



# Analyse des coups de mer sur le littoral Languedoc- Roussillon du 23 octobre au 06 novembre 2011



GRAU DU ROI (plage du Boucanet) le 24 octobre 2011

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

Ressources, territoires et habitats  
Prévention des risques  
Énergie et climat  
Développement durable  
Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir

## 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 ) INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>II ) DESCRIPTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>4</b>
<b>III ) LES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES.....</b>	<b>6</b>
III.1 ) LE VENT.....	7
III.2 ) LA PRESSION BAROMÉTRIQUE.....	8
<b>IV ) LES DONNÉES MARINES.....</b>	<b>9</b>
IV.1 ) LA HOULE .....	9
IV.2 ) LES NIVEAUX MARINS.....	19
IV.2.1 ) Les mesures numériques.....	19
IV.2.2 ) La surcote.....	21
<b>V ) ANALYSE DE L'ÉVÉNEMENT .....</b>	<b>37</b>
<b>VI ) DOCUMENTS PHOTOGRAPHIQUES .....</b>	<b>38</b>

## I ) Introduction

Entre le 23 octobre et le 06 novembre 2011 le Languedoc Roussillon a subi un épisode météorologique marquant avec plusieurs épisodes Cévenol. Au cours de ces événements a été enregistrée une baisse de la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer, accompagnée de vents très forts de secteur Est à Sud Est, de vagues de secteur Est à Sud Est et de fortes pluies 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, mars 2011.

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 du Gard, de Hérault et de l'Aude
- l'EID Méditerranée
- la DREAL Languedoc-Roussillon

### **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+2 jusqu'au 30 octobre 2011 avant 03h00 puis TU +1).*

## II ) Description générale

Entre le 23 octobre et le 06 novembre 2011 plusieurs épisodes Cévenol ont touché le Languedoc Roussillon. Au cours de cette période ont été enregistrées deux chutes successives de la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer sur fin octobre et une troisième début novembre.

- 1<sup>er</sup> épisode Cévenol du 23 au 24 octobre

Dès le 23 octobre et jusque dans la nuit du 24 au 25 octobre (entre 23h00 et 01h00), on note une 1<sup>ère</sup> baisse progressive de la pression : on passe de valeurs >1017 Hpa à des valeurs entre 998,5 et 1001,2 Hpa.

Le 24 octobre, cette dépression est accompagnée de vents essentiellement Sud Est, force 7 à 8, et de fortes précipitations.

Le 24 octobre après-midi, METEO France active une alerte orange pluie- inondation sur le Gard et l'Hérault valable à compter de 16h00 jusqu'au 25 octobre 06h00. Côté littoral, il s'agit d'une alerte jaune le long des côtes de l'Hérault, de l'Aude et du Gard.

L'état de la mer s'est renforcé et un 1er pic de houle est observé le **24 octobre**. La houle de secteur Est a atteint le 24 octobre **3,36 m** de hauteur significative à l'Espiguette (mesurée à 16h00), **3,79 m** à Sète (mesurée à 13h00), **4,09 m** à Leucate (mesurée à 17h30) et **3,21 m** à Banyuls (mesurée à 17h30).

Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

Dans la nuit du 24 au 25 octobre, les vents mollissent, tournent Nord Ouest ( force 2 à 3) au Sud du Cap d'Agde mais restent Sud Est ( force 5 à 6) au Nord. La pression remonte progressivement et les intempéries s'éloignent vers l'Italie.

La houle s'atténue aussi progressivement jusqu'au 26 octobre matin (entre 09h30 et 11h00) sur Leucate et Banyuls et dans l'après-midi (entre 14h30 et 17h00 ) sur Sète et l'Espiguette.

- 2ème épisode Cévenol du 27 au 28 octobre

Le 26 octobre, fin de matinée, jusqu'au 27 octobre aux environs de 16h00, on note une 2<sup>ème</sup> baisse progressive de la pression, moins importante. on passe de valeurs >1015 Hpa à des valeurs proches de 1010 Hpa.

Cette dépression est accompagnée de vents qui passent Est à Sud Est sur l'ensemble du littoral en fraîchissant (force 5 à 6, localement 7 au large) le 26 octobre dans la journée puis Sud-Est (force 5 à 6, localement 7 au large) le 27 octobre, fraîchissant temporairement force 8 au large entre Sète et les côtes de la Camargue, puis Est à Sud Est dans la nuit.

Le 27 octobre matin, METEO France place les départements de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées-Orientales en vigilance orange pour risque de fortes pluies orageuses jusqu'au 28 octobre à 22h00. En parallèle, les départements de l'Hérault et de l'Aude sont en vigilance orange pour risque inondations.

La mer s'est aussi renforcée et un 2<sup>ème</sup> pic de houle est observé la nuit du **27-28 octobre**. La houle de secteur Est a atteint **3,18 m** de hauteur significative à l'Espiguette (mesurée le 27 octobre à 23h30), **2,90 m** à Sète (mesurée le 27 octobre à 23h30), **3,61 m** à Leucate (mesurée le 28 octobre à 03h30) et **3,58 m** à Banyuls (mesurée le 28 octobre à 07h30).

Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

Dans la nuit du 27 au 28 octobre le vent d'Est à Sud Est devient variable près du littoral (force 3 à 4 parfois 5 ) et de secteur Est au large (force 5 à 7). Le 28 octobre, METEO France annonce un flux d'Est à Nord Est assez fort du Golfe du Lion aux côtes de la Corse.

La pression remonte progressivement et atteint des valeurs avoisinant 1023 Hpa le 29 octobre aux environ de 10h00. Le vent mollit et passe de secteur Nord. Les précipitations se calment.

La houle s'atténue progressivement jusqu'au 30 octobre matin (entre 07h30 et 12h00) sur Leucate, Sète et l'Espiguette et dans l'après-midi à 15h30 sur Banyuls.

- Du 1<sup>er</sup> au 06 novembre, plusieurs épisodes Cévenols

On note ensuite une nouvelle baisse de la pression du 29 octobre matin au 04 novembre en fin d'après-midi : on passe de valeurs avoisinant 1023 Hpa à des valeurs proches de 996 Hpa. Il est à signaler que du 29 octobre au 02 novembre matin aux environ de 09h00 la pression est restée >1014 Hpa.

A compter du 31 octobre le vent s'oriente Sud Est à Est, faible à modéré, et passe Sud Est modéré à assez fort au cours des 3 et 4 novembre ( force 3 à 5 de Cerbère à Agde, force 6 à 7 d'Agde à Port-Camargue)

Des alertes météo sont activées par METEO France pour la 1<sup>ère</sup> semaine de novembre suites aux fortes précipitations et risques d'inondation. On note notamment

- 1er novembre : alerte orange pluie inondation dans le département de l'Hérault
- 03 novembre : vigilance orange activée dans les départements du Gard et de l'Hérault en raison de l'épisode pluvieux en cours. En parallèle vigilance crue orange émise par les services de prévision des crues.

L'après-midi le département de l'Hérault passe en alerte rouge crue et pluie inondation mais le Gard reste en alerte orange.

Le littoral de l'Aude au Var en passant par l'Hérault, le Gard et les Bouches-du-Rhône est en alerte jaune à la houle et au vent.

De plus, l'Aude, les Pyrénées-Orientales sont placés sous vigilance jaune à enjeu de sécurité pour un risque de fortes précipitations et vague/submersion.

Cet épisode Cévenol est remarquable par son étendue et sa durée.

La mer s'est aussi renforcé et un nouveau pic de houle est observé le 03 novembre 2011. La houle de secteur Est a atteint 3,90m de hauteur significative à l'Espiguette (mesurée à 20h00), **2,82 m** à Sète (mesurée à 18h30), **3,68 m** à Leucate (mesurée à 18h00) et **2,91 m** à Banyuls (mesurée à 16h30).

Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

Puis la pression remonte progressivement et atteint des valeurs >1000 Hpa le 05 novembre dans la matinée.

Le 05 novembre, les vents mollissent, tournent Nord Ouest de Cerbère à Agde et s'orientent au Nord sur l'ensemble du littoral le 06 novembre.

La houle s'atténue également mais moins progressivement car on constate encore jusqu'au 06 novembre deux légers pics de houle :

- le 1<sup>er</sup> a lieu dans la nuit du 04 au 05 novembre. La houle atteint encore **3,75 m** de hauteur significative à l'Espiguette ( le 04 novembre à 18h30), **2,36 m** à Sète ( le 04 novembre à 21h00), **2,64 m** à Leucate ( le 05 novembre à 02h00), **2,32 m** à Banyuls ( le 04 novembre à 23h00).
- le 2<sup>ème</sup> a lieu le 06 novembre matin et concerne seulement le secteur sud du littoral : la houle atteint **2,13 m** de hauteur significative à Leucate et **2,64 m** à Banyuls à 06h30 pour s'atténuer progressivement.

Cette houle était associée à une surélévation du plan d'eau moyen.

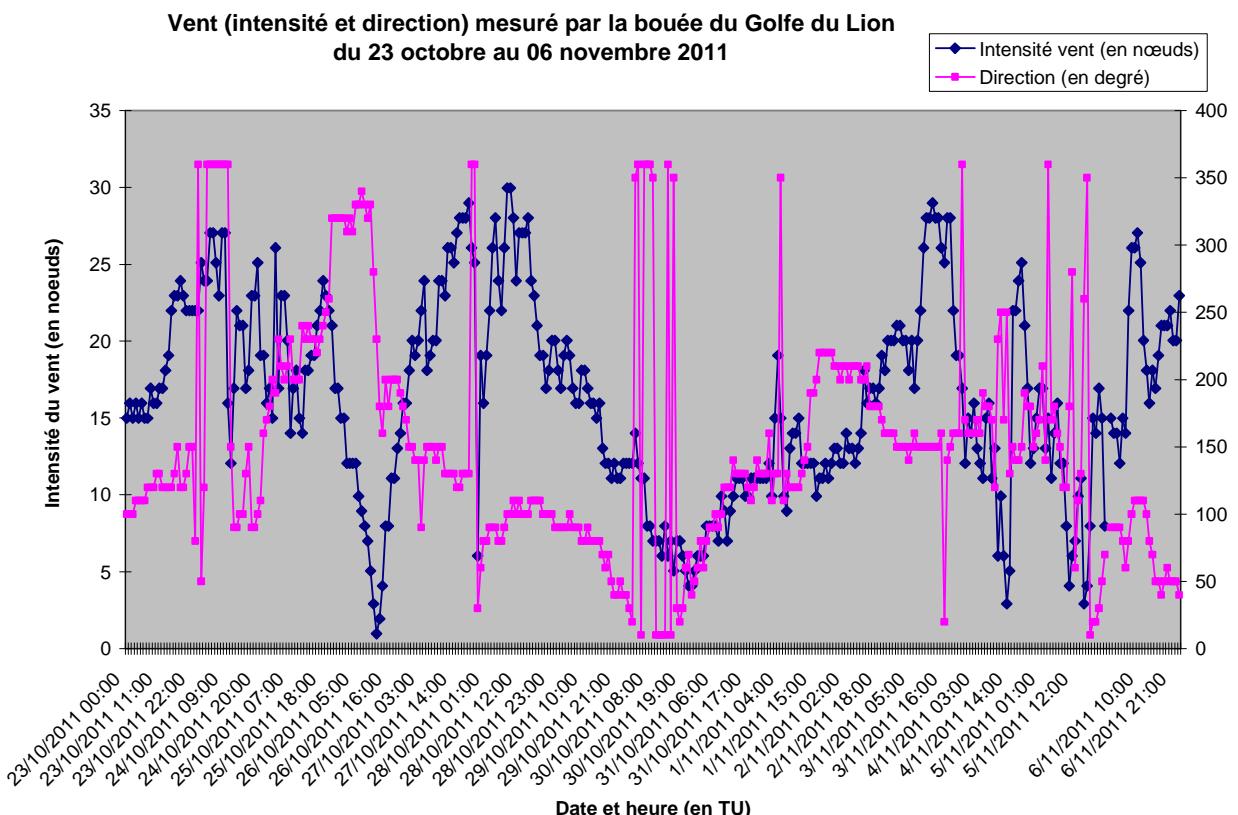
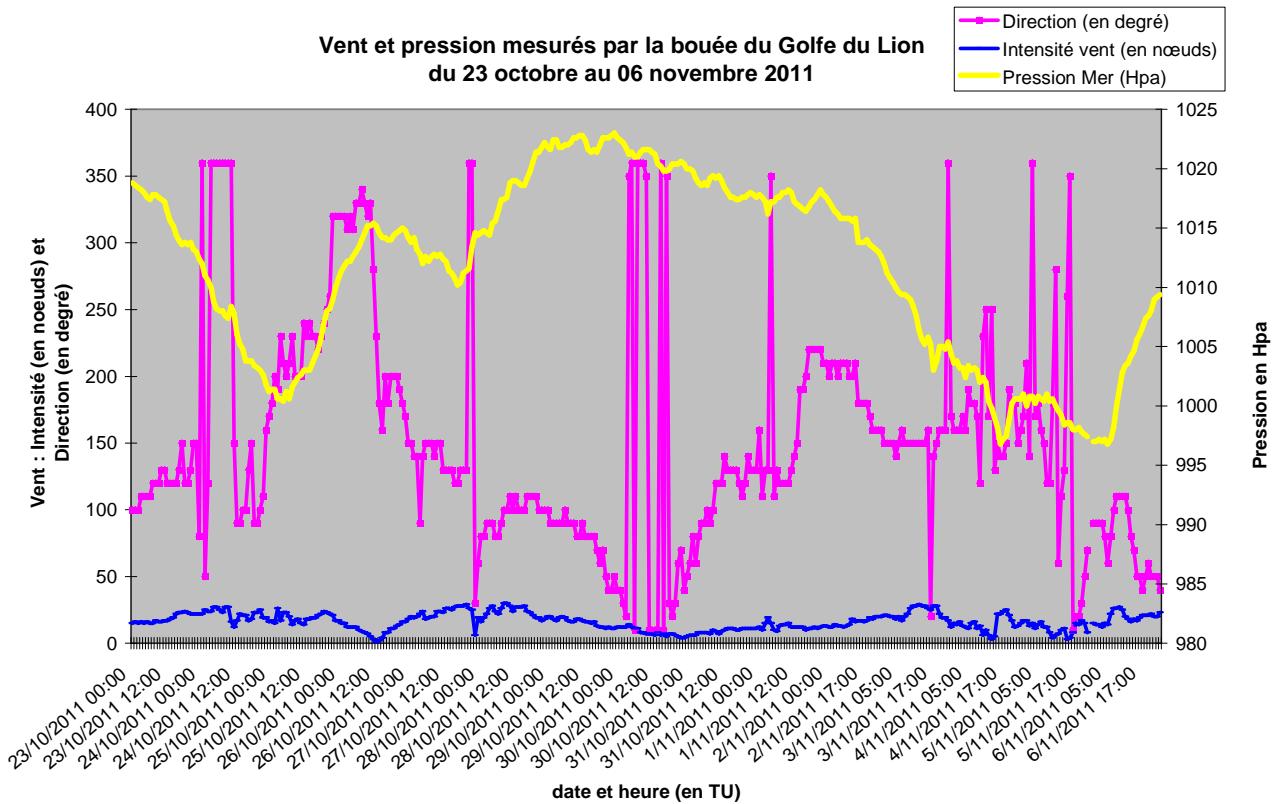
### III ) Les données météorologiques

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 23 octobre au 06 novembre 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



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

- le 24 octobre entre 01h00 et 09h00 : 27 nœuds (50 km/h) à 05h00 en vent moyen sur 10 minutes.
- le 27 octobre entre 12h00 et 20h00 : 29 nœuds (54 km/h) à 19h00 en vent moyen sur 10 minutes.
- le 28 octobre entre 04h00 et 15h00 : 30 nœuds (56 km/h) à 08h00 en vent moyen sur 10 minutes.
- le 03 novembre entre 09h00 et 18h00 : 29 nœuds (54 km/h) à 12h00 en vent moyen sur 10 minutes.
- le 06 novembre entre 07h00 et 10h00 : 27 nœuds (50 km/h) à 09h00 en vent moyen sur 10 minutes.

Le 23 octobre le vent est de secteur Sud Est mais passe de secteur Nord en 2<sup>ème</sup> partie de nuit pendant quelques heures où on atteint le maximum de vent enregistré pour le 24 octobre.

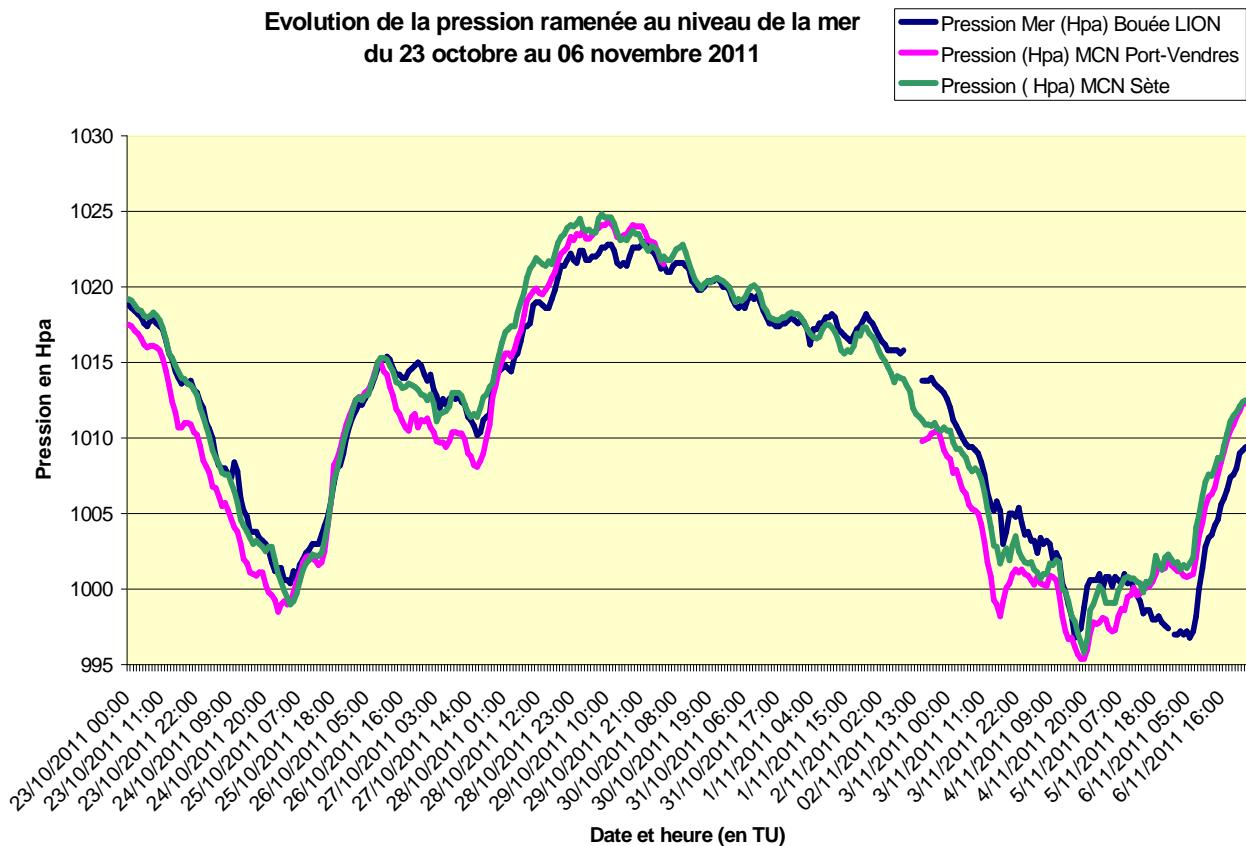
Hormis ce passage, pendant la période de l'événement la direction du vent enregistrée par la bouée est essentiellement de secteur Est à Sud Est quand les vents enregistrés sont les plus forts.

### ***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 notamment dans le port de Sète. En effet, le marégraphe de Port-Vendres n'a pas enregistré l'intégralité des mesures de pression dans le port de Port-Vendres sur la période de l'événement (données manquantes du 30 octobre à 04h20 au 02 novembre à 15h00).

Pendant tout l'épisode les pressions sont restées élevées (>995 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.

- 1<sup>ère</sup> baisse progressive de la pression le 23 octobre jusque dans la nuit du 24 au 25 octobre (entre 23h00 et 01h00) : on passe de valeurs >1017 Hpa à des valeurs entre 998,5 et 1001,2 Hpa. La pression remonte ensuite progressivement et atteint des valeurs >1015 Hpa le 26 octobre aux environ de 09h00;
- 2<sup>ème</sup> baisse progressive de la pression, mais moins importante, le 26 octobre fin de matinée jusqu'au 27 octobre aux environs de 16h00 où l'on atteint des valeurs proche de 1 010 Hpa. La pression remonte progressivement et atteint des valeurs avoisinant 1023 Hpa le 29 octobre aux environ de 10h00;
- 3<sup>ème</sup> baisse de la pression du 29 octobre matin au 04 novembre en fin d'après-midi : on passe de valeurs avoisinant 1023 Hpa à des valeurs proches de 996 Hpa. Cette baisse est beaucoup moins progressive car il faut signaler que du 29 octobre au 02 novembre matin aux environ de 09h00 la pression est restée >1014 Hpa. La pression remonte progressivement ensuite et atteint des valeurs >1000 Hpa le 05 novembre dans la matinée.



## IV ) Les données marines

### IV.1 ) *La houle*

Ces données de houle proviennent :

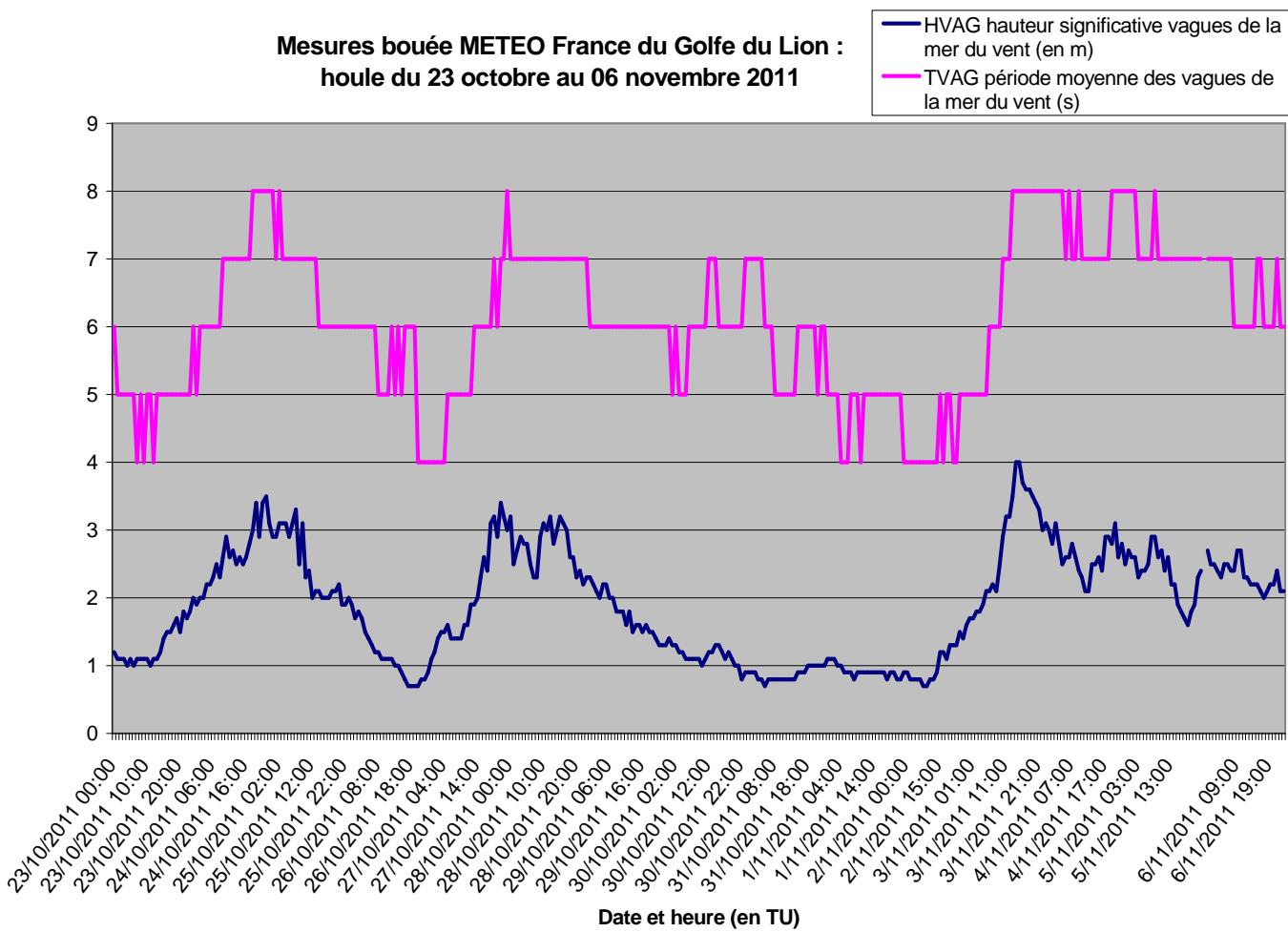
- des houlographes directionnels gérés par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Languedoc-Roussillon qui sont situés :
  - à Banyuls par 50 m de fond (position 42°29.369'N et 03°10.061'E) ;
  - à Leucate par 40 m de fond (position 42°55.000'N et 03°07.500'E) ;
  - à Sète par 30 m de fond (position 43°22.290'N et 03°46.777'E) ;
  - au Grau du roi (au large de l'Espiguette) par 35 m de fond (position 43°24.660'N et 04°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 trois pics principaux de houle entre le 23 octobre et le 06 novembre 2011. Les valeurs maximum de hauteur significative ont été atteintes les 24 et 27 octobre puis le 03 novembre 2011.

La hauteur significative des vagues qui était restée inférieure ou égale à 1,20 m avec des périodes de 4 à 6 secondes commence à croître le 23 octobre à partir de 15 h00 et atteint son maximum le 24 octobre à 22h00, avec 3,50 m et une période associée de 8 secondes.

Puis elle descend progressivement et atteint 0,70 m le 26 octobre à 17h00 avec une période de 6 secondes avant de croître à nouveau à partir de 21h00, pour atteindre son maximum le 27 octobre à 21h00 avec 3,40 m et une période associée de 7 secondes.

Puis la hauteur significative descend à nouveau progressivement et atteint 0,70 m le 31 octobre à 05h00 avec une période de 6 secondes.

Jusqu'au 02 novembre à 17h00, elle reste à des valeurs entre 0,80 m et 1,20 m avec des périodes de 4 à 6 secondes.

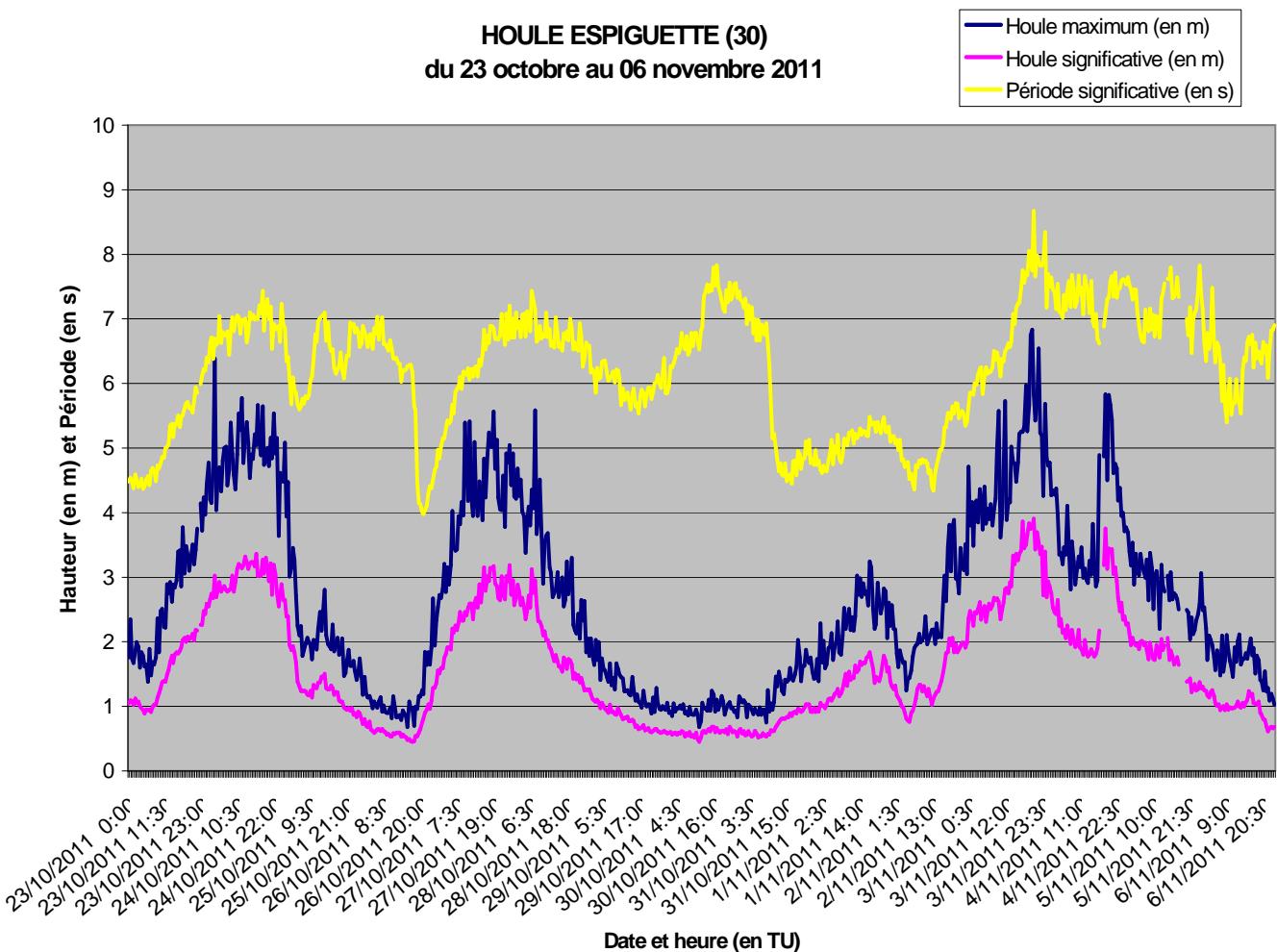
Puis elle croît à nouveau pour atteindre son maximum le 03 novembre à 15h00 avec 4,00 m et une période associée de 8 secondes.

Puis on constate jusqu'au 06 novembre des valeurs de hauteur significative qui restent encore élevées, entre 1,60 m et 3,10 m, et des périodes associées de l'ordre de 7 à 8 secondes. On note 3,10 m avec une période associée de 8 secondes le 04 octobre à 20h00, 2,90 m avec une période associée de 7 secondes le 05 octobre à 07h00 et 2,70 m avec une période associée de 7 secondes le 06 octobre à 00h00.

### 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>

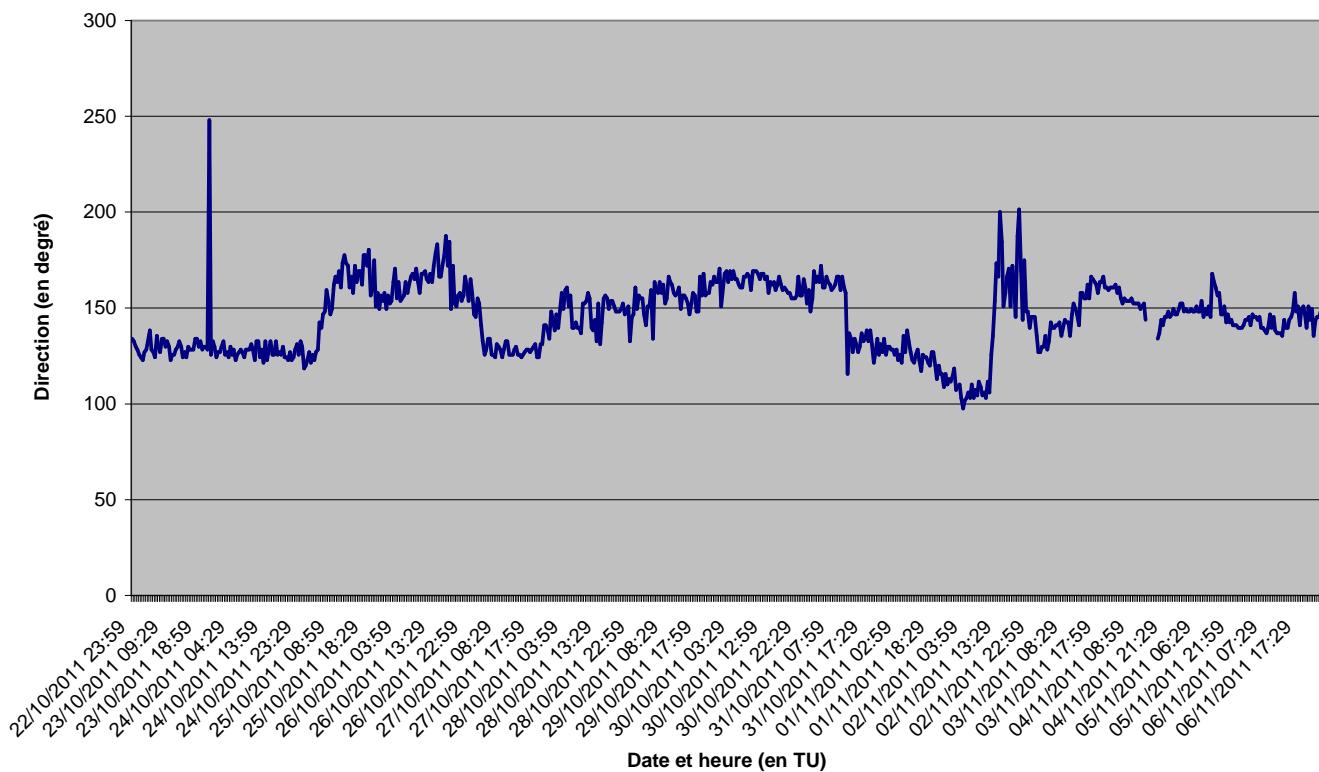


<sup>a</sup> Hauteur significative de la houle ( $H_{1/3}$ ) : hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes.

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

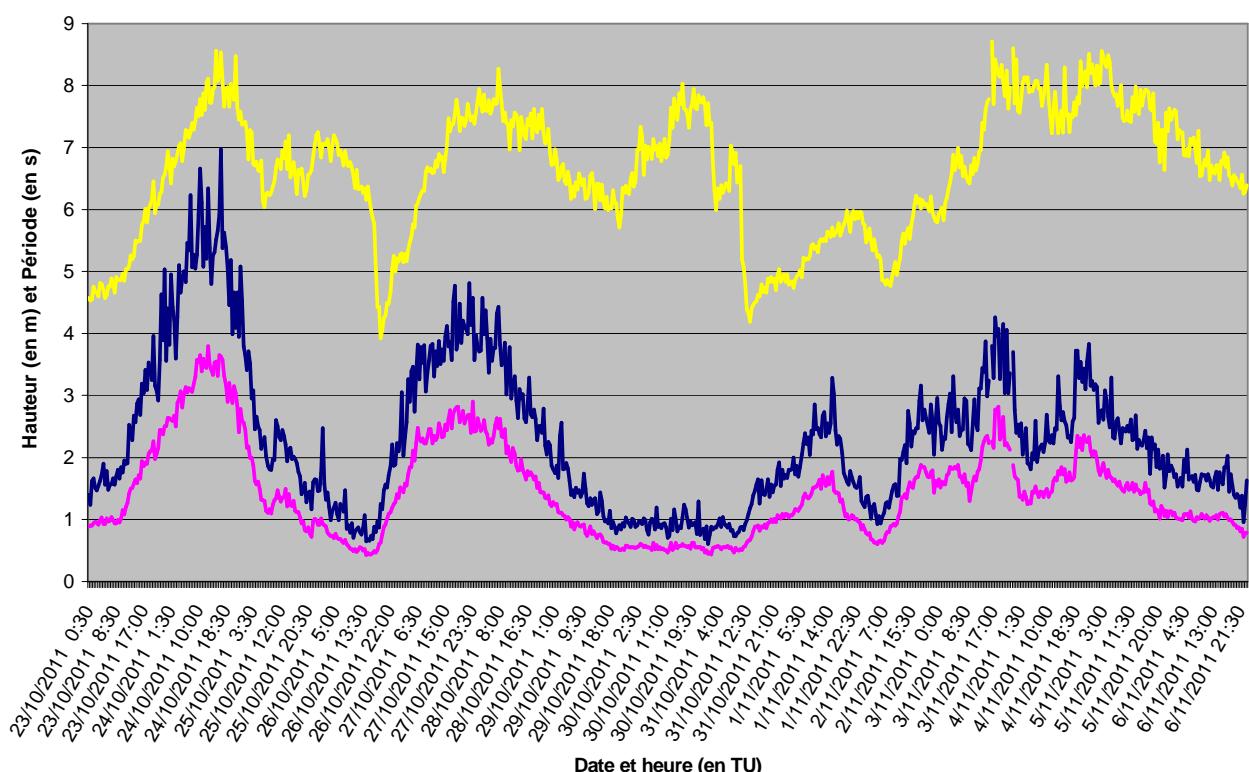
**DIRECTION HOULE ESPIGUETTE (30)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

Direction (en degré)



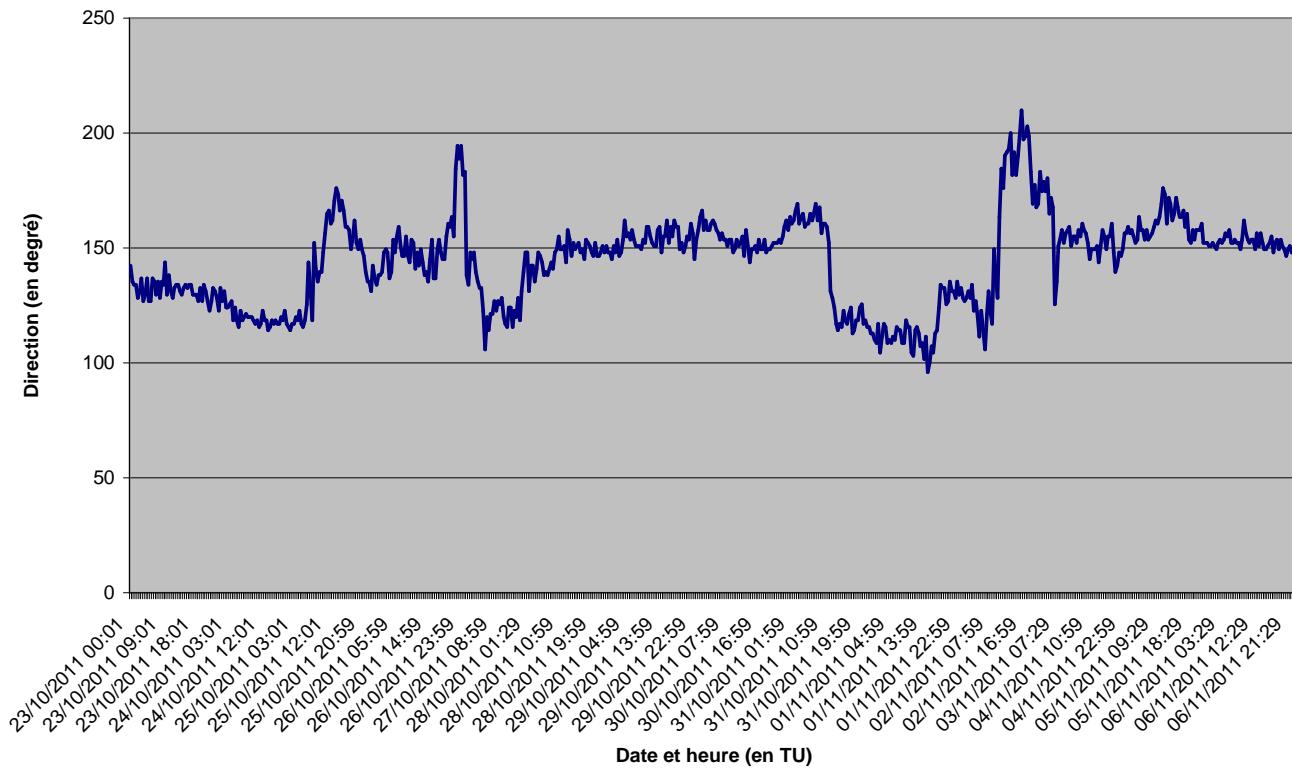
**HOULE A SETE (34)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

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



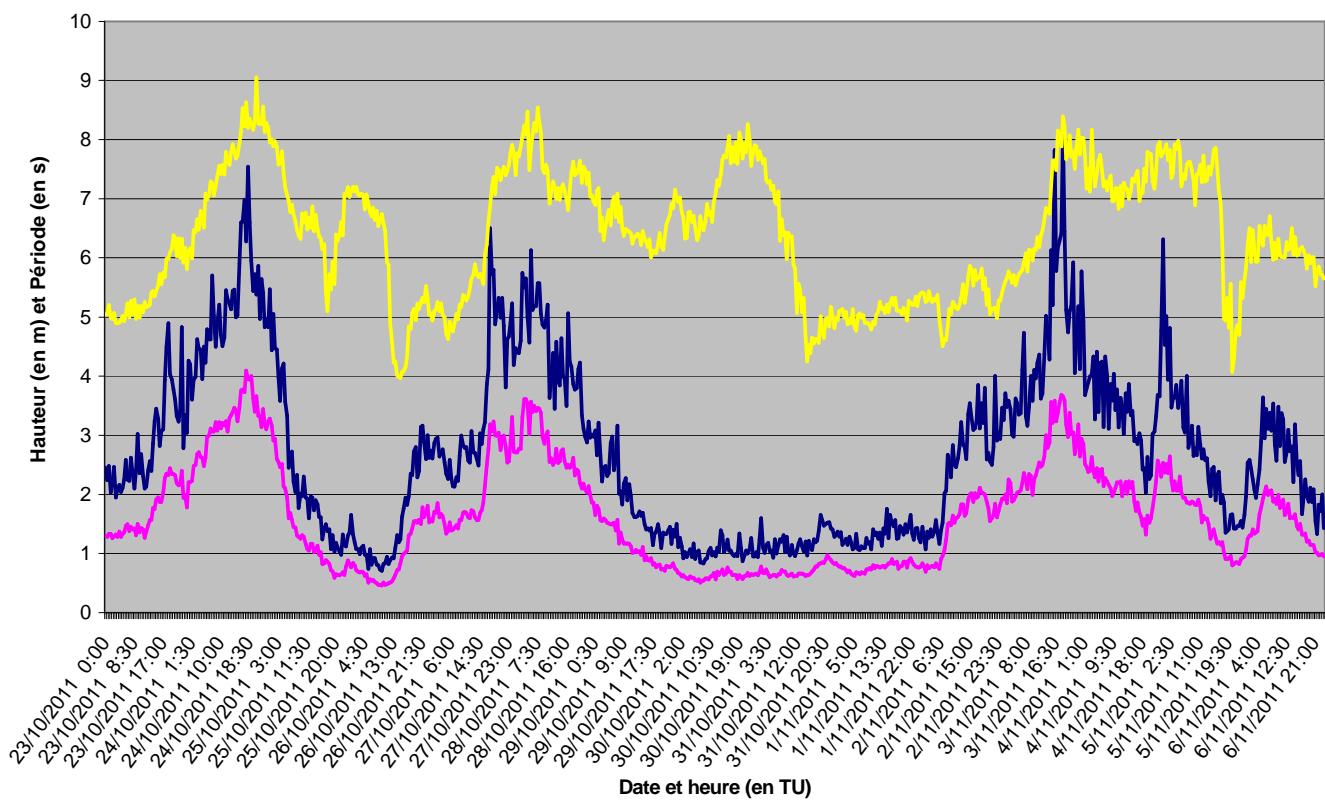
**DIRECTION HOULE SETE (34)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

Direction (en degré)



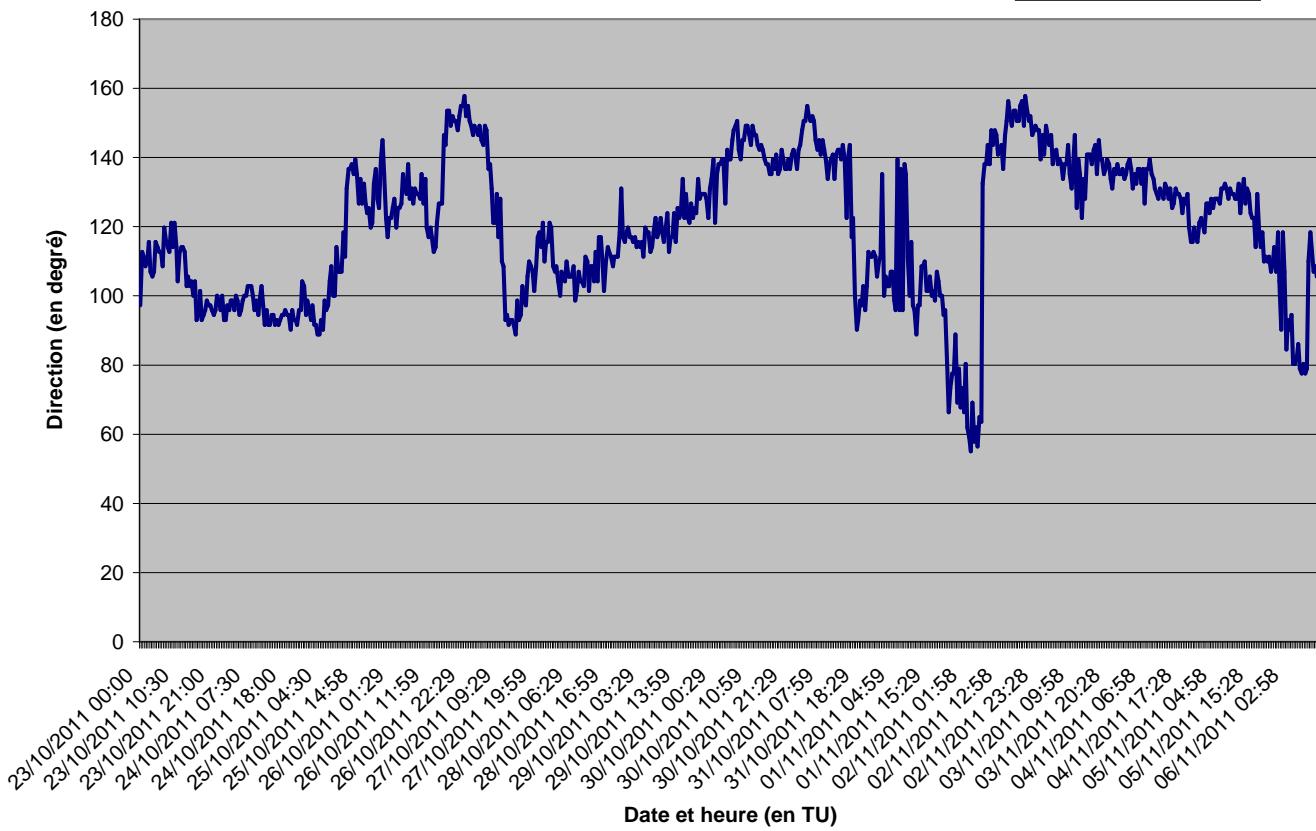
**HOULE LEUCATE (11)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

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



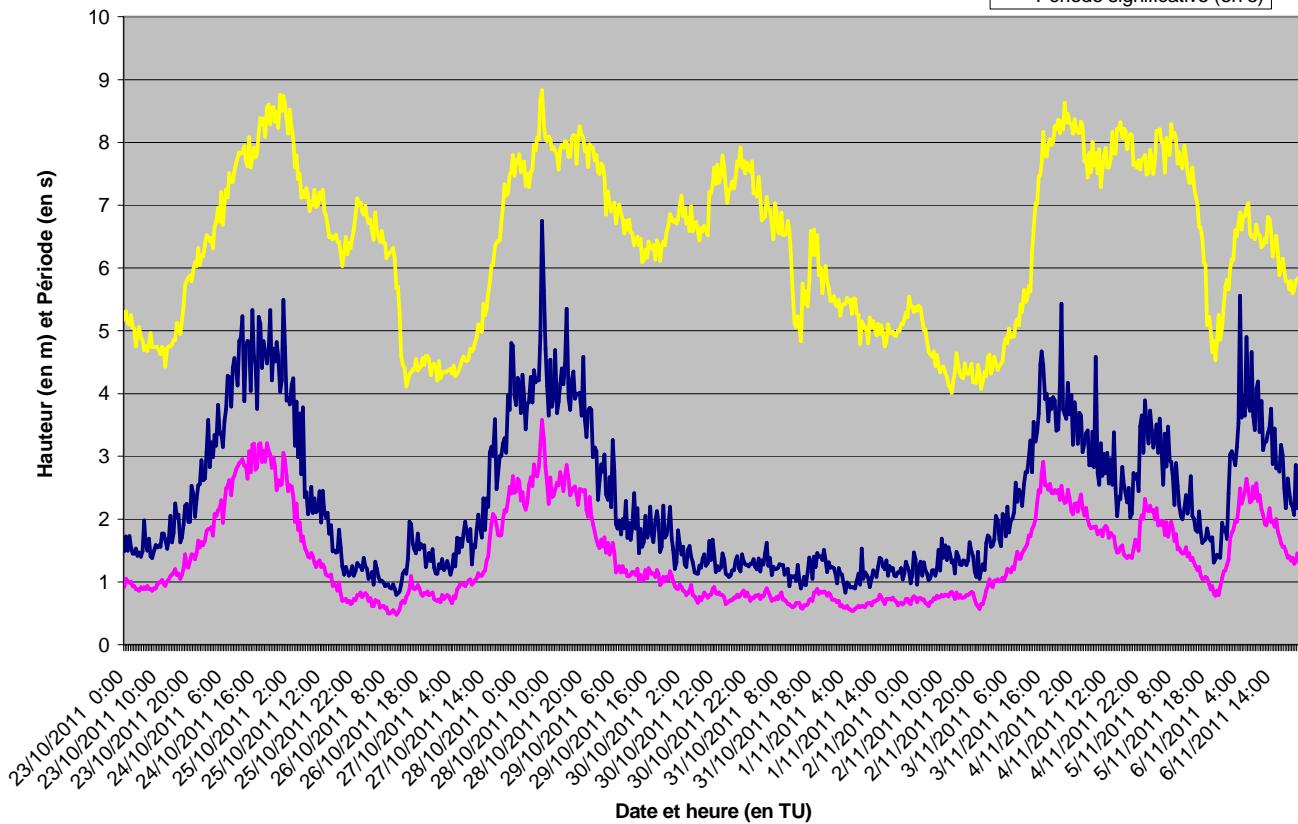
**DIRECTION HOULE LEUCATE (11)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

Direction (en degré)



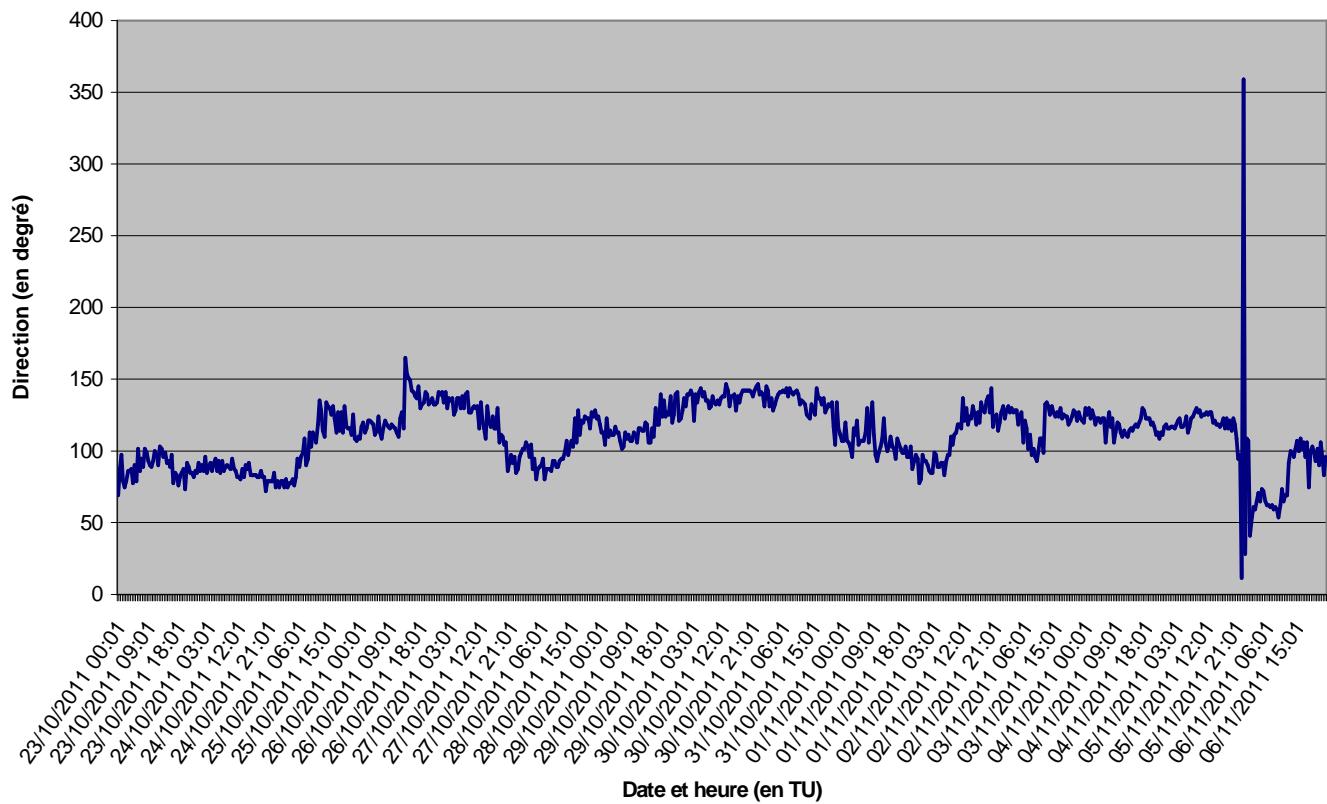
**HOULE A BANYULS (66)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

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

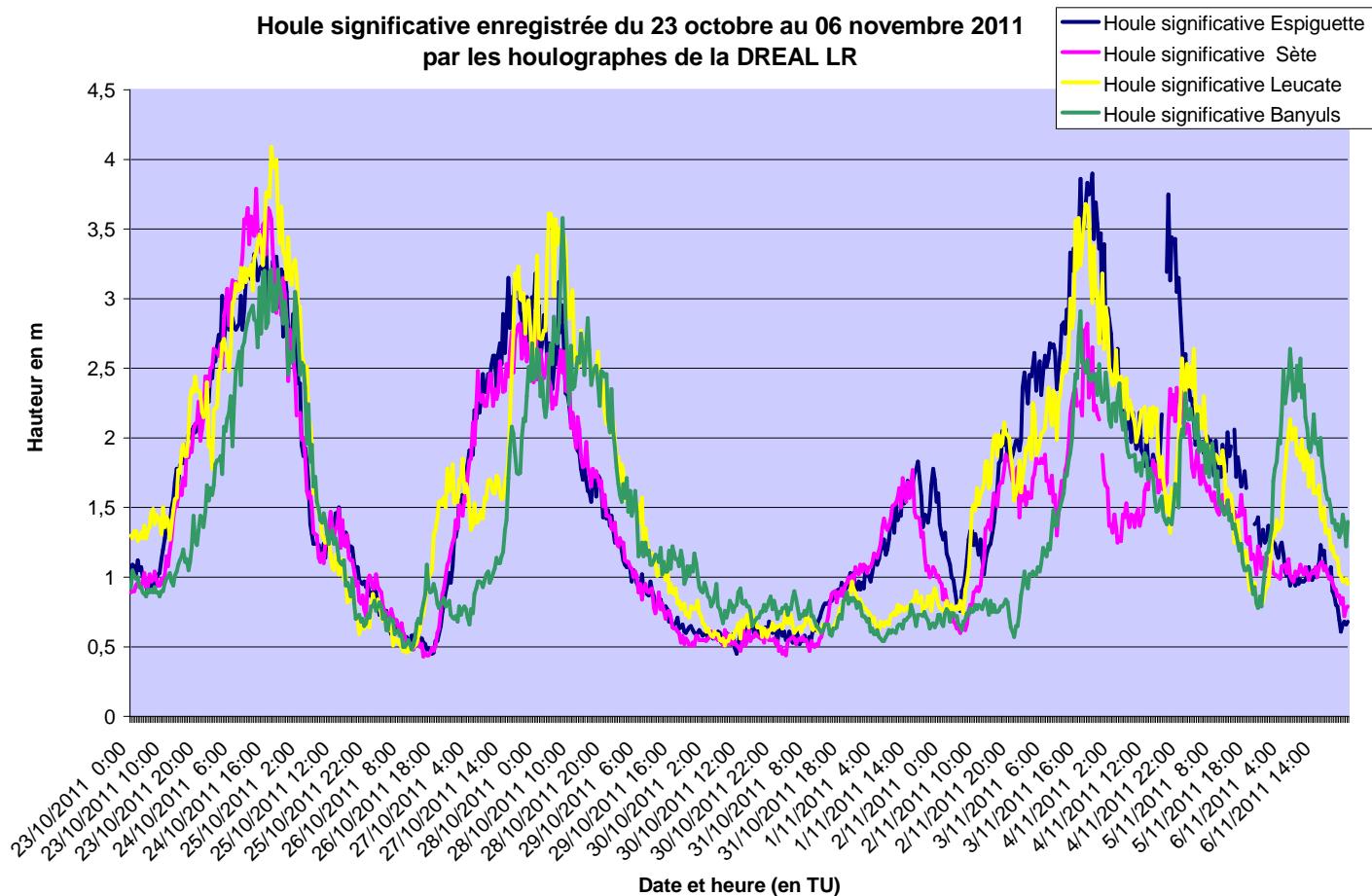


**DIRECTION HOULE BANYULS (66)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

— Direction (en degré)



**Houle significative enregistrée du 23 octobre au 06 novembre 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 23 octobre au 06 novembre 2011 avec trois phénomènes principaux de pic de houle successifs.

Une élévation progressive de la hauteur significative de houle est enregistrée le 23 octobre 2011 en fin de matinée. La phase ascendante s'est poursuivie jusqu'à son maximum le 24 octobre entre 13h00 (à Sète) et 17h30 (à Leucate et Banyuls).

Les 25 et 26 octobre la houle s'atténue avant de reprendre une nouvelle phase ascendante qui atteint son paroxysme dans la nuit du 27 au 28 octobre entre 23h30 (à l'Espiguette et à Sète) et 07h30 (à Banyuls).

Elle s'atténue progressivement jusqu'au 30 octobre matin entre 07h30 et 12h00 (à Leucate, Sète et l'Espiguette) et dans l'après-midi à 15h30 sur Banyuls.

Jusqu'au 02 novembre elle reste relativement constante avec des valeurs inférieures à 1,00 m de hauteur significative sauf pour les sites de l'Espiguette et de Sète qui connaissent un léger pic dans l'après-midi du 01er novembre de l'ordre de 1,80 m.

Puis la houle reprend une nouvelle phase ascendante le 02 novembre matin avec un maximum atteint le 03 novembre entre 16h30 (à Banyuls) et 20h00 (à l'Espiguette).

Elle s'atténue ensuite mais moins progressivement car on constate encore jusqu'au 06 novembre deux autres pics de houle moins importants enregistrés dans la nuit du 04 au 05 novembre entre 18h30 (à l'Espiguette) et 02h00 (à Leucate) puis un nouveau qui concerne essentiellement les sites de Leucate et Banyuls le 06 novembre matin à 6h30.

Compte tenu des données disponibles, les valeurs maximum en hauteur significative ( $H_{1/3}$ ) ont été atteintes :

- pour le 24 octobre, à Leucate avec  $H_{1/3}= 4.09 \text{ m}$
- pour le 28 octobre, à Leucate avec  $H_{1/3}= 3.61 \text{ m}$
- pour le 03 novembre, à l'Espiguette avec  $H_{1/3}= 3.90 \text{ m}$

Concernant la hauteur maximum ( $H_{max}$ ), les valeurs maximun ont été atteintes :

- pour le 24 octobre, à Sète avec  $H_{max} = 6.97 \text{ m}$
- pour le 28 octobre, à Banyuls avec  $H_{max} = 6.75 \text{ m}$
- pour le 03 novembre, à Leucate avec  $H_{max} = 8.13 \text{ m}$

Les directions enregistrées sont essentiellement de secteur Est à Leucate et Banyuls et Sud Est à l'Espiguette et Sète.

#### **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 (WG 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'Equipement 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 évènements connus : les tempêtes de 1997, 1999, 2003, fin 2008, octobre 2010 (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 le 03 novembre (4.00 m avec une période de 8 secondes) est sensiblement le même que celui mesuré le même jour par le houlographe de l'Espiguette (3.90 m avec une période de 8.67 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	23-oct au 06 Nov. 2011
BANYULS	Houle significative	Pas de bouée en service	6.76 m	8.33 m	Pas de bouée en service	4.21 m	7.26 m	2.20 m	2.95 m	3.81 m	4.45 m	3.58 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	8.33 s
	Houle maximum			13.78 m		8.42 m	14.00 m	3.74 m	4.74 m	5.09 m	8.34 m	6.75 m
LEUCATE	Houle significative	Pas de bouée en service	4.56 m	4.72 m	4.71 m	3.35 m	4.22 m	5.00 m	4.99 m	4.09 m		
	Période significative		8.71 s	8.66 s	9.55 s	6.95 s	8.72 s	9.55 s	8.76 s	8.63 s		
	Houle maximum		7.58 m	8.07 m	8.01 m	6.22 m	6.99 m	8.82 m	9.27 m	8.13 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	3.79 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	8.11 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	6.97 m
ESPIGUETTE	Houle significative	Pas de bouée en service				2.37 m	3.41 m	Bouée	Bouée	4.10 m	3,90 m	
	Période significative					7.99 s	7.76 s			7.65 s	8,67 s	
	Houle maximum					3.89 m	6.26 m	hors service	hors service	7.24 m	6.83 m	

## IV.2 )

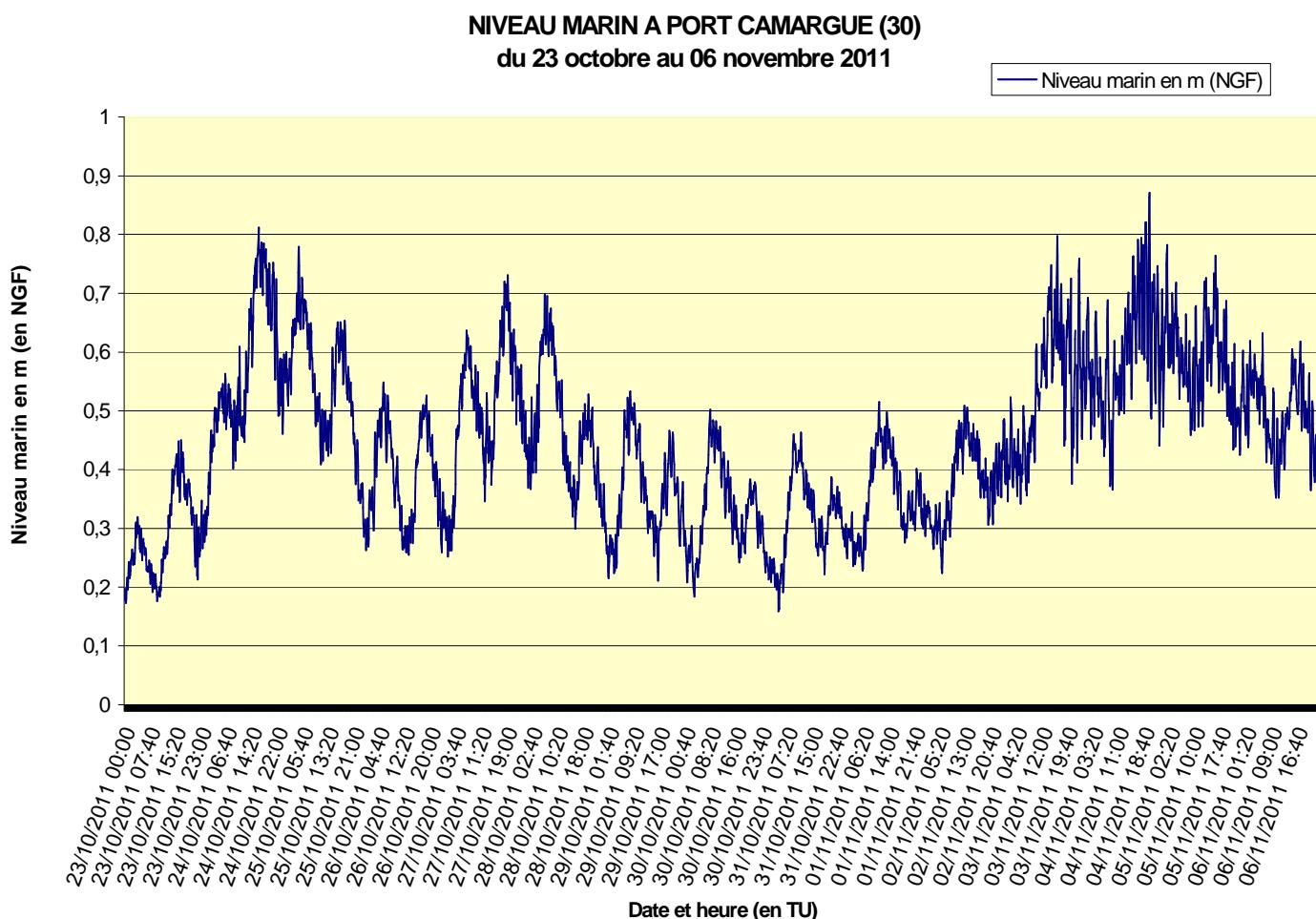
### Les niveaux marins

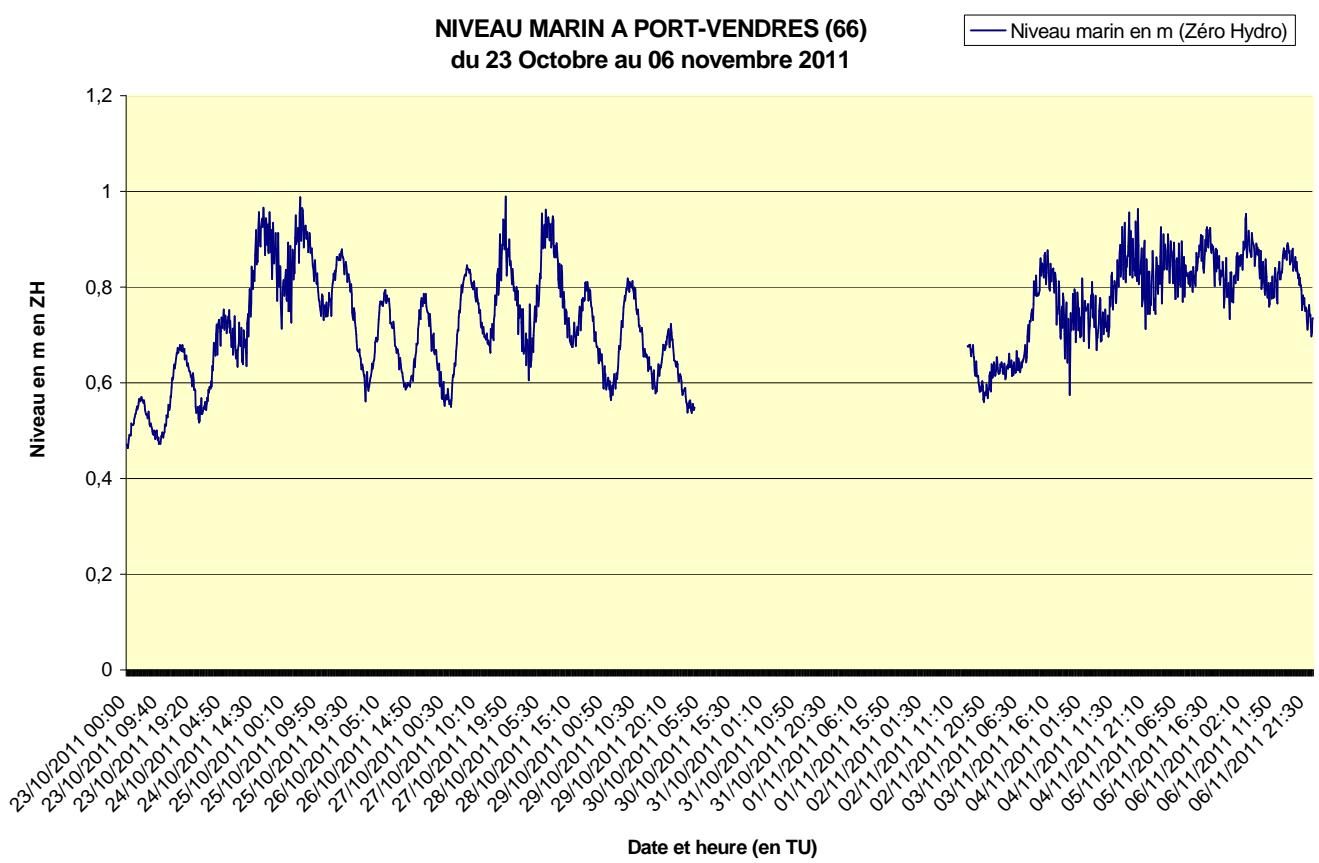
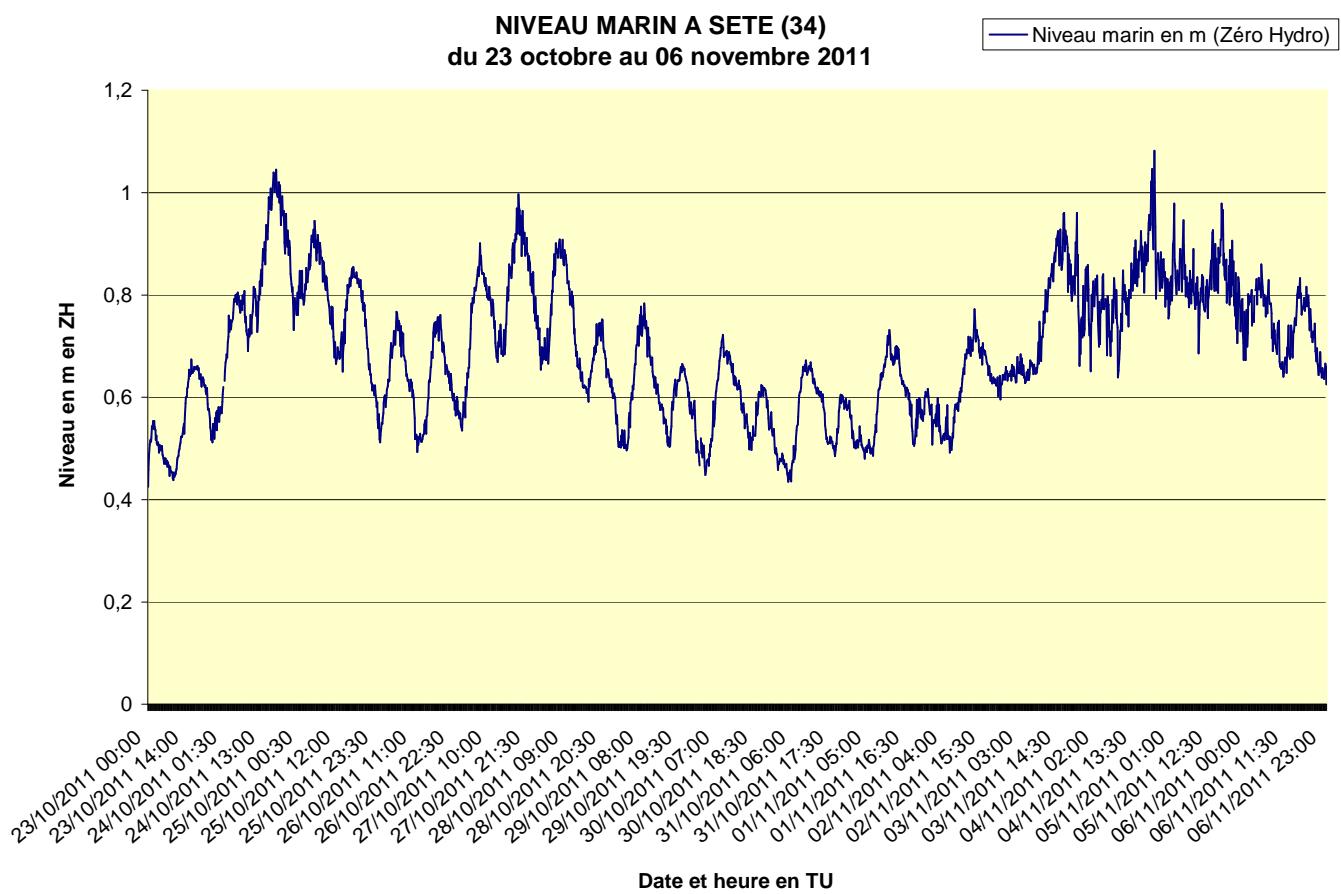
#### IV.2.1 ) Les mesures numériques

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 Prévision 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 le marégraphe de Port-Vendres n'a pas enregistré l'intégralité des mesures dans le port de Port-Vendres sur l'ensemble de la période de l'événement (données manquantes du 30 octobre à 04h20 au 02 novembre à 15h00).





## Rappels:

*Cote du zéro hydrographique dans le système altimétrique légal (ZH/Ref) (en m) - Extrait des dernières Références Altimétriques Maritimes parues dans le document du SHOM « Ouvrage de marée » Edition 2011 :*

- *Banyuls/mer : ZH / IGN 69 =0, 328 m*
- *Port-Vendres : ZH / IGN 69 =0, 391 m*
- *Sète : ZH / IGN 69 =0,297 m*
- *Le Grau du Roi : ZH / IGN 69 =0,360 m*

Ces trois marégraphes ont enregistré le même phénomène d'évolution du plan d'eau sur la période du 23 octobre au 06 novembre 2011 avec deux pic successifs les 24-25 et 27 octobre puis un troisième le 04 novembre 2011.

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

**• pour le 24-25 octobre**

- Port Camargue : 0.812 m NGF le 24 octobre à 16h25 TU
- Sète : 1.045 m Zéro hydro le 24 octobre à 17h20 TU soit 0.748 m NGF
- Port-Vendres : 0,988 m Zéro hydro le 25 octobre à 04h30 TU soit 0,597 m NGF

**• pour le 27 octobre**

- Port Camargue : 0.731 m NGF à 19h20 TU
- Sète : 0,997 m Zéro hydro à 18h50 TU soit 0.70 m NGF
- Port-Vendres : 0,989 m Zéro hydro à 18h50 TU soit 0,598 m NGF

**• pour le 04 novembre**

- Port Camargue : 0.871 m NGF à 20h20 TU
- Sète : 1.082 m Zéro hydro à 19h40 TU soit 0.785 m NGF
- Port-Vendres : 0,963 m Zéro hydro à 18h40 TU soit 0,572 m NGF

### IV.2.2 ) La surcote

L'analyse de la surcote pour la période du 23 octobre au 06 novembre 2011 a été faite à partir :

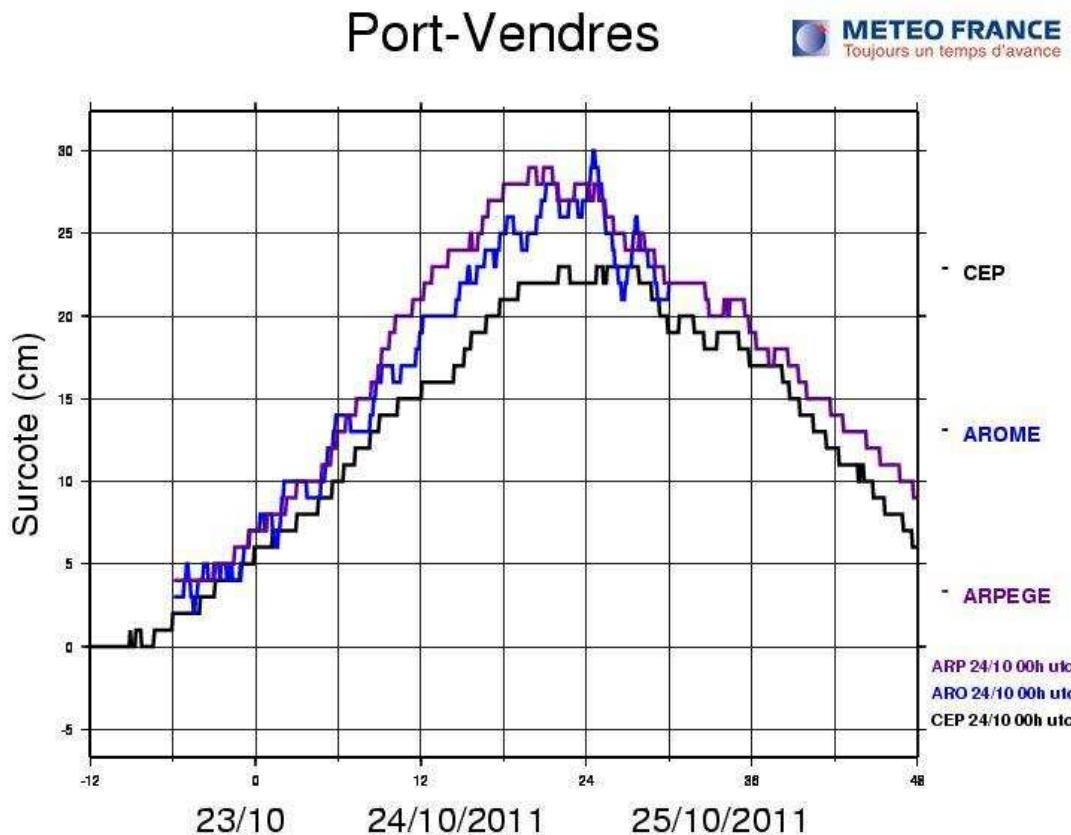
□ des données Météo France du modèle de surcotes sur la Méditerranée Occidentale ( dont le Golfe du Lion). Ces prévisions de surcote sont effectués par Météo France au moyen de 3 modèles de prévision atmosphérique : CEP, Arpège et Arome.

Sont présentées ici les graphes de prévisions de surcote de trois sites de mesures sur les sept implantés sur le littoral Languedoc-Roussillon :

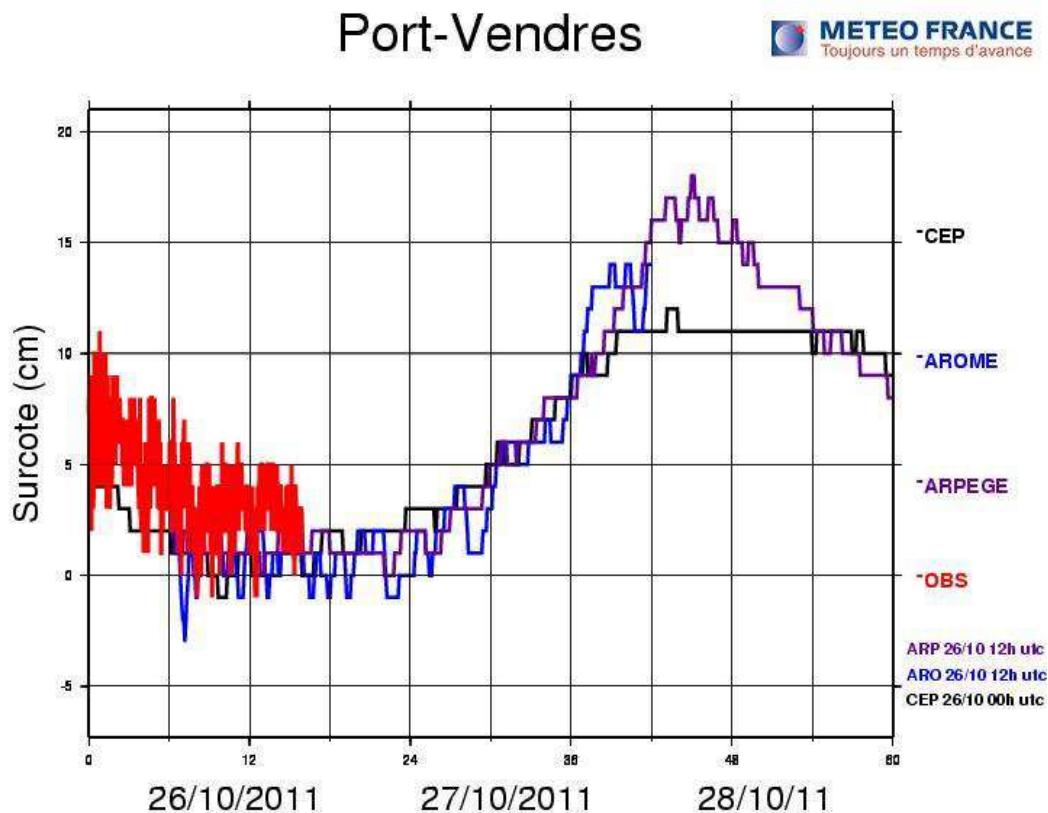
- à Port Camargue (position 43°30'N et 4°05'E )
- à Sète (position 43°20'N et 3°35'E )
- à Port-Vendres (position 43°35'N et 3°05'E )

□ 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 23 octobre au 06 novembre 2011

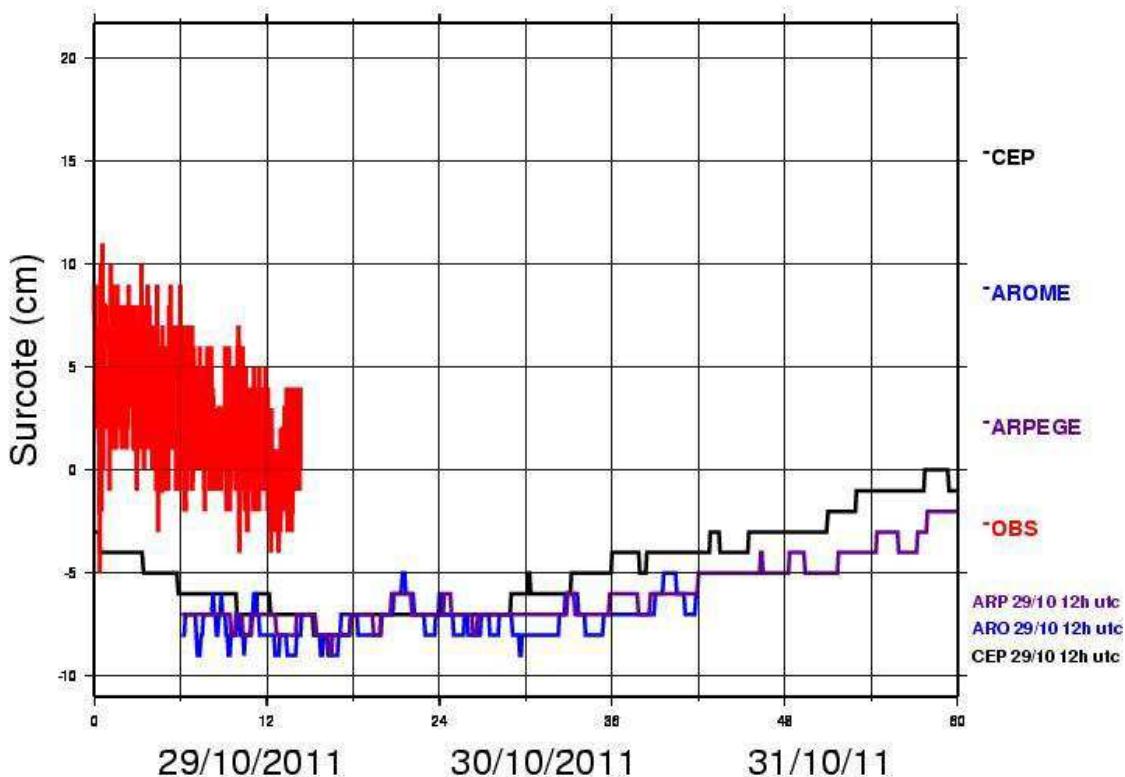


Données prévisions de surcote METEO France établies les 24 et 26 octobre 2011



# Port-Vendres

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 29 octobre et 1<sup>er</sup> novembre 2011

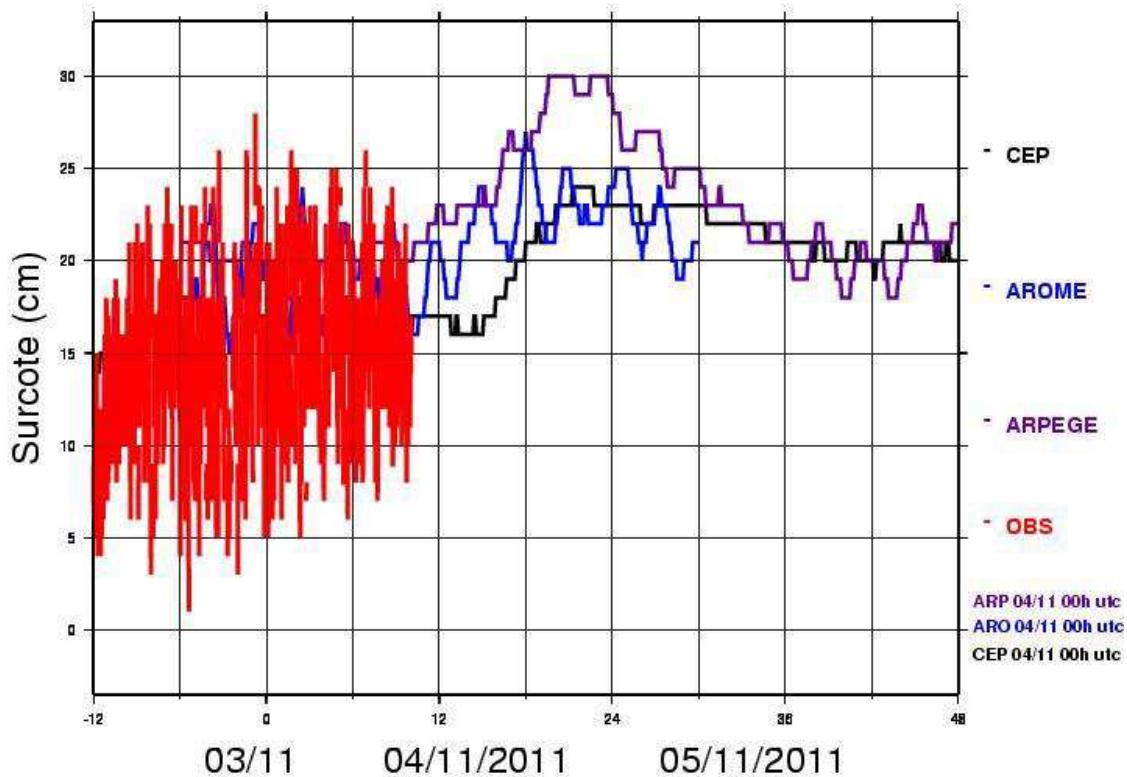
# Port-Vendres

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Port-Vendres

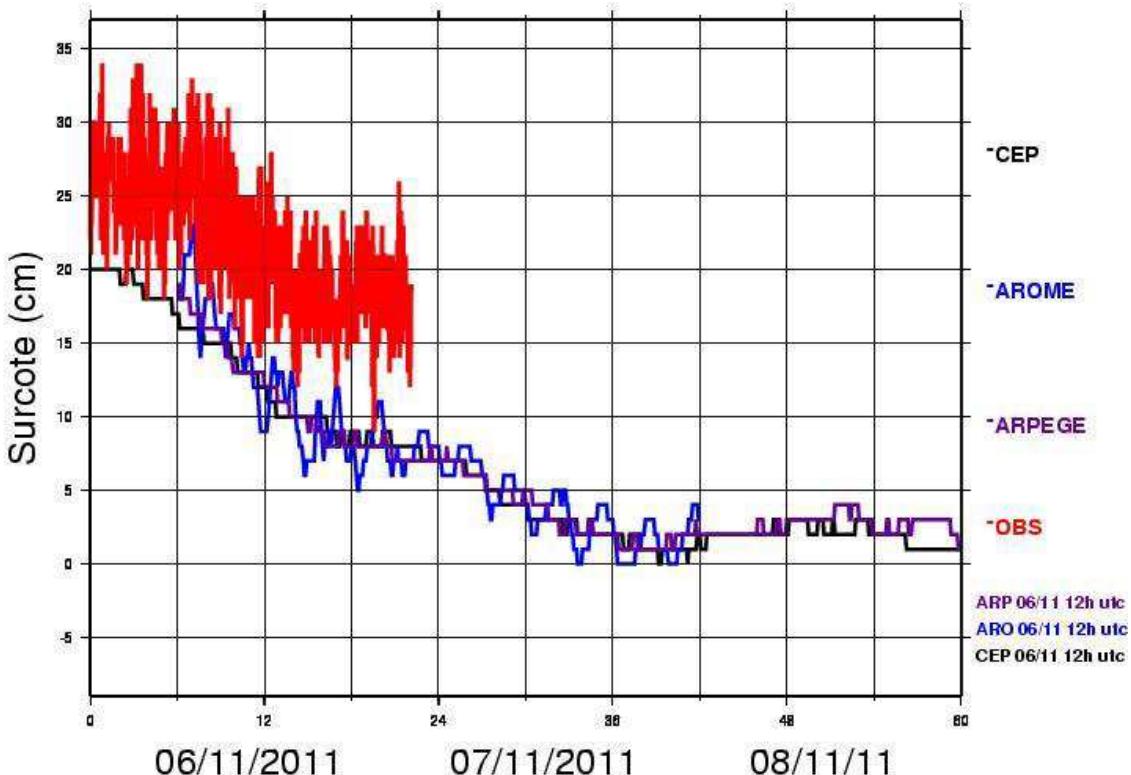
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 04 et 06 novembre 2011

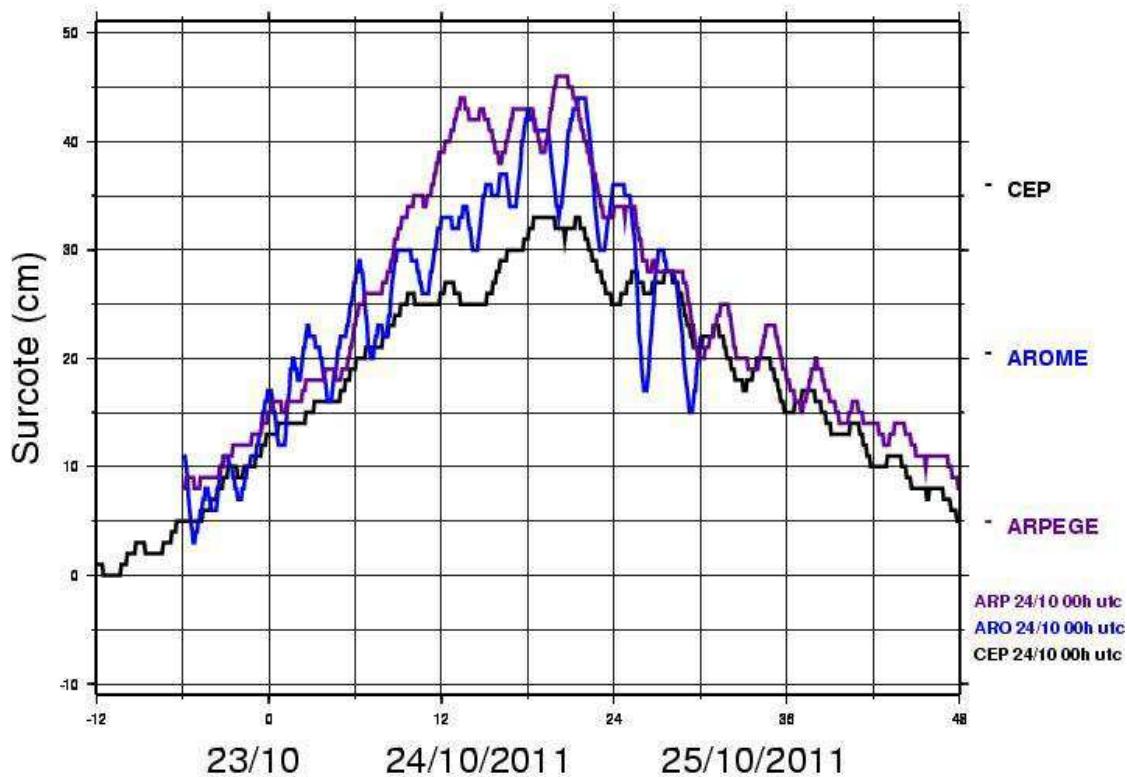
# Port-Vendres

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Sete

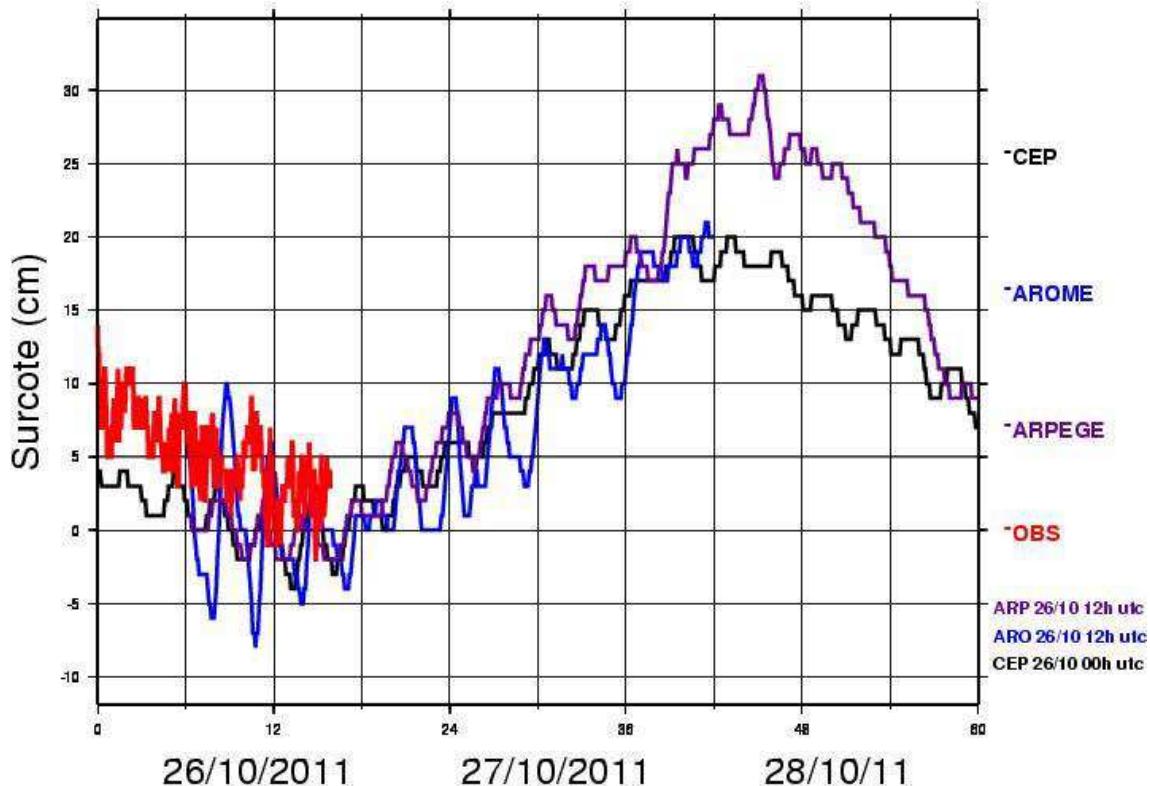
 METEO FRANCE  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 24 et 26 octobre 2011

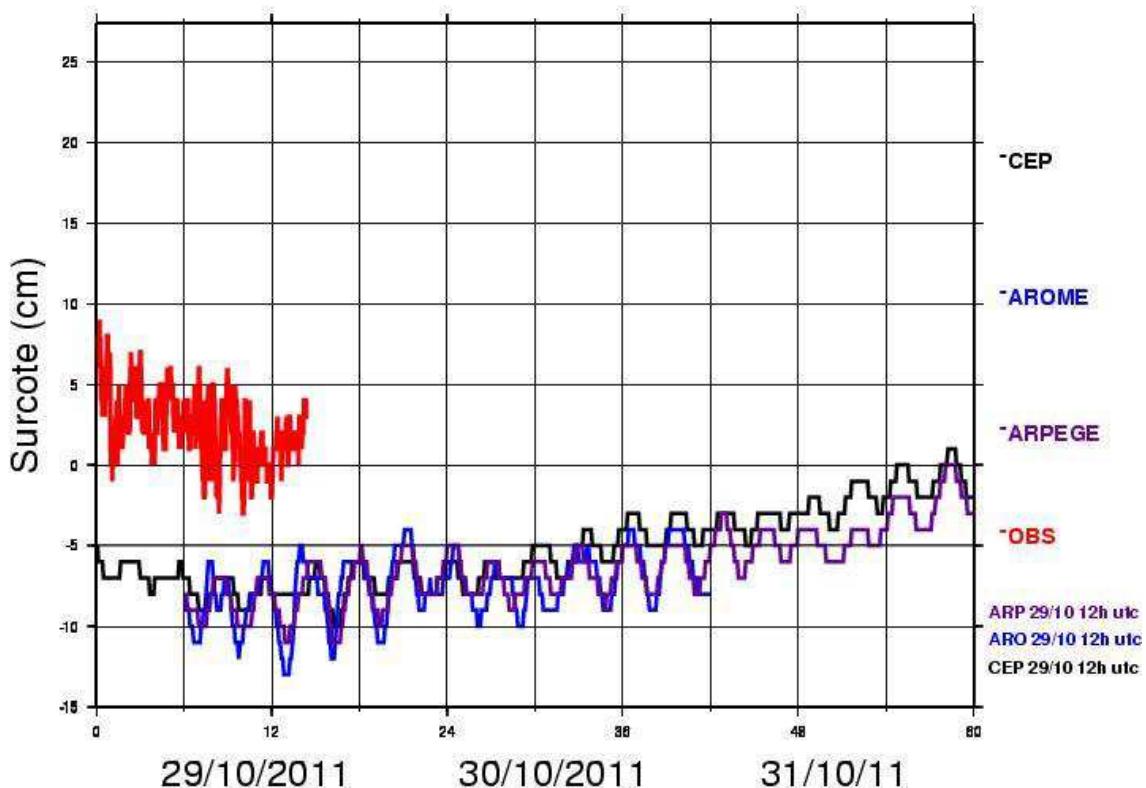
# Sete

 METEO FRANCE  
Toujours un temps d'avance



# Sete

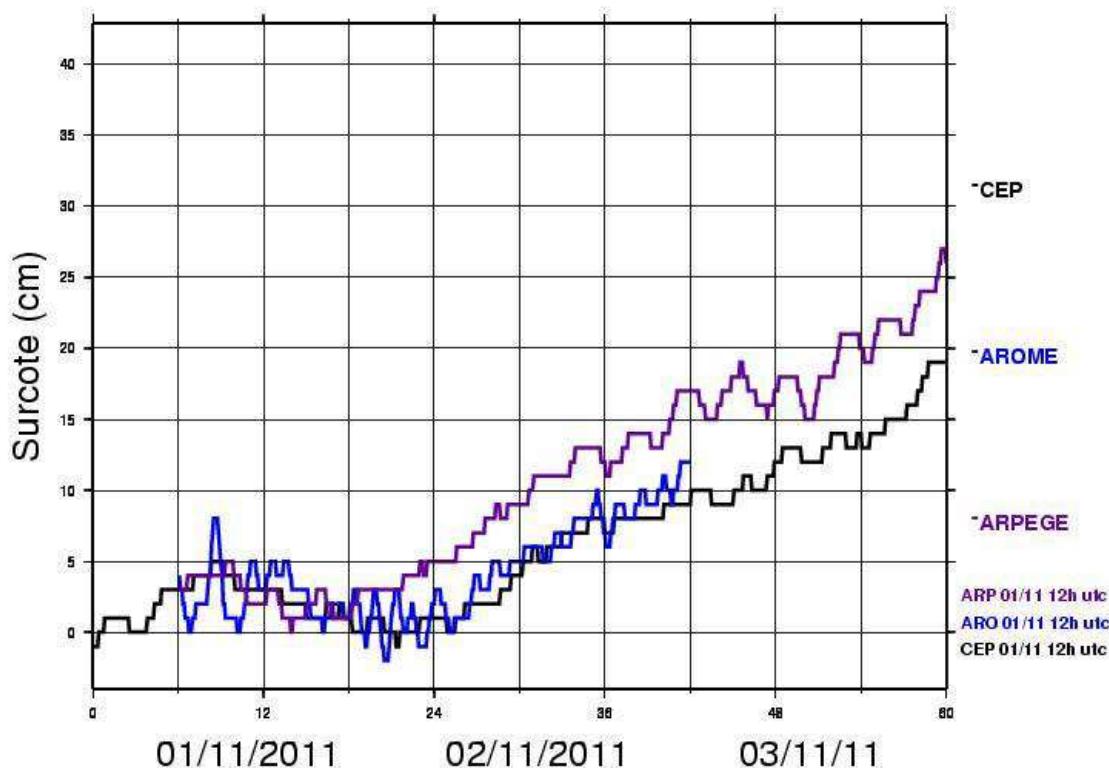
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 29 octobre et 1<sup>er</sup> novembre 2011

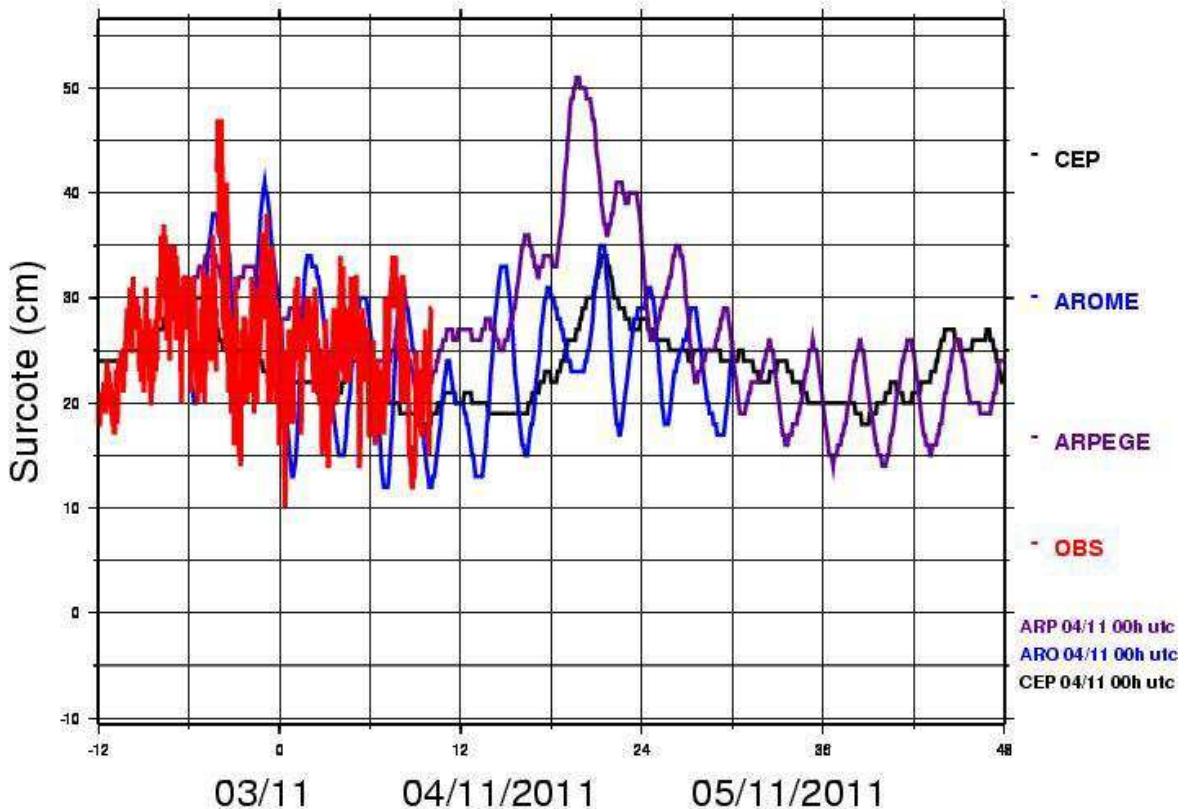
# Sete

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Sete

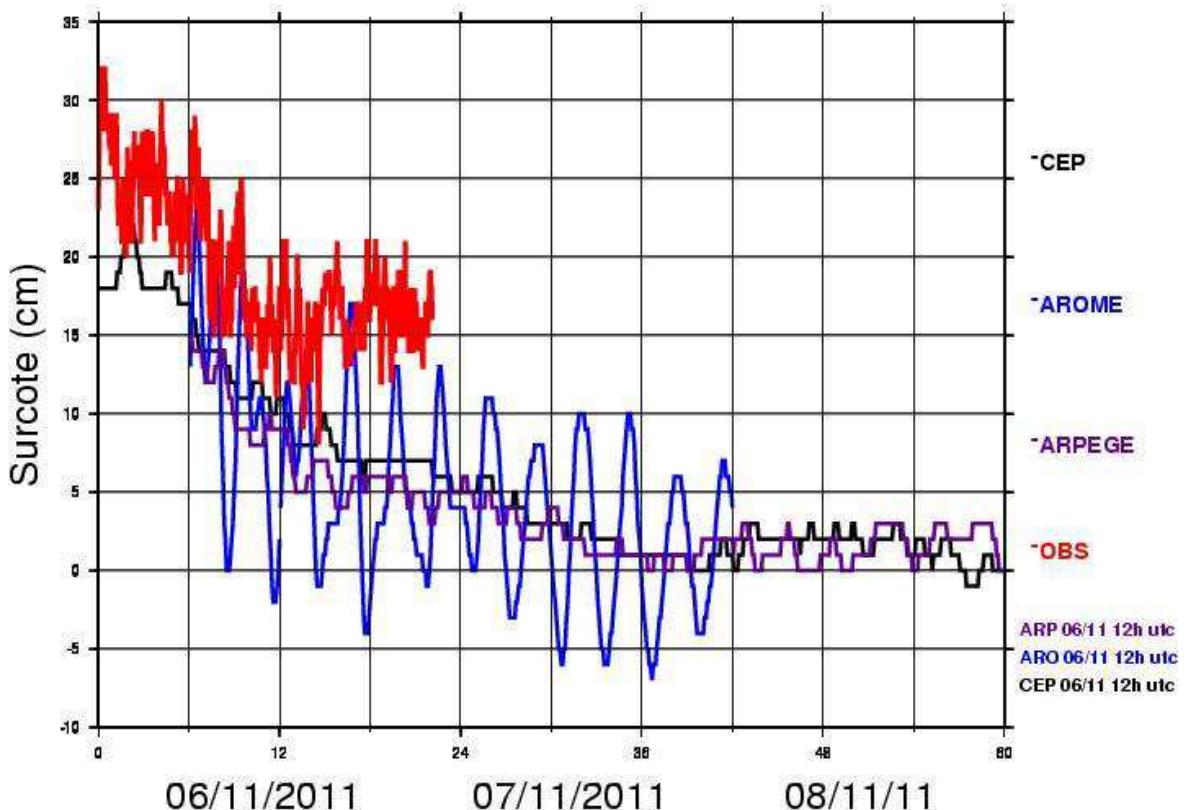
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 04 et 06 novembre 2011

# Sete

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Port-Camargue

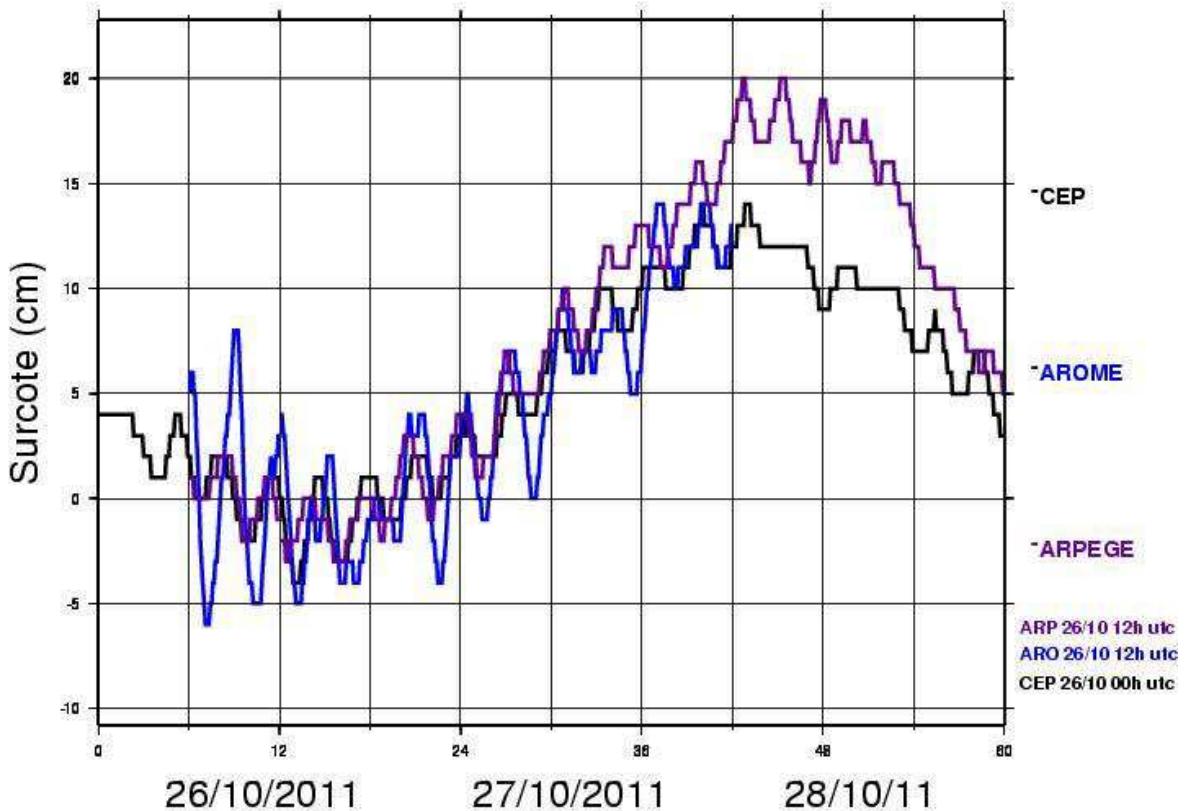
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 24 et 26 octobre 2011

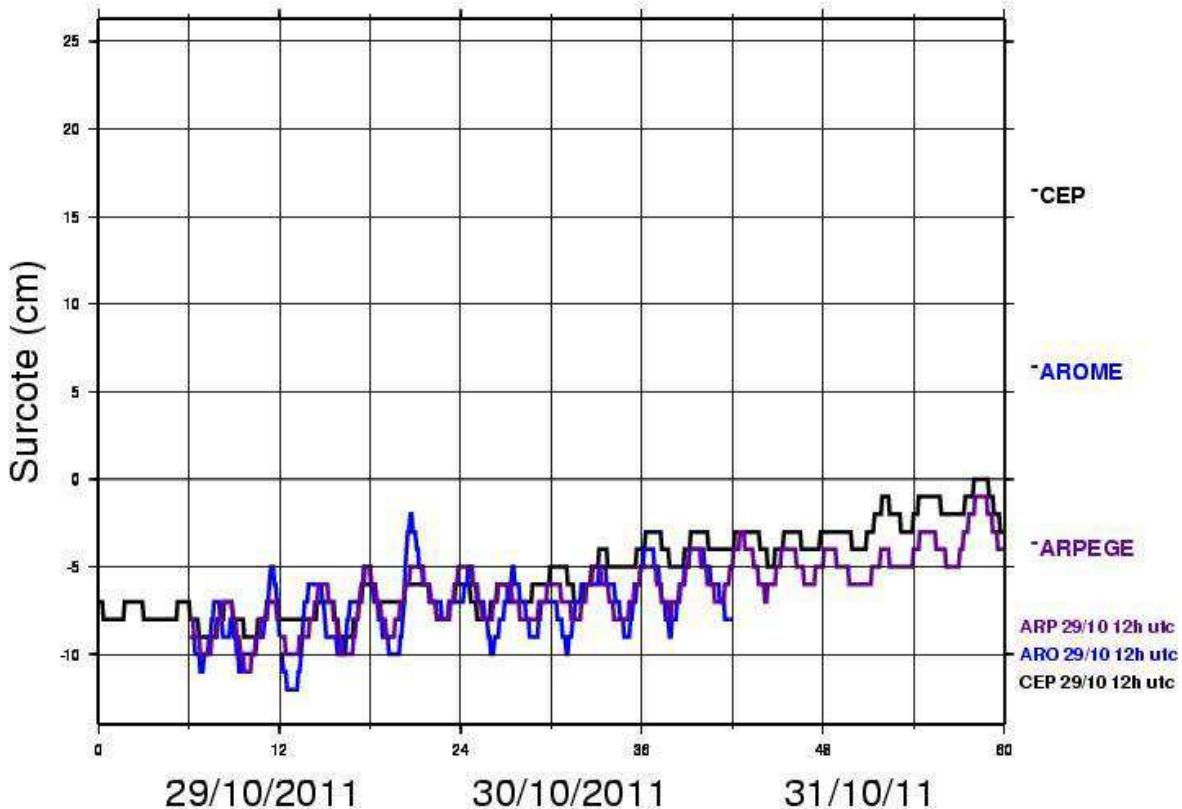
# Port-Camargue

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Port-Camargue

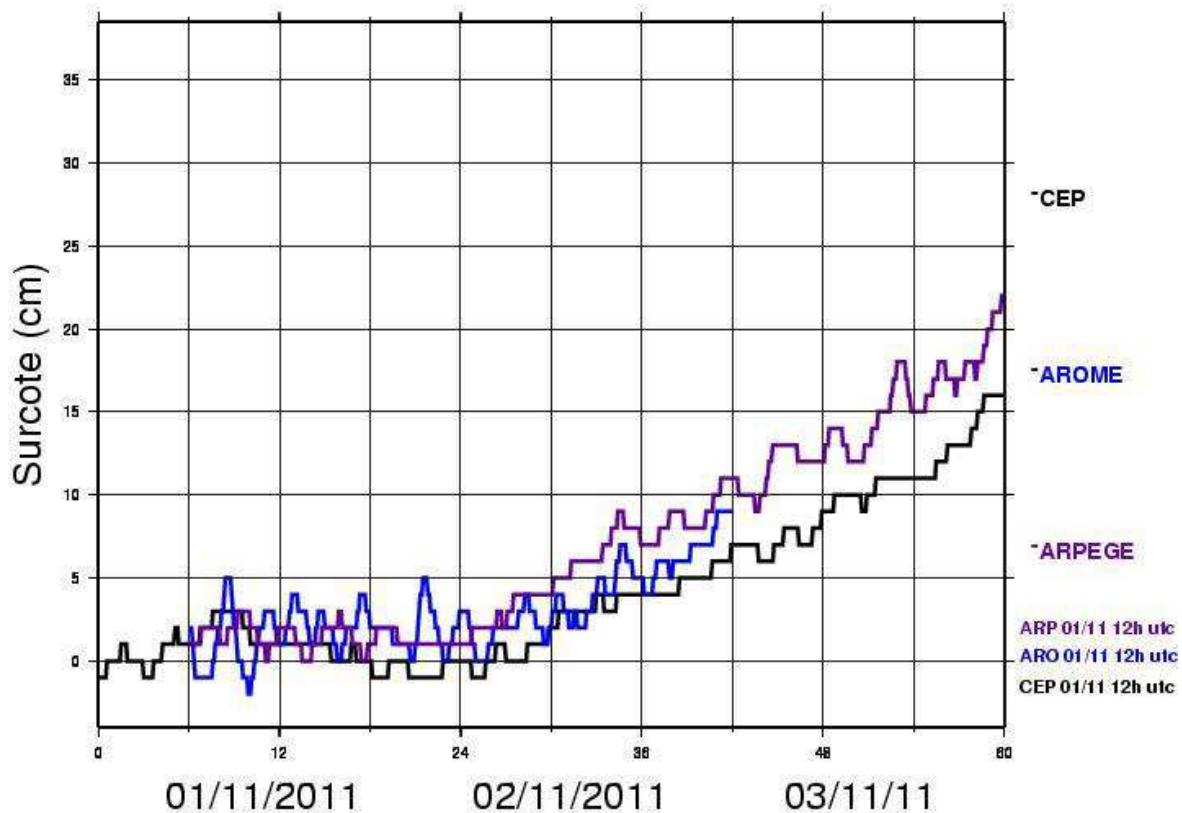
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 29 octobre et 1<sup>er</sup> novembre 2011

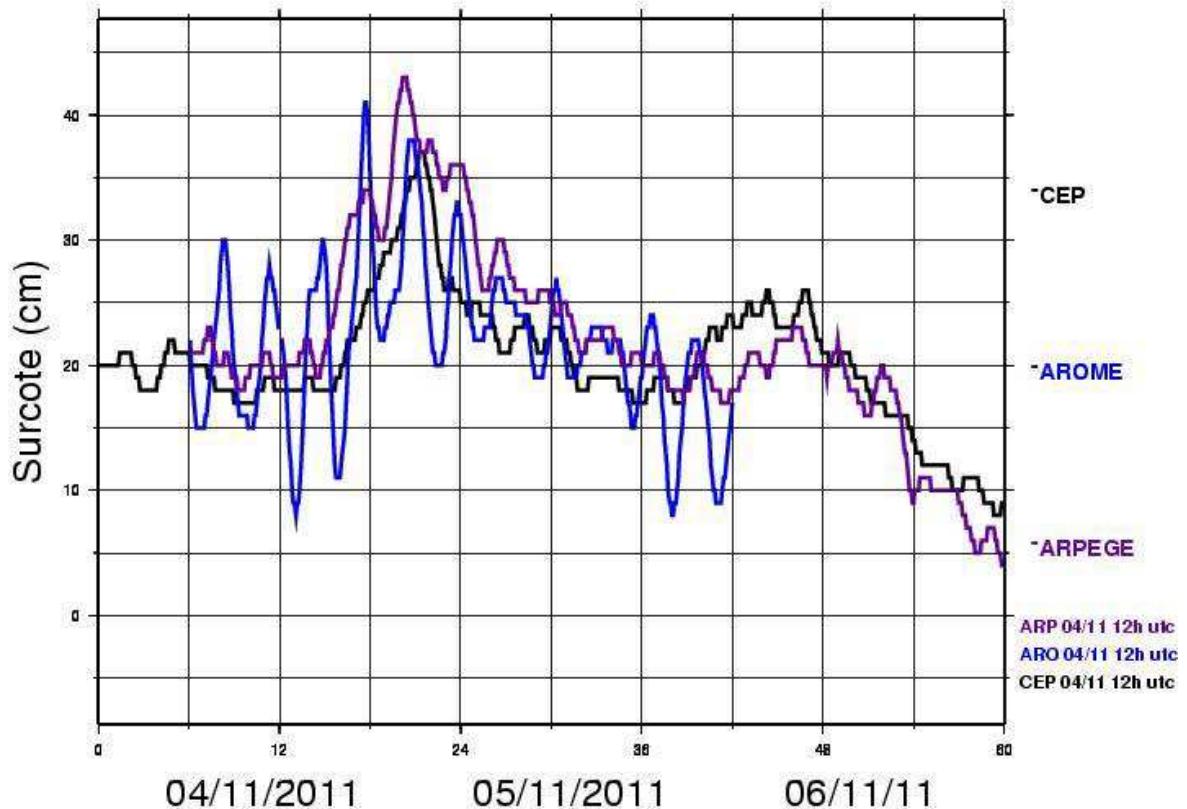
# Port-Camargue

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Port-Camargue

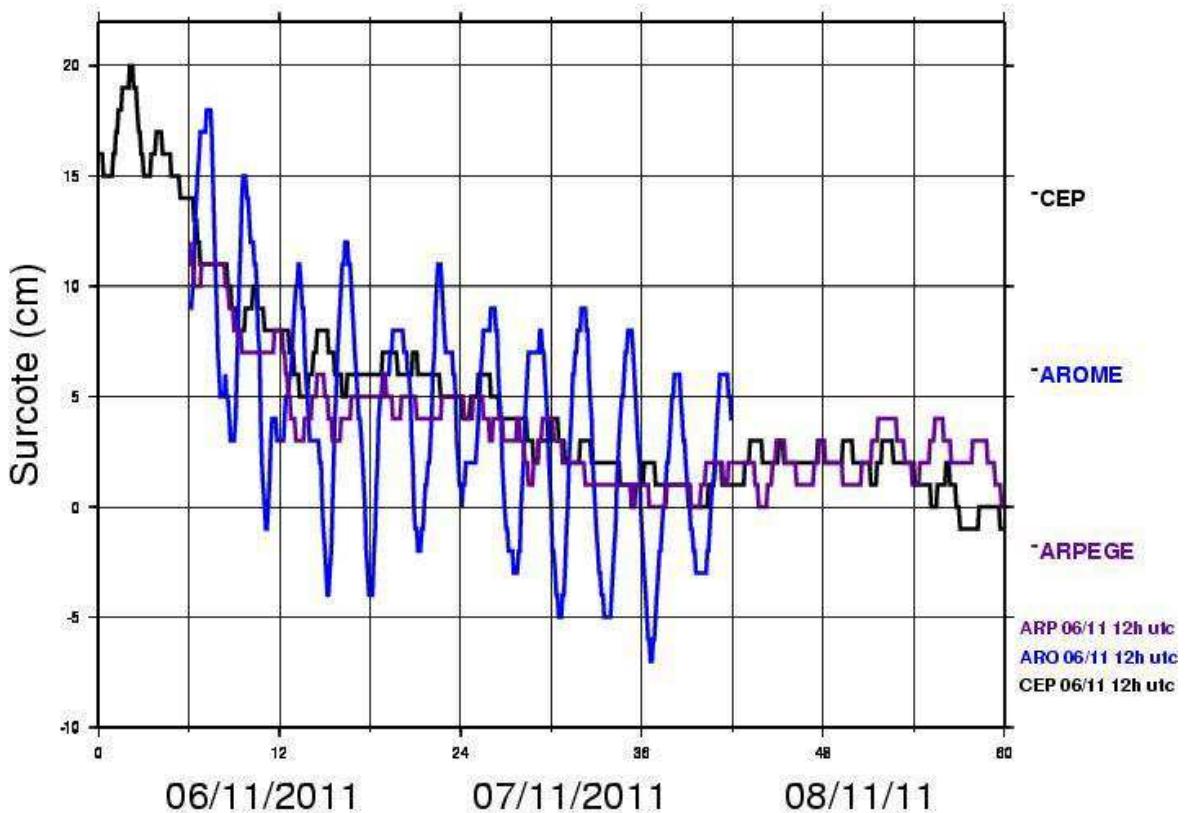
 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Données prévisions de surcote METEO France établies les 4 et 6 novembre 2011

# Port-Camargue

 **METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



Les prévisions de surcote sur ces graphes indiquent trois pics de surcotes maximales sur la période du 23 octobre au 06 novembre 2011 :

- entre le 24 octobre à 18h00 et le 25 octobre à 06h00 de l'ordre de :
  - 0,23 à 0,30 m à Port-Vendres
  - 0,33 à 0,47 m à Sète
  - 0,28 à 0,32 m à Port-Camargue
- entre le 27 octobre à 12h00 et le 28 octobre à 06h00 de l'ordre de :
  - 0,12 à 0,18 m à Port-Vendres
  - 0,20 à 0,32 m à Sète
  - 0,14 à 0,20 m à Port-Camargue
- entre le 04 novembre à 18h00 et le 05 novembre à 06h00 de l'ordre de :
  - 0,22 à 0,30 m à Port-Vendres
  - 0,35 à 0,51 m à Sète
  - 0,37 à 0,48 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.

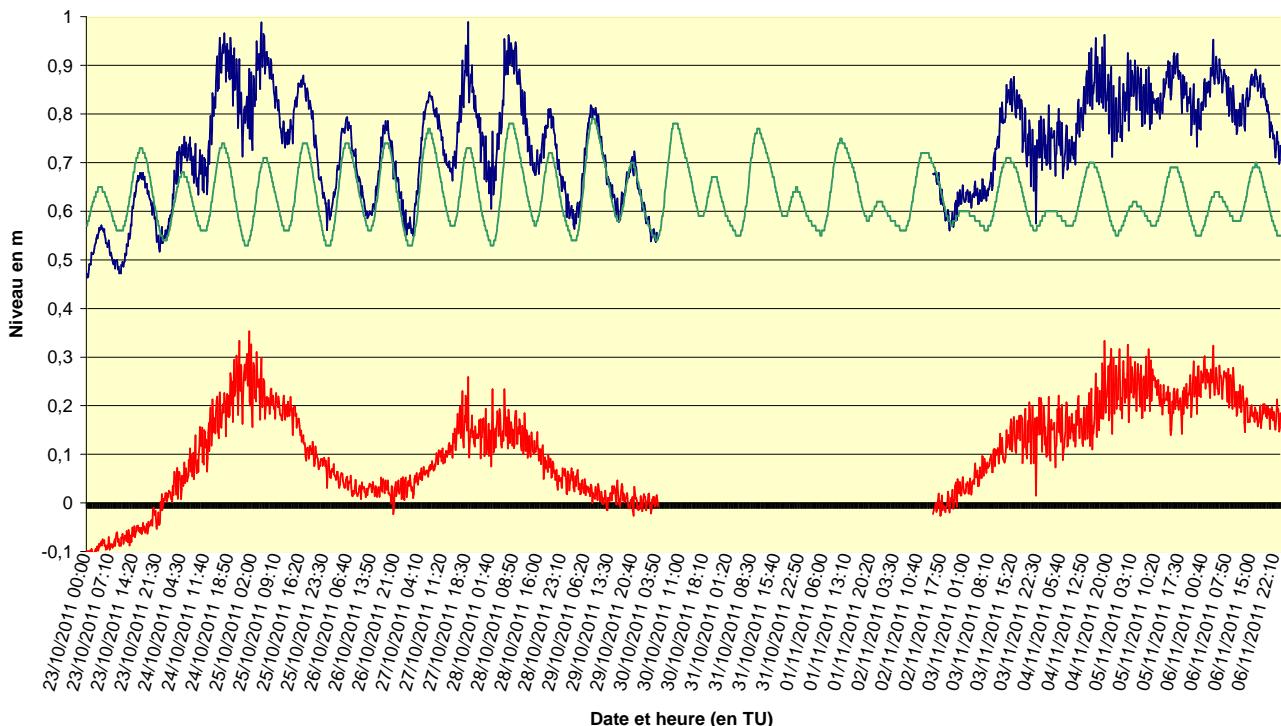
### **Analyse à partir des données numériques des marégraphes**

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

Pour Sète et Port-Vendres, les fichiers de prédition 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.

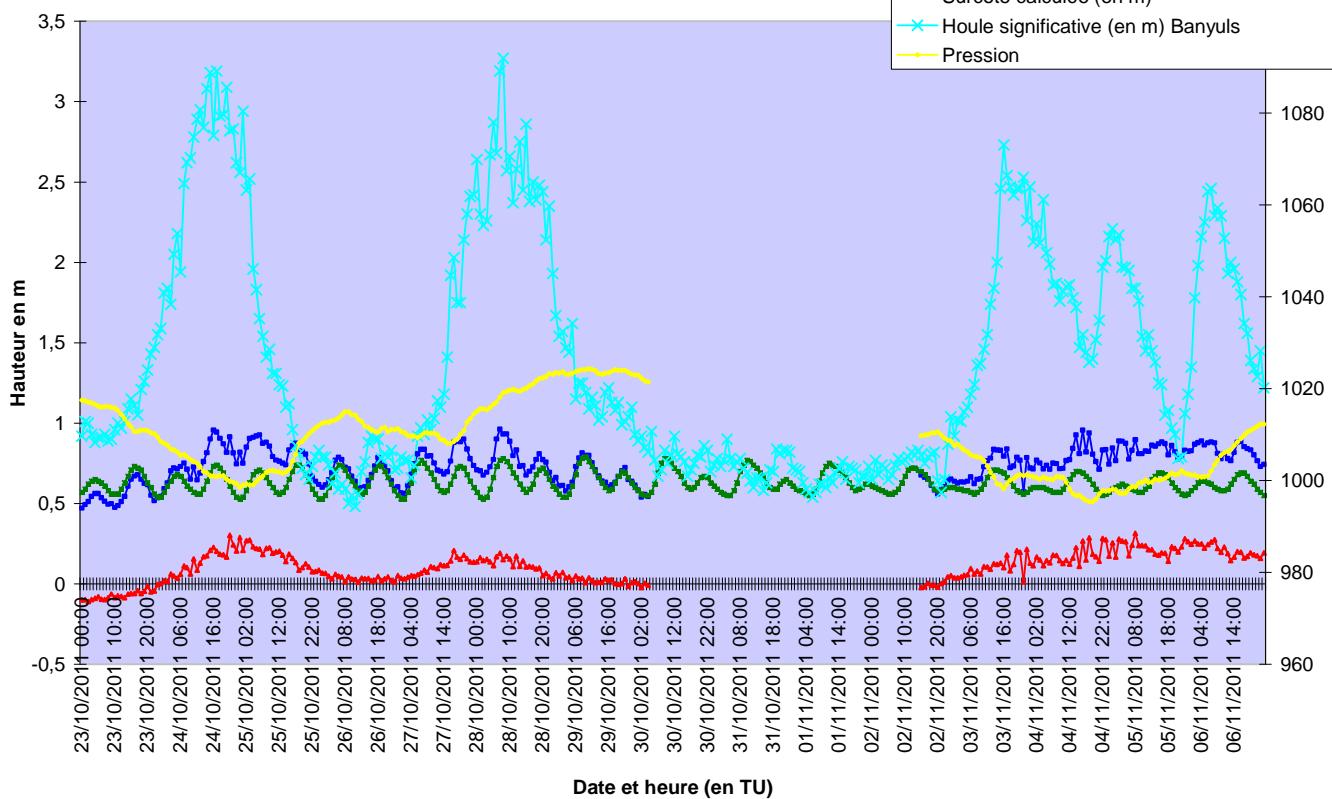
**NIVEAU MARIN ET SURCOTE A PORT-VENDRES (66)  
du 23 octobre au 06 novembre 2011**

— Niveau marin en m (Zéro Hydro)  
— niveau marée prédicté SHOM en m ( Zéro Hydro)  
— Surcote calculée (en m)



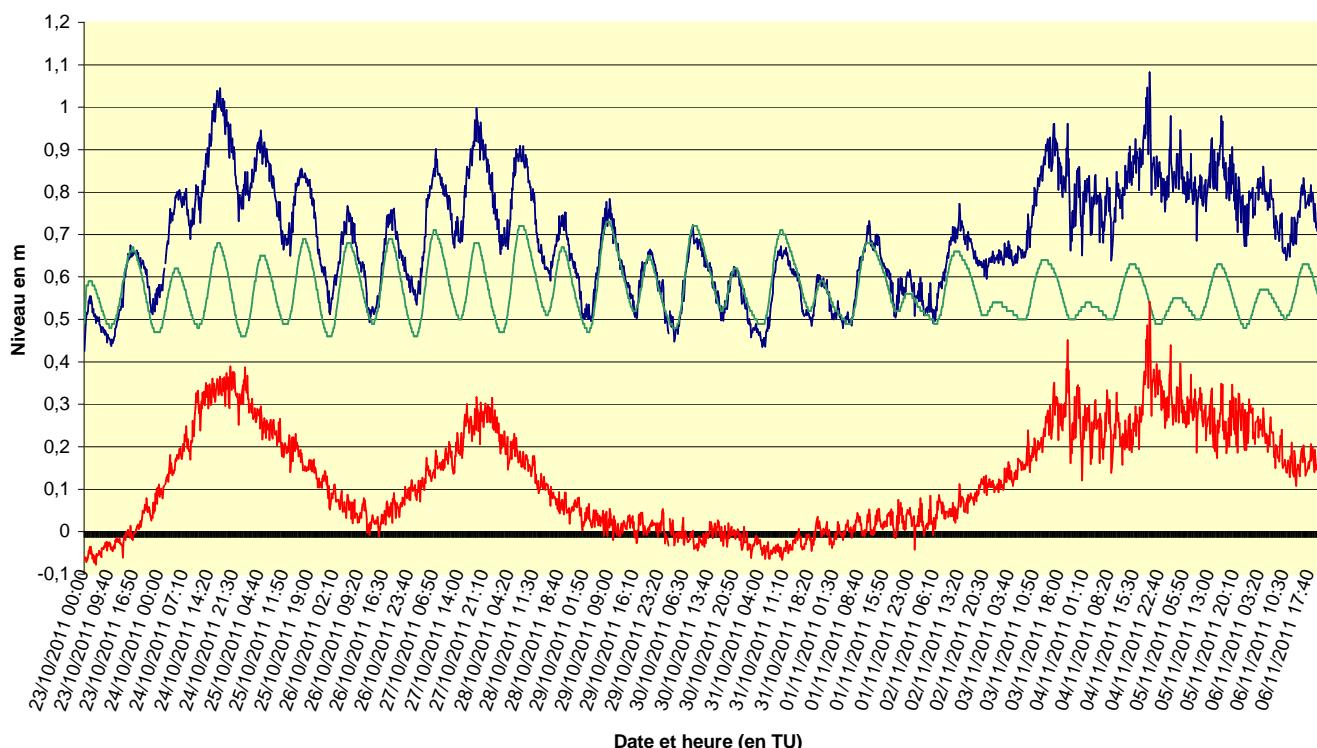
**Niveau marin, houle et pression à PORT-VENDRES  
du 23 octobre au 06 novembre 2011**

— Niveau marin en m (Zéro Hydro)  
— niveau marée prédicté SHOM en m ( Zéro Hydro)  
— Surcote calculée (en m)  
\*— Houle significative (en m) Banyuls  
— Pression



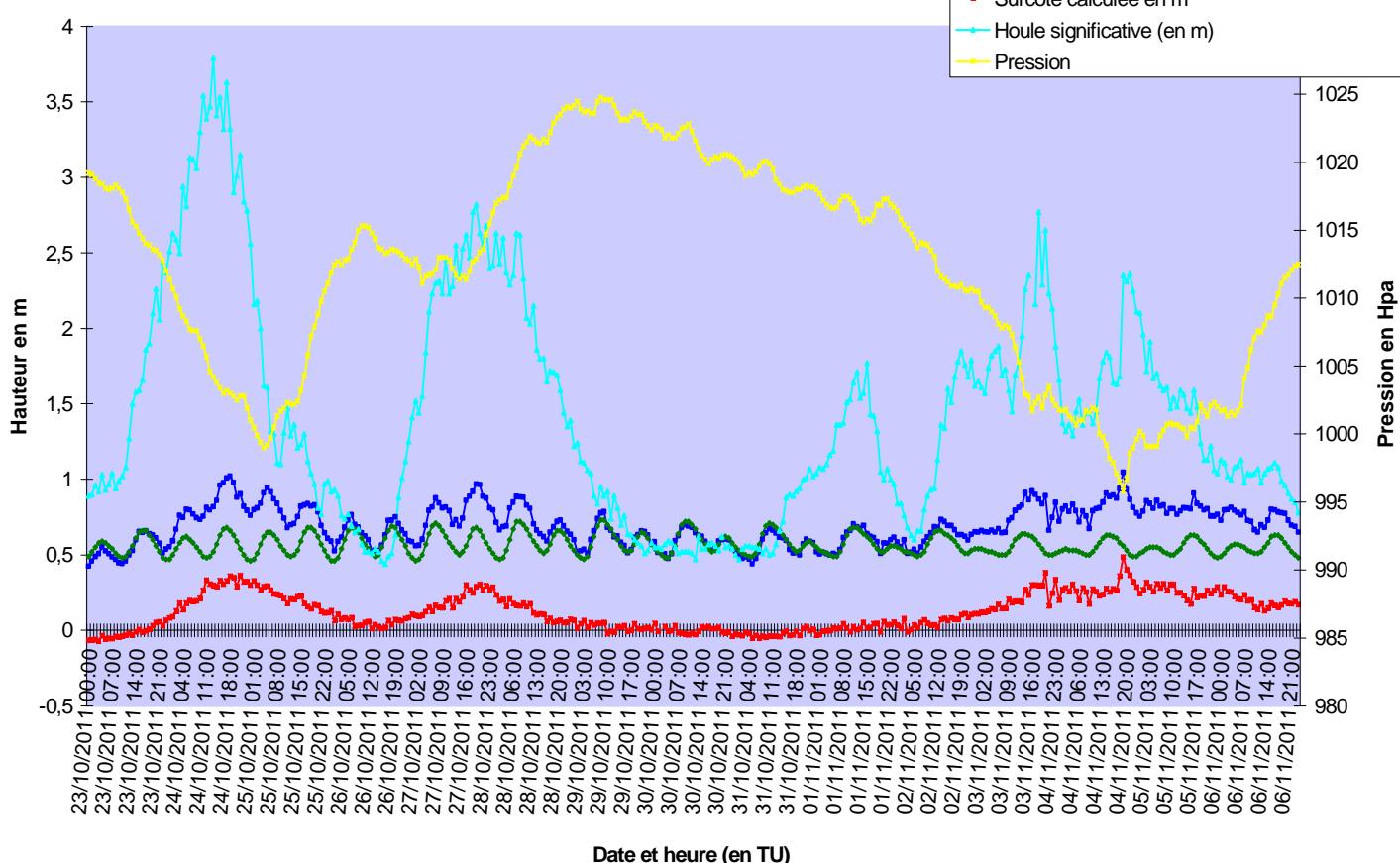
**NIVEAU MARIN ET SURCOTE A SETE (34)**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

Niveau marin en m (Zéro Hydro)  
niveau marée prédict SHOM en m (Zéro hydro)  
Surcote calculée en m



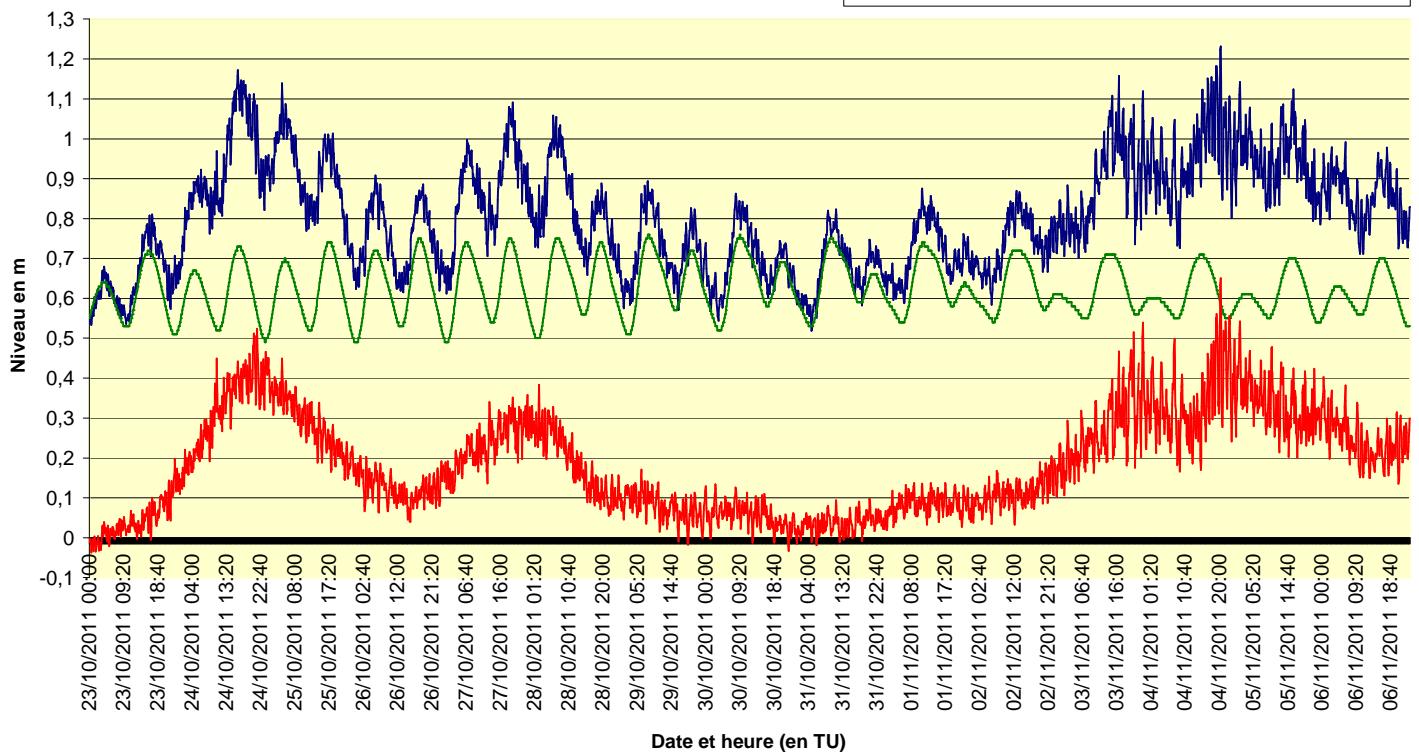
**Niveau marin, houle et pression à SETE**  
du 23 octobre au 06 novembre 2011

Niveau marin en m (Zéro Hydro)  
niveau marée prédict SHOM en m (Zéro hydro)  
Surcote calculée en m  
Houle significative (en m)  
Pression



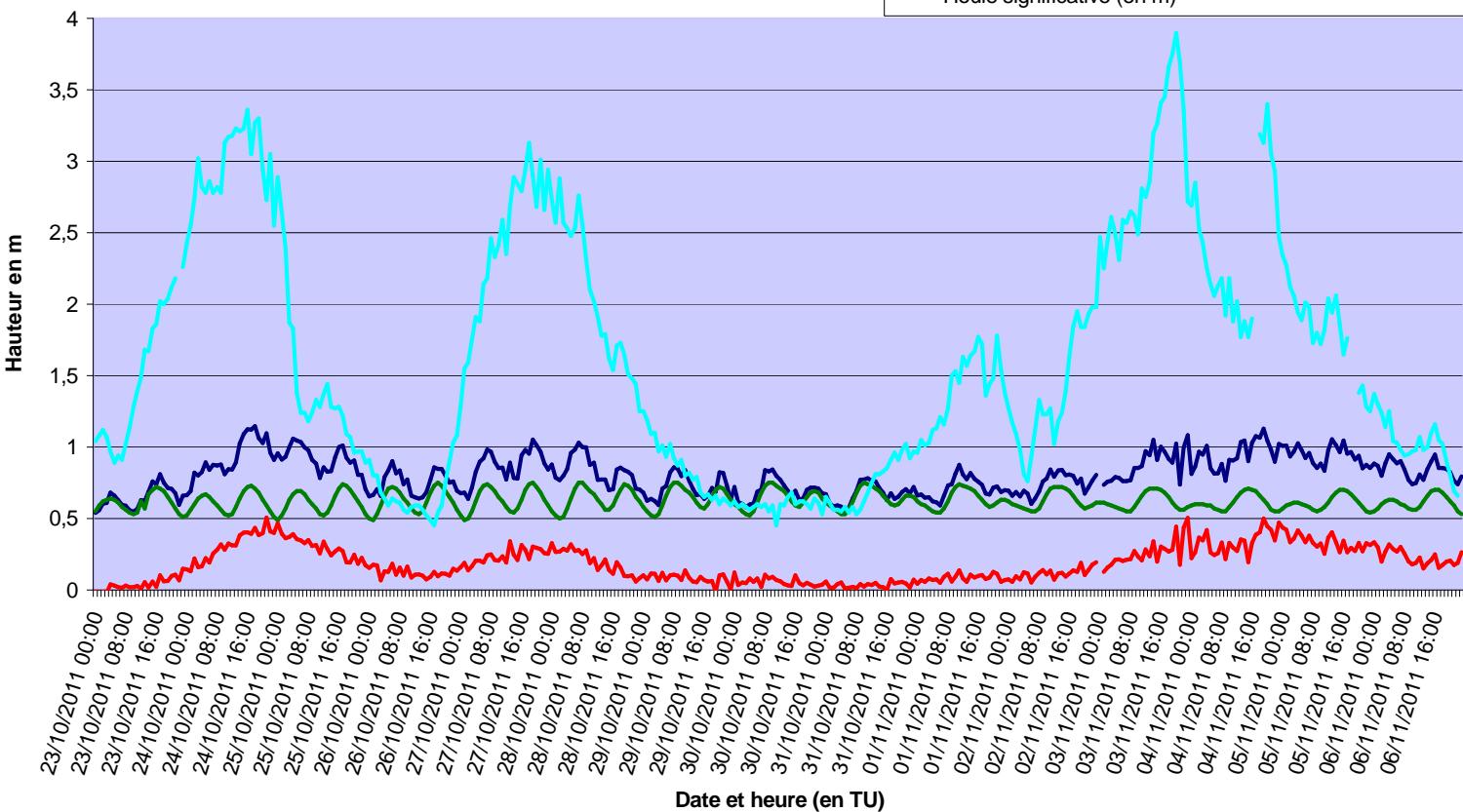
**NIVEAU MARIN ET SURCOTE A PORT CAMARGUE (30)  
du 23 octobre au 06 novembre 2011**

— Niveau marin en m (Zéro Hydro ) si ZH/IGN 69 =0.36 m  
— niveau marée prédict SHOM en m (Zéro Hydro)  
— Surcote calculée en m



**Niveau marin et houle à Port Camargue  
du 23 octobre au 07 novembre 2011**

— Niveau marin en m (Zéro Hydro ) si ZH/IGN 69 =0.36 m  
— niveau marée prédict SHOM en m (Zéro Hydro)  
— Surcote calculée en m  
— Houle significative (en m)



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 :

- les 24 - 25 octobre 2011
  - 0.353 m à Port-Vendres le 25 octobre à 00h50
  - 0.389 m à Sète le 24 octobre à 20h20
  - 0.524 m à Port-Camargue le 24 octobre à 21h40<sup>a</sup>
- les 27- 28 octobre 2011
  - 0.259 m à Port-Vendres le 27 octobre à 18h50
  - 0.317 m à Sète le 27 octobre à 18h50
  - 0.383 m à Port-Camargue le 28 octobre à 02h30
- le 04 novembre 2011
  - 0.333 m à Port-Vendres à 18h40
  - 0.542 m à Sète à 19h40
  - 0.651 m à Port-Camargue à 20h20

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 (3,79 m) a été enregistré le 24 octobre 2011 à 13h00, le maximum de niveau marin à 17h20 (1.045 m ZH) et la surcote maximum à 20h20 (0.389 m) sachant que la pression atmosphérique a chuté progressivement le 23 octobre de 1 019,20 Hpa à 999 Hpa le 25 octobre à 04h00.

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 24 octobre 18h00 et le 25 octobre 06h00
- pour le 2<sup>ème</sup> pic, entre le 27 octobre 12h00 et le 28 octobre 06h00
- pour le 3<sup>ème</sup> pic, entre le 04 novembre 18h00 et le 05 novembre 06h00.

---

<sup>a</sup> *Il est rappelé que ce site de mesure est en cours de validation et donne une indication du niveau de la mer*

## 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)

Concernant 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 du rapport du CETMEF, 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 ( 3.79 m de hauteur significative) est donc inférieure aux caractéristiques de la houle annuelle. En terme d'amplitude, elle est inférieure aux valeurs enregistrées lors des autres événements hormis celui d'octobre 2010**

**Pour Leucate**, à la lecture du rapport du CETMEF, 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 (4.09 m de hauteur significative) est comprise dans les valeurs de l'intervalle de confiance caractérisant la houle annuelle. Comme indiqué ci-dessus, ces caractéristiques sont à prendre avec la plus grande prudence. En terme d'amplitude, elle est inférieure aux valeurs enregistrées lors des autres événements hormis celui d'octobre 2009.**

Comme indiqué précédemment, on peut noter les éléments suivants concernant la houle significative :

- **fin octobre**, les hauteurs de houle mesurées à Leucate (4.09 m) et à Sète (3.79m) sont plus importantes que celles mesurées à Banyuls (3.58 m ) et à l'Espiguette (3.36 m)

• **début novembre**, les hauteurs de houle mesurées à l'Espiguette (3.90 m) et à Leucate (3.68 m) sont plus importantes que celles mesurées à Banyuls (2.91 m) et à Sète (2.82 m)

Concernant la période associée à la houle significative elle est restée relativement basse malgré l'augmentation de la hauteur significative ( de l'ordre de 8 à 9 s maximum).

Fin octobre, elle est moins importante à l'Espiguette qu'à Sète, Leucate et Banyuls : 7.02 s à l'Espiguette, 8.11 s à Sète, 8.63 s à Leucate et 8.83 s à Banyuls

Début novembre elle est moins importante à Leucate qu'à Banyuls, Sète et l'Espiguette : 7.89 s à Leucate, 8.17 s à Banyuls, 8.18 s à Sète et 8.67 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. Cependant il faut noter qu'après les 2 pics de houle d'octobre les valeurs de période significative sont restées supérieures à 6 s voire 7 s jusqu'au 31 octobre matin sur l'ensemble du littoral malgré la forte atténuation de la houle (0.50 à 0.60 m de hauteur significative)

Les vents ont été d'une forte intensité et les précipitations importantes pendant ces évènements. 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

### GRAU DU ROI le 24 Octobre 2011



***Grau du Roi ( rive droite***



***Grau du Roi ( plage du Boucanet - ouest)***

**GRAU DU ROI le 07 novembre 2011**



***Grau du Roi ( plage de l'Espigette)***

*Grau du Roi ( plage de l'Espiguette) le 07 novembre 2011*



**FRONTIGNAN le 24 octobre 2011**



*Frontignan plage (Pont La Peyrade)*

**NARBONNE le 24 octobre 2011**



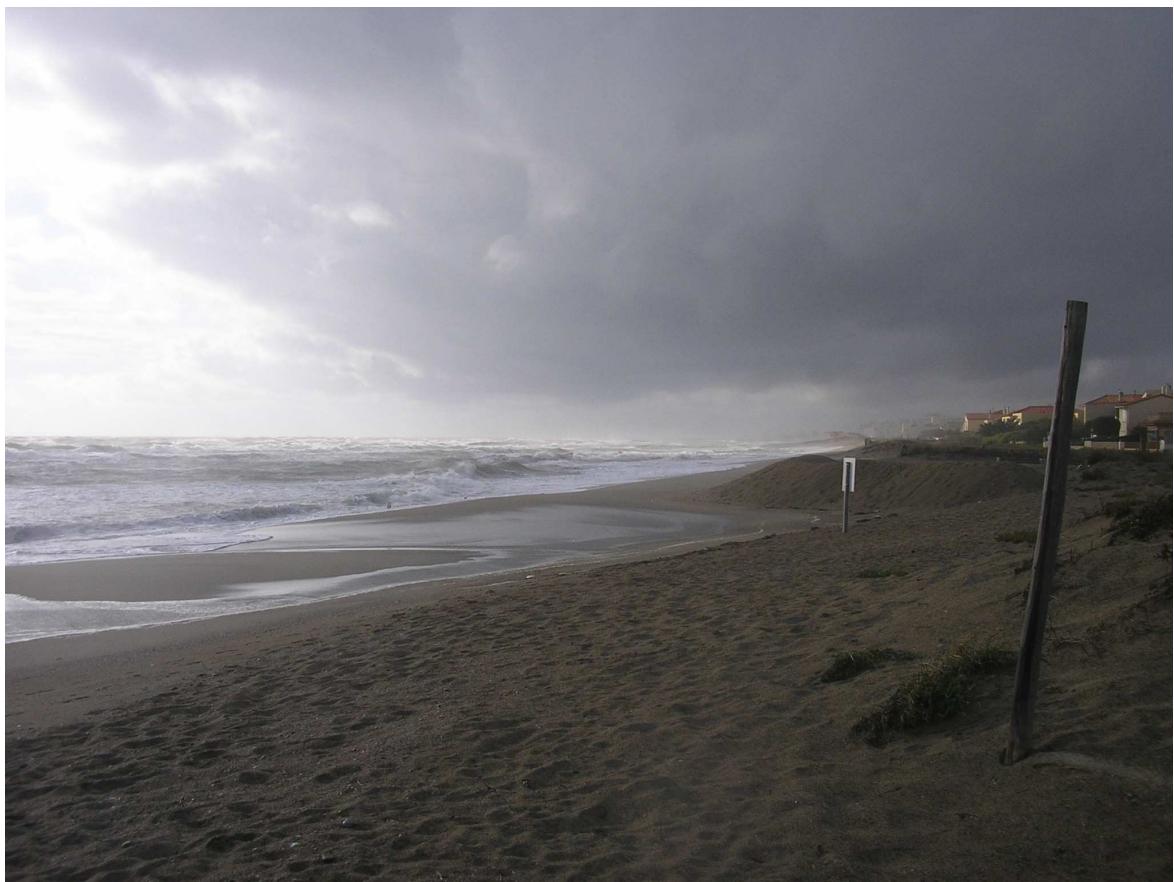
***Narbonne Nord***

**SAINTE MARIE LA MER le 04 novembre 2011**



***Sainte Marie La Mer (plage Nord)***

**LE BARCARES le 25 octobre 2011**



**LE BARCARES le 07 novembre 2011**



