

RAPPORTS

Centre d'Études
Techniques Maritimes
et Fluviales

ANALYSE DES DONNÉES DE HOULE

Leucate Mesures du 16/12/2006 au 31/10/2009

Décembre 2009

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

**Présent
pour
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et
de la Mer en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

Historique des versions du document

Version	Auteur(s)	Commentaires
1.0	SANQUER Ronan KERGADALLAN Xavier	Vérifié par David Morellato, le 28/12/2009. Approuvé par Joël L'HER, le 29/12/2009.
1.1	KERGADALLAN Xavier	Janvier 2010, ajout des précautions d'utilisation des résultats

Affaire suivie par

Xavier KERGADALLAN – DELCE/DHSM/GMD
Tél. : 02 98 05 67 22 / fax : 02 98 05 67 21
Courriel : Xavier.Kergadallan@developpement-durable.gouv.fr
Adresse postale : CETMEF - DELCE BP 5 - 155, rue Pierre Bouguer 29280 PLOUZANÉ

Référence Intranet

<http://intra.cetmef.i2/>

Références Internet

<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>
<http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>

Sommaire

LISTE DES SYMBOLES.....	5
RAPPEL THÉORIQUE.....	5
1 INTRODUCTION.....	6
2 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES.....	7
3 ANALYSE DES FORTES TEMPÊTES.....	8
3.1 Sélection des événements.....	8
3.2 Résultats.....	9
3.2.1 Tempête du 16/02/2007 au 19/02/2007.....	9
3.2.2 Tempête du 31/03/2007 au 03/04/2007.....	10
3.2.3 Tempête du 19/11/2007 au 22/11/2007.....	11
3.2.4 Tempête du 15/12/2007 au 16/12/2007.....	12
3.2.5 Tempête du 02/01/2008 au 05/01/2008.....	13
3.2.6 Tempête du 03/02/2008 au 04/02/2008.....	14
3.2.7 Tempête du 26/12/2008 au 01/01/2009.....	15
3.2.8 Tempête du 30/01/2009 au 03/02/2009.....	16
3.2.9 Tempête du 24/04/2009 au 26/04/2009.....	17
3.2.10 Tempête du 19/10/2009 au 22/10/2009.....	18
4 ESTIMATION DES HOULES EXTRÊMES.....	19
4.1 Ajustement statistique des extrêmes.....	19
4.2 Périodes moyennes.....	21

ANNEXES

Annexe 1 : Suivi des interventions sur le matériel

Annexe 2 : Détail du nombre de mesures et taux de disponibilité du houlographe

Annexe 3 : Histogrammes $H_{1/3}$, $H_{1/10}$, H_{\max} , $T_{H1/3}$, T_{avd} et $T_{H_{\max}}$
(extrait *Candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr*)

Annexe 4 : Corrélogrammes $H_{m0}-T_{02}$, $H_{m0}-T_p$, $H_{m0}-T_E$
(extrait *Candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr*)
et corrélogramme $H_{m0}-\text{Dir}$

Annexe 5 : Évolutions mensuelles des paramètres $H_{1/3}$, $T_{H1/3}$, H_{m0} et H_{\max}
(extrait *Candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr*)

Annexe 6 : Avertissement quant à l'utilisation des résultats – Informations sur la prise en compte des données – Méthodologie d'ajustement des extrêmes

LISTE DES SYMBOLES

$H_{1/3}$	Hauteur significative, valeur moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.
$H_{1/10}$	Valeur moyenne du dixième supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.
H_{\max}	Hauteur de la plus grande vague observée sur une période de 30 minutes.
T_{avd}	Période moyenne des vagues observées sur une durée de 30 minutes définies par passage au niveau moyen par valeurs décroissantes.
$T_{H1/3}$	Période significative, définie par la valeur moyenne des périodes du tiers supérieur des plus grandes vagues observées sur une durée de 30 minutes.
$T_{H1/10}$	Valeur moyenne des périodes du dixième supérieur des plus grandes vagues observées sur une durée de 30 minutes.
$T_{H\max}$	Période de la vague de la plus grande hauteur observée sur une durée de 30 minutes.
H_{m0}	Estimation de la hauteur significative des vagues à partir du moment d'ordre zéro de la densité spectrale.
T_{02}	Période d'énergie définie par le rapport du moment d'ordre zéro sur le moment d'ordre deux de la densité spectrale.
T_E	Période moyenne calculée en prenant la racine carrée du rapport du moment d'ordre moins un sur le moment d'ordre zéro de la densité spectrale.
T_p	Période correspondant au maximum de la densité spectrale.
Dir	Direction moyenne de provenance des vagues au pic du spectre d'énergie. L'angle est compté positivement, suivant le sens des aiguilles d'une montre, entre le Nord géographique et la direction de provenance des vagues.
Etal	Largeur directionnelle, caractérise l'étalement directionnel de l'énergie autour de la direction moyenne au pic (fonction de répartition angulaire de l'énergie associée à la fréquence de pic du spectre d'énergie).

RAPPEL THÉORIQUE

Analyse vague par vague (ou analyse temporelle) :

Analyse statistique des vagues définies par le passage au niveau moyen.

Densité spectrale (analyse spectrale) :

Représente la répartition de l'énergie des vagues, d'un état de mer, en fonction de la fréquence. Elle permet de caractériser la nature des états de mer (houle, mer du vent).

Spectre directionnel :

Représente la répartition de l'énergie des vagues, en fonction de la fréquence et de la direction.

1 INTRODUCTION

Une convention a été établie entre la Direction Régionale de l'Équipement du Languedoc-Roussillon, la Direction Départementale de l'Équipement des Bouches du Rhône et le Centre d'Études Techniques Maritimes Et Fluviales fin 2009 pour une durée indéterminée.

Cette convention a pour objet :

- l'installation d'un réseau régional de stations de mesures de houle sur le Littoral du Languedoc-Roussillon,
- l'exploitation et la maintenance de ce réseau,
- la mise à disposition des données de houle mesurées.

Le réseau régional de stations de mesures de houle sur le Littoral du Languedoc-Roussillon comprend un houlographe situé au large de Leucate. Le houlographe, une bouée Datawell Waverider directionnelle MKIII, a été installé le 16 décembre 2006 (campagne Candhis n°1101), par une latitude de $42^{\circ} 55,000'N$, une longitude de $03^{\circ} 07,500'E$ et une profondeur de 40 mètres par rapport au zéro des cartes marines (voir figure n°1).

Le présent rapport présente les résultats de l'analyse statistique des données de houle mesurées entre le 16/12/2006 et le 31/10/2009 et l'estimation des périodes de retour de la houle.

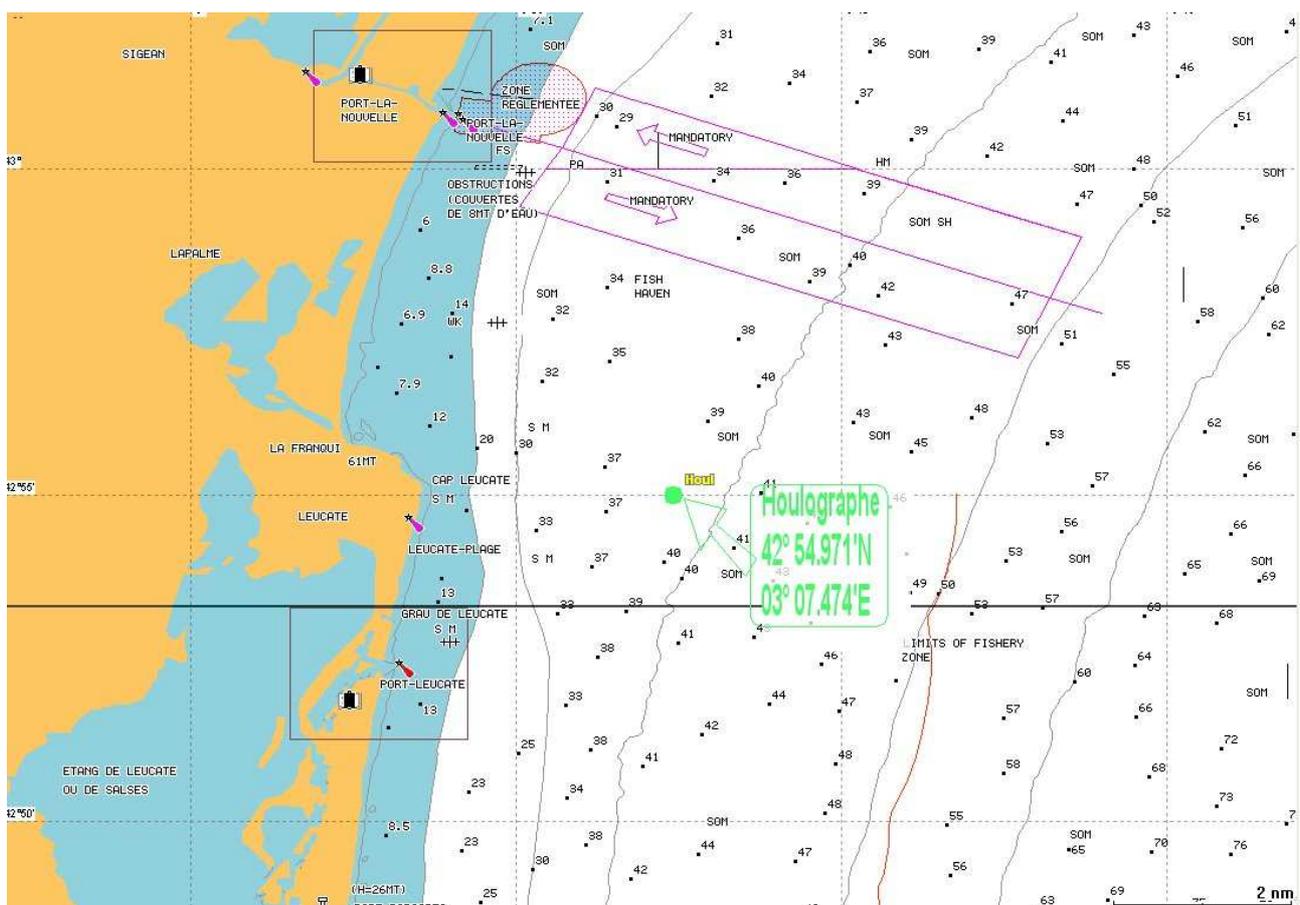


Figure n°1 : Implantation du houlographe.

Les données sont issues d'une campagne de mesure in situ avec les problèmes que cela peut poser. Il est important de prendre en compte ces éléments quant à l'utilisation des résultats présentés. Pour plus d'informations se référer à l'annexe 6.

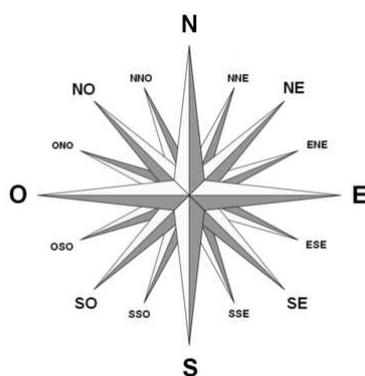
La responsabilité du CETMEF ne pourra être engagée quant à l'utilisation des résultats de cette étude.

2 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Sont fournis en annexe :

- annexe 1 : le suivi des interventions sur le matériel ;
- annexe 2 : le détail du nombre de mesures et le taux de disponibilité du houlographe ;
- annexe 3 : les histogrammes $H_{1/3}$, $H_{1/10}$, H_{max} , $T_{H1/3}$, T_{avd} et T_{Hmax} ;
- annexe 4 : les corrélogrammes $H_{m0}-T_{02}$, $H_{m0}-T_p$, $H_{m0}-T_E$ et $H_{m0}-Dir$;
- annexe 5 : les évolutions mensuelles des paramètres $H_{1/3}$, $T_{H1/3}$, H_{m0} et H_{max} ;
- annexe 6 : un avertissement quant à l'utilisation des résultats, informations sur la prise en compte des données et méthodologie d'ajustement des extrêmes.

Les directions de provenance des vagues (Dir) sont repérées par une rose de vents à 16 directions (voir figure n2).



N :	348,75° à 11,25°	-	S :	168,75° à 191,25°
NNE :	11,25° à 33,75°	-	SSO :	191,25° à 213,75°
NE :	33,75° à 56,25°	-	SO :	213,75° à 236,25°
ENE :	56,25° à 78,75°	-	OSO :	236,25° à 258,75°
E :	78,75° à 101,25°	-	O :	258,75° à 281,25°
ESE :	101,25° à 123,75°	-	ONO :	281,25° à 303,75°
SE :	123,75° à 136,25°	-	NO :	303,75° à 326,25°
SSE :	136,25° à 168,75°	-	NNO :	326,25° à 348,75°

Les directions sont repérées dans le sens des aiguilles d'une montre dans le suite du rapport.

Figure n2 : Repérage des directions de provenance des vagues.

La résolution du houlographe étant de l'ordre de 0,10m sur les hauteurs, seules les horodates caractérisées par une hauteur significative supérieure à 0,2m ont été prises en compte dans l'analyse statistique ci-après.

L'examen des données mesurées entre le 16/12/2006 et le 31/10/2009 montre que durant cette période d'observation :

- La plus grande hauteur significative ($H_{1/3}$) observée a atteint la valeur de 4,66m. La période significative ($T_{H1/3}$) correspondante est de 9,7s. Les valeurs de $H_{1/3}$ sont inférieures ou égales à 1,37m pendant 95% du temps.
- La plus grande vague observée a une hauteur (H_{max}) de 8,73m et une période (T_{Hmax}) de 8,8s. Les valeurs de H_{max} sont inférieures ou égales à 2,4m pendant 95% du temps.
- Les périodes significatives ($T_{H1/3}$) varient entre 2s et 10,3s. Les valeurs de $T_{H1/3}$ sont inférieures ou égales à 6,6s pendant 95% du temps.
- Les périodes moyennes (T_{avd}) varient entre 2,1s et 8,8s. Les valeurs de T_{avd} sont inférieures ou égales à 5,4s pendant 95% du temps.

- Les périodes des vagues les plus hautes (T_{Hmax}) sont inférieures ou égales à :
 - 2,1s pendant 1% du temps,
 - 7,2s pendant 95% du temps,
 - 8,8s pendant 99% du temps.

- deux directions de provenance regroupent plus de vagues que les autres (voir tableau n°1 et figure n°3):
 - 31% des vagues proviennent des secteurs ESE et SE,
 - 38% des secteurs NO et NNO.

22.71	9.77	21.51	66.43	85.00	147.56	161.90	60.57	5.55	0.73	0.20	0.45	1.12	39.01	269.94	107.57
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO

Tableau n°1 : Répartition des occurrences de vagues (‰) en fonction de la direction moyennée de provenance.

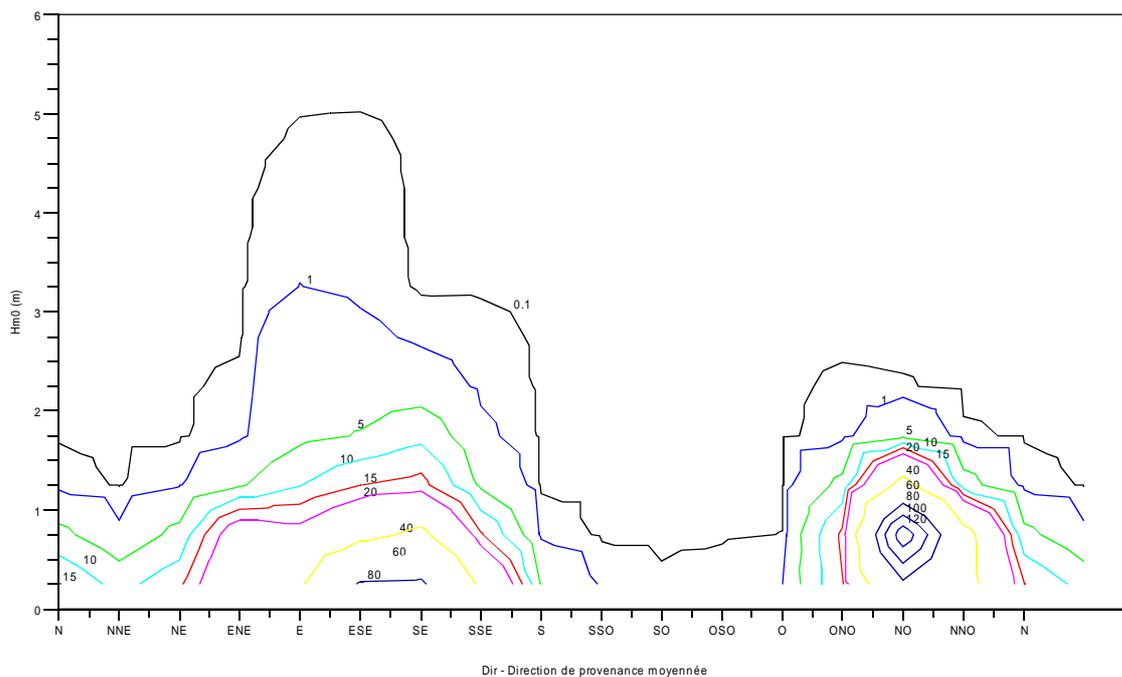


Figure n°3 : Courbes d'isovaleurs d'occurrences de H_{m0} (‰) en fonction de la direction moyennée de provenance des vagues.

3 ANALYSE DES FORTES TEMPÊTES

L'objectif du présent paragraphe est d'analyser les plages temporelles où l'agitation a été la plus importante.

3.1 Sélection des événements

Les grandeurs des paramètres d'états de mer définissant les fortes tempêtes sont fixées de manière arbitraire après examen des données mesurées entre du 16/12/2006 au 31/10/2009.

Une forte tempête est définie par un $H_{1/3}$, au pic, supérieur à un seuil de forte tempête (S_{FT}). S_{FT} est fixé arbitrairement à 2,80m (moyenne de l'ordre de 3 événements de tempête par année de mesures effectives). Une forte tempête comprend un ou plusieurs pics de tempête.

Le début de forte tempête correspond à l'horodate antérieure au premier pic de tempête où le $H_{1/3}$ passe au-dessus des 0,3 fois S_{FT} .

La fin de forte tempête correspