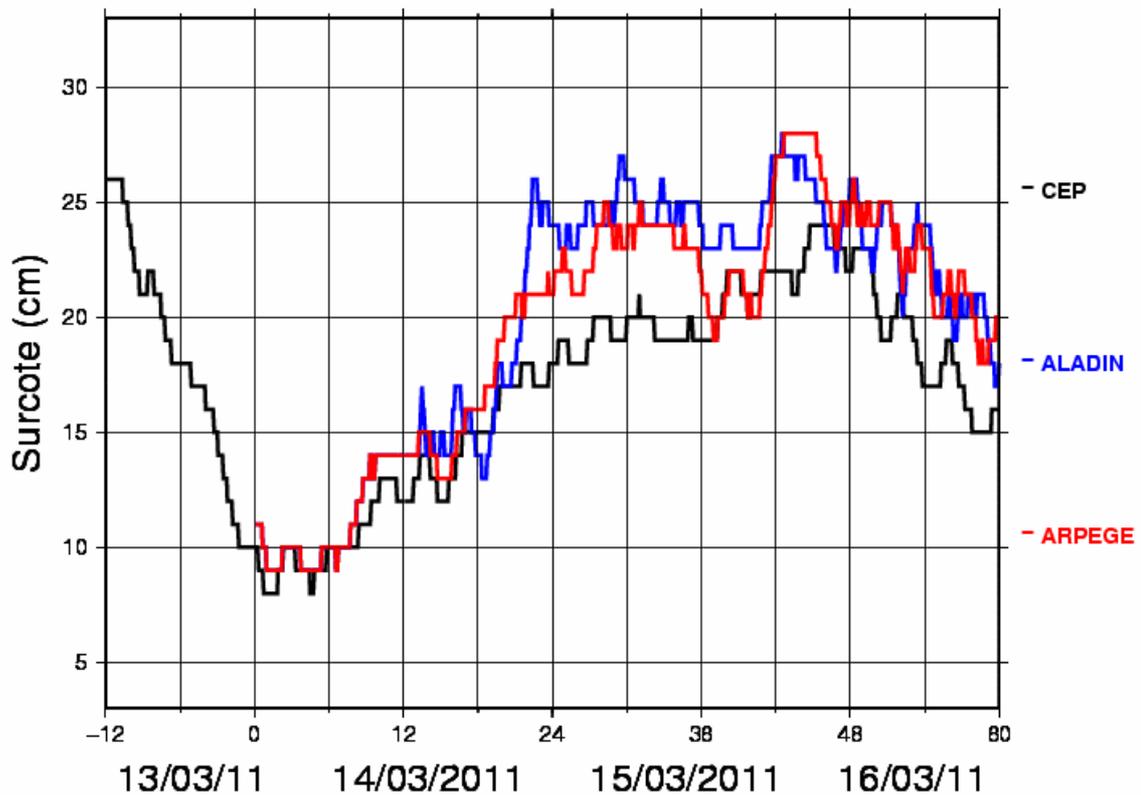


# Sete

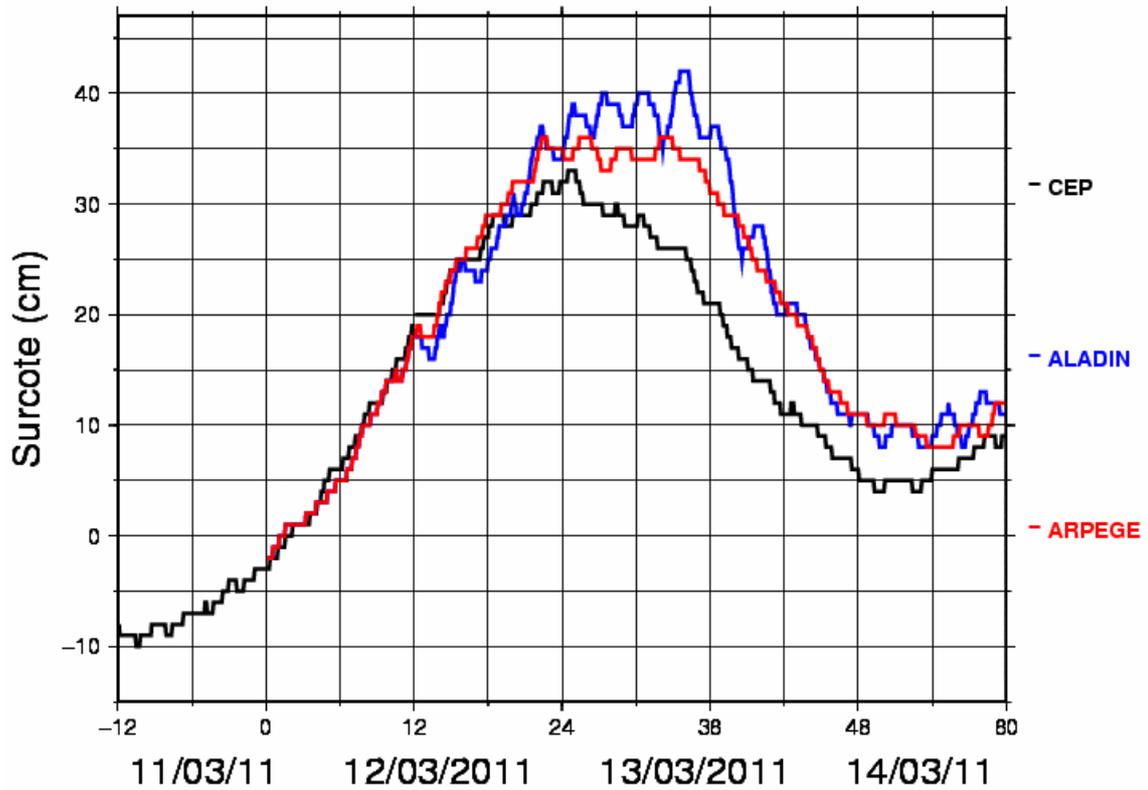


Données prévisions de surcote METEO France établies les 12 et 14 mars 2011

# Sete

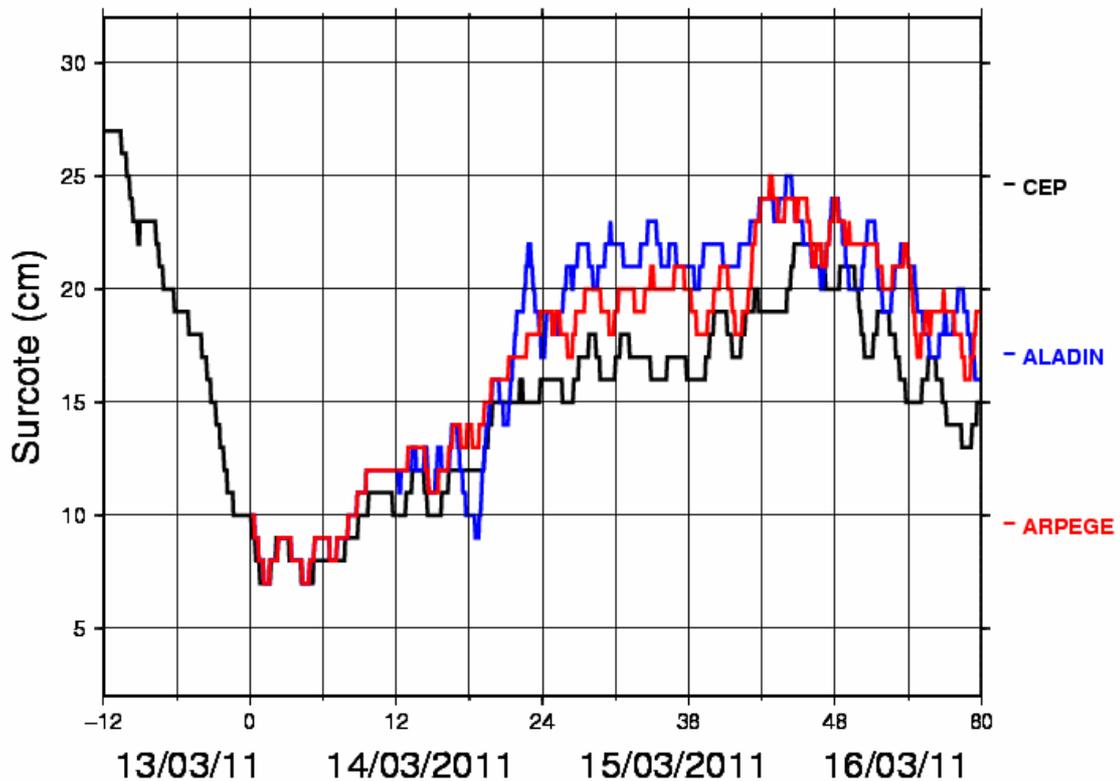


# Port-Camargue



Données prévisions de surcotes METEO France établies les 12 et 14 mars 2011

# Port-Camargue



Les prévisions de surcote sur ces graphes indiquent deux pics successifs de surcotes maximales :

- entre le 12 mars à 18h00 et le 13 mars à 12h00 de l'ordre de :
  - 0,30 à 0,35 m à Port-Vendres
  - 0,35 à 0,45 m à Sète
  - 0,30 à 0,40 m à Port-Camargue
  
- entre le 15 mars à 12h00 et le 16 mars à 00h00 de l'ordre de :
  - 0,25 à 0,30 m à Port-Vendres
  - 0,25 à 0,30 m à Sète
  - 0,20 à 0,25 m à Port-Camargue

NB : Il est à noter que le modèle de surcote utilisé par Météo France n'utilise pas de calcul de marée en Méditerranée et se réfère à un niveau moyen supposé à peu près constant. De plus, les données prises en compte, comme le vent, sont des données « modèle » et non observées. Les distances des points de calcul à la côte sont de 1 à 2 km.

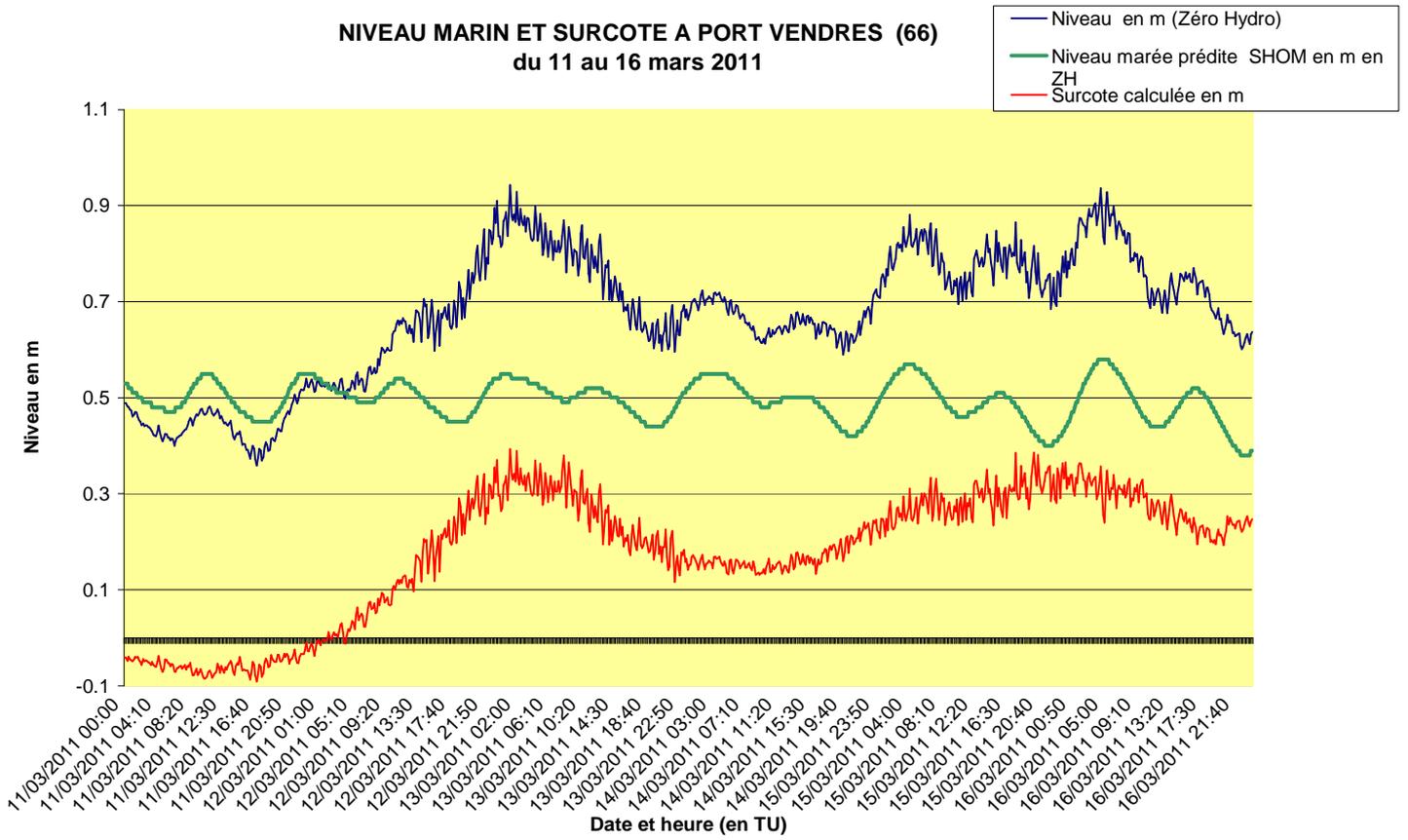
### **Analyse à partir des données numériques des marégraphes**

A partir des mesures numériques de niveau marin transmises par les marégraphes de Port Camargue, Sète et Port-Vendres et de la prédiction de marée il est possible d'évaluer par soustraction la surcote.

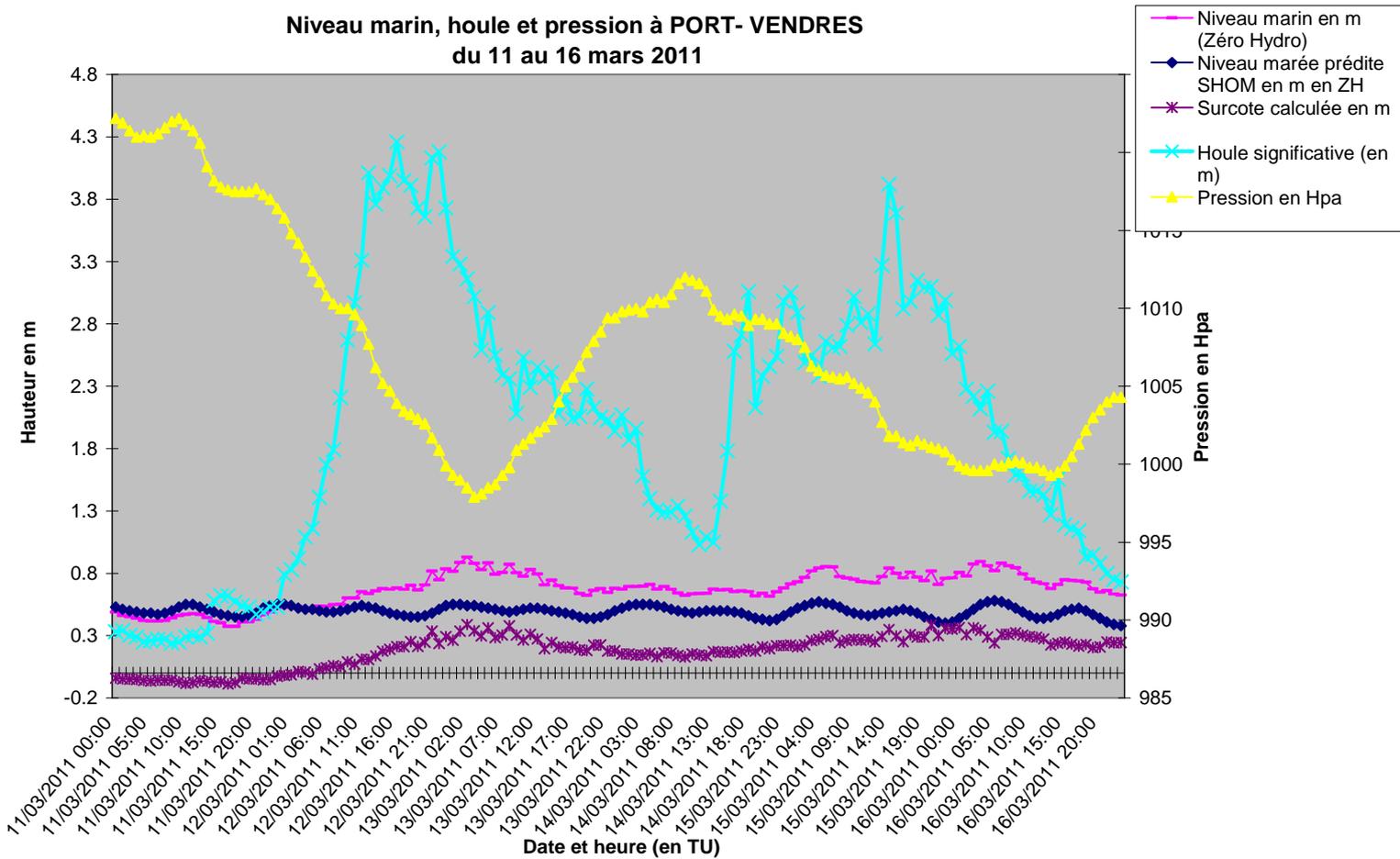
Pour Sète et Port-Vendres, les fichiers de prédiction de marée transmis par le SHOM, issus des observations des marégraphes RONIM, ont permis d'établir les graphiques d'évolution de la surcote sur ces 2 sites.

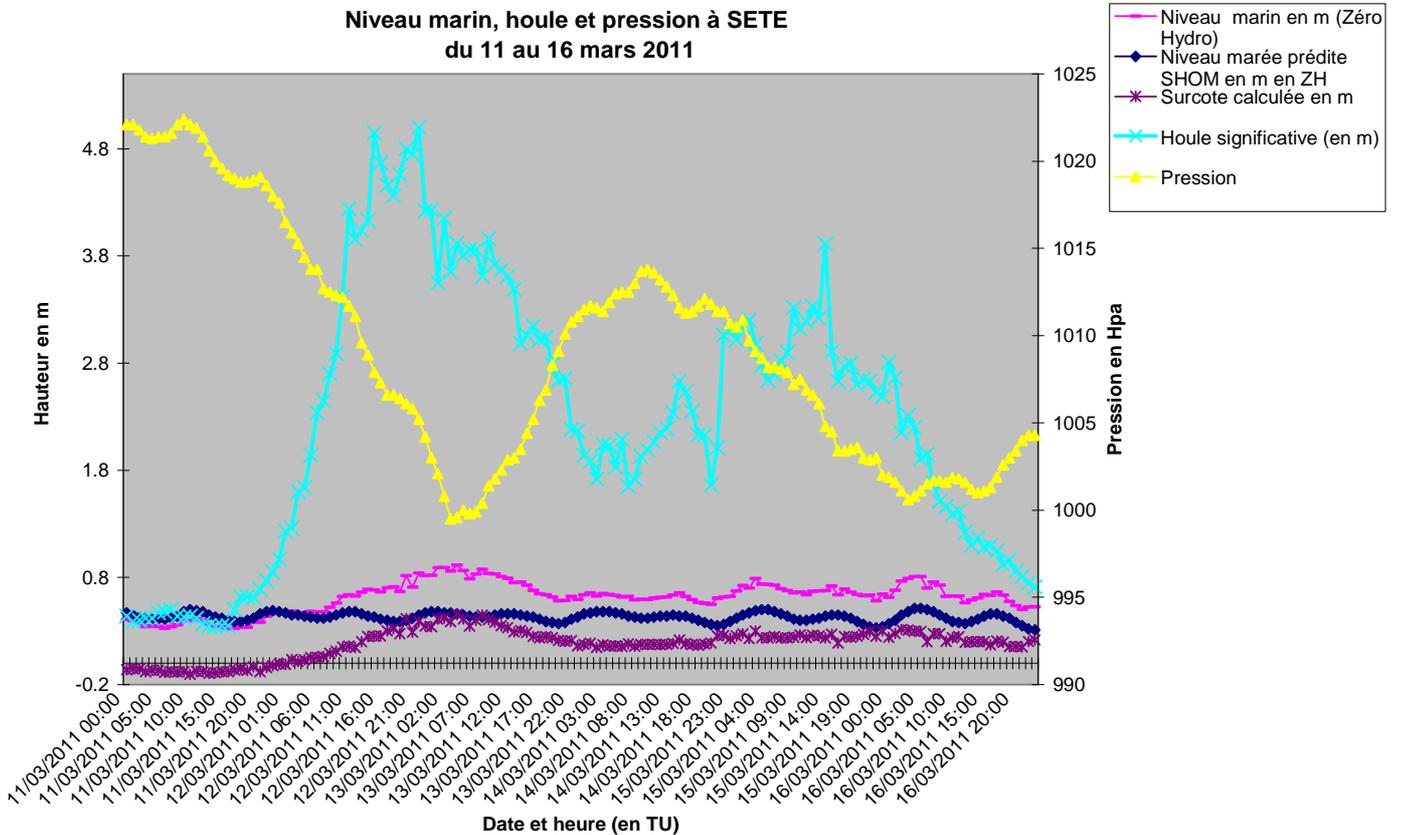
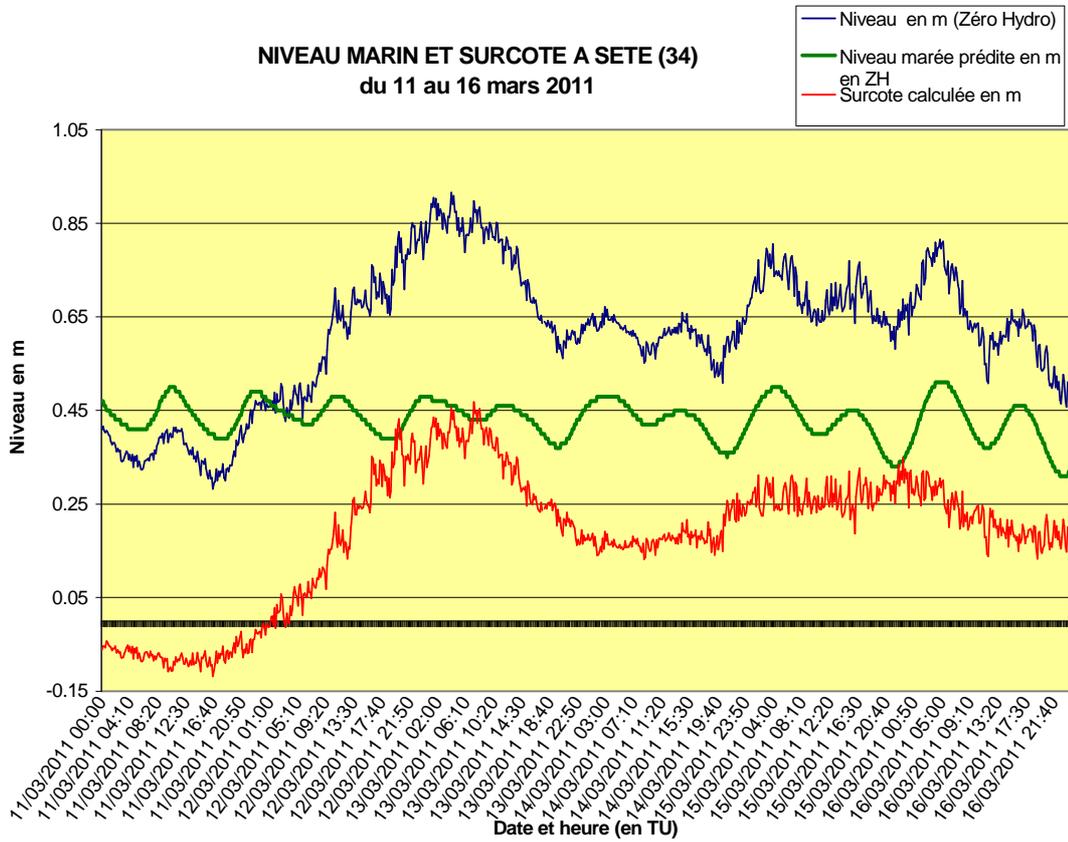
Pour Port-Camargue, les fichiers de prédiction de marée sont issus du modèle de marée, donc beaucoup moins fiables en attendant leur validation. Le graphique d'évolution de la surcote présenté est donc à prendre à titre indicatif seulement.

**NIVEAU MARIN ET SURCOTE A PORT VENDRES (66)  
du 11 au 16 mars 2011**

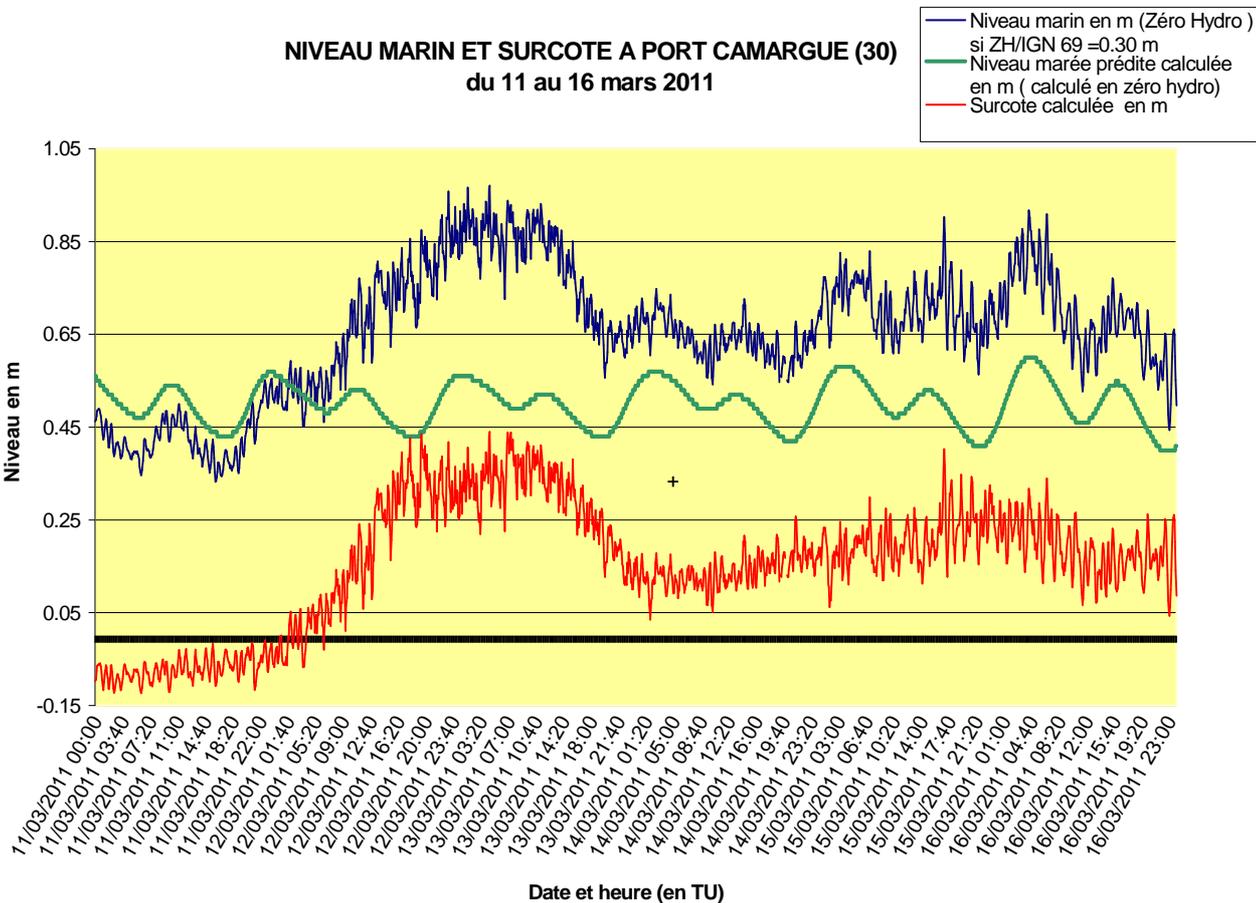


**Niveau marin, houle et pression à PORT- VENDRES  
du 11 au 16 mars 2011**

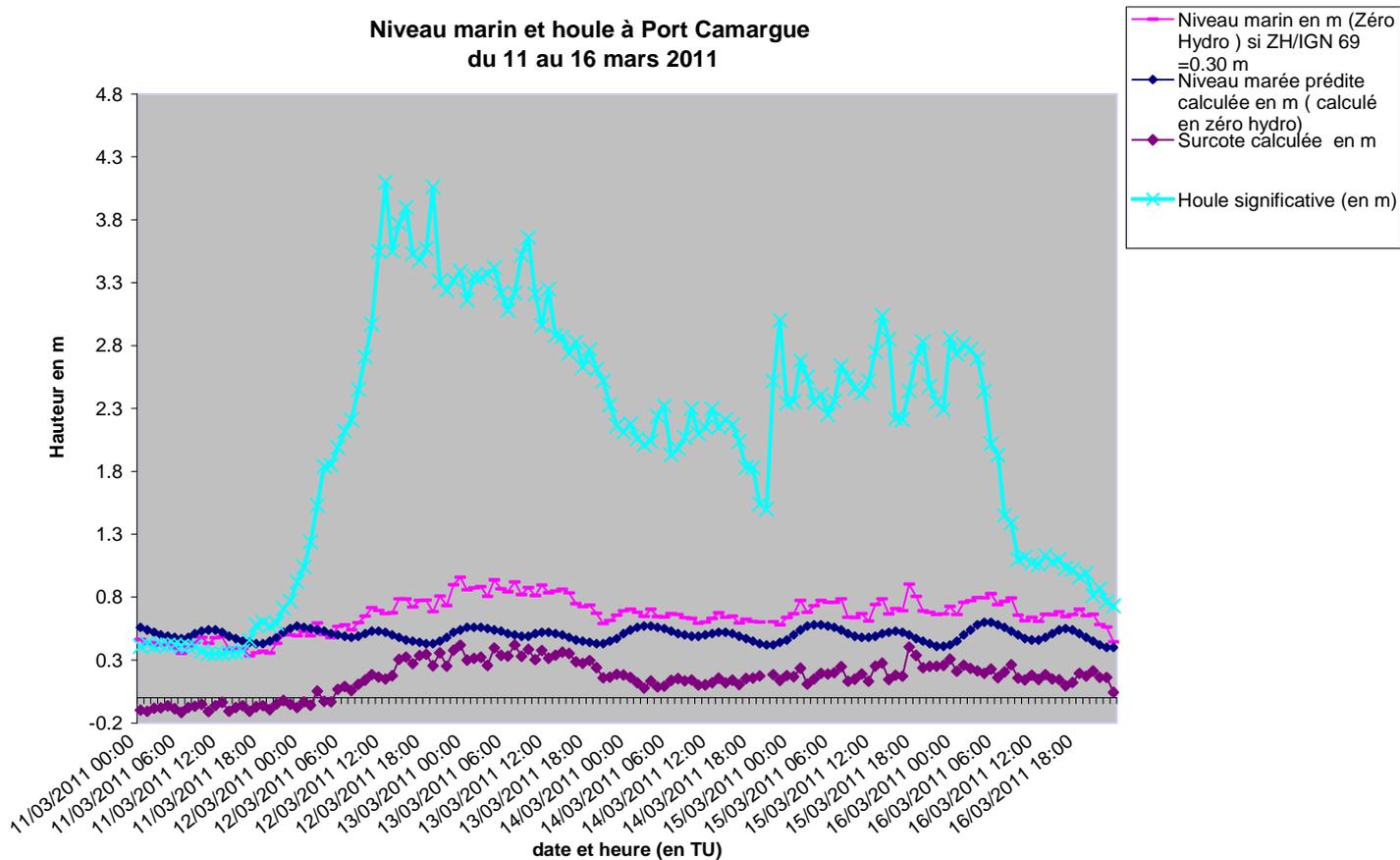




**NIVEAU MARIN ET SURCOTE A PORT CAMARGUE (30)  
du 11 au 16 mars 2011**



**Niveau marin et houle à Port Camargue  
du 11 au 16 mars 2011**



**N.B :** On constate que les données issues du dispositif de mesure situé à Port-Camargue intègre les variations de niveau des vagues. Les données sont en effet acquises à l'intérieur du bassin du port et non moyennées (une donnée seconde toutes les 5 mn).

Compte tenu de ces éléments et du raisonnement de calcul de la surcote cela conduit à envisager les surcotes maximales suivantes pour les 13 et 15 mars :

- le 13 mars 2011

- 0,393 m à Port-Vendres
- 0,468 m à Sète
- 0,440 m à Port-Camargue (attention, vraiment à prendre avec précaution!)

- le 15 mars 2011

- 0,385 m à Port-Vendres
- 0,348 m à Sète
- 0,403 m à Port-Camargue (attention, vraiment à prendre avec précaution!)

On visualise sur les graphiques l'effet de la houle sur la surcote et la variation du niveau d'eau induit par la variation de la pression (*Rappel* : une variation de pression atmosphérique de 1 HPa induit une variation de niveau d'eau de 1 cm).

On voit par exemple qu'à Sète pour le 1<sup>er</sup> pic, au vu des données horaires, le maximum des hauteurs significatives (5,00 m) a été enregistré le 12 mars 2011 à 22h00 et la pression atmosphérique a chuté jusqu'à 999,5 Hpa le 13 mars à 03h00. Puis à 04h00 ont été atteints les maximum de niveau marin (0,916 m ZH) et de surcôte (0,456 m)

Au vu de ces différents éléments d'analyse on constate que les données de surcote « modèle » sont inférieures à celles des surcotes estimées à partir des mesures des marégraphes mais, dans les deux cas, les surcotes maximales ont été atteintes :

- pour le 1<sup>er</sup> pic, entre le 12 mars 18h00 et le 13 mars 12h00
- pour le 2<sup>ème</sup> pic, entre le 15 mars 12h00 et le 16 mars 00h00.

## V ) Analyse de l'événement

En décembre 2009 le CETMEF a réalisé des rapports d'analyse des données de houle correspondant aux résultats d'exploitation des houlographes de Banyuls, Leucate, Sète et Espiguette pour les périodes suivantes :

- Banyuls : mesures du 28/11/2007 au 31/10/2009
- Leucate : mesures du 16/12/2006 au 31/10/2009
- Sète : mesures du 21/05/2003 au 31/10/2009
- Espiguette : mesures du 10/09/2008 au 31/10/2009

Ces rapports sont consultables sur le site Internet de la DREAL LR [http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id\\_article=523](http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=523)

Pour les sites de **Banyuls et de l'Espiguette** mis en service respectivement en 2007 et 2008, l'estimation des houles extrêmes ne pouvait être réalisée, compte tenu de la faible période de données acquises et le rapport s'est plutôt porté sur l'analyse des fortes tempêtes.

**Pour Sète**, à la lecture de ce rapport, les caractéristiques de la houle significative résultant de l'estimation des houles extrêmes, au vu de l'ajustement statistique des extrêmes et de l'approche sécuritaire, sont les suivantes :

- houle annuelle : 4.3 m (intervalle de confiance à 70%: 4.0 m à 4.7 m)
- houle décennale : 6.4 m (intervalle de confiance à 70%: 5.7 m à 7.0 m)
- houle trentennale : 7.3 m (intervalle de confiance à 70%: 6.5 m à 8.1 m)

**La houle observée à Sète ( 5.34 m de hauteur significative) est donc supérieure aux caractéristiques de la houle annuelle. En terme d'amplitude, elle est inférieure aux valeurs enregistrées lors des évènements de décembre 1997 et décembre 2003 mais supérieure à celles enregistrées lors des autres évènements.**

**Pour Leucate**, à la lecture de ce rapport, les caractéristiques de la houle significative résultant de l'estimation des houles extrêmes, au vu de l'ajustement statistique des extrêmes sont les suivantes :

- houle annuelle : 3.9 m (intervalle de confiance à 70%: 3.5 m à 4.4 m)
- houle décennale : 6.1 m (intervalle de confiance à 70%: 5.2 m à 7.0 m)

**NB :** *Le CETMEF indique dans son rapport « la durée d'enregistrement cumulée des mesures étant relativement faible, les résultats issus de l'ajustement statistique des extrêmes sont à considérer avec la plus grande prudence ».*

**Si l'on se base sur ces éléments, la houle observée à Leucate (4.99 m de hauteur significative) est supérieure à l'annuelle. Elle est proche des valeurs de l'intervalle de confiance de la houle décennale, mais, comme indiqué ci-dessus, ces caractéristiques sont à prendre avec la plus grande prudence.**

**Dans tous les cas, la valeur est quasi similaire à celle enregistrée en octobre 2010 (5.00 m), valeur la plus forte enregistrée à Leucate depuis les coups de mer de 2007 et 2008. Le CETMEF avait estimé la période de retour de la tempête des 10 à 11 octobre 2010 à 2 ans.**

Comme indiqué précédemment les hauteurs de houles mesurées à Sète ( 5.34 m de hauteur significative) et Leucate (4.99 m de hauteur significative) sont plus importantes que celles mesurées à Banyuls (4.45 m de hauteur significative) et à l'Espiguette (4.10 m de hauteur significative)

La période associée à la houle significative est restée relativement basse malgré l'augmentation de la hauteur significative. Elle est moins importante à l'Espiguette qu'à Sète, Banyuls et Leucate : 9.09 s à Sète, 8.88 s à Banyuls, 8.76 s à Leucate et 7.65 s à l'Espiguette

Comme en 1997, 2003, 2008 et 2010 on peut noter que 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.

Les vents ont été d'une forte intensité et les précipitations importantes pendant cet événement. Cependant, la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer restée relativement élevée et la faiblesse des niveaux marins ont certainement contribué à limiter les effets de ce coup de mer.

## **VI ) Documents photographiques**

### **AGDE le 15 mars 2011**



***Passé d'entrée Port du cap d' AGDE: Houle importante estimée 2,5 à 3 m***



*plage Richelieu (vue vers l'ouest)*

**VIAS (côte Ouest) le 16 mars 2011**



***Ouest de Sainte Geneviève***



***Vue vers l'Est de la plage des mouettes***



***Vue vers l'Est de la plage du Casino***



***Plage du Racou***





*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Direction régionale  
de l'Environnement,  
de l'Aménagement  
et du Logement

LANGUEDOC  
ROUSSILLON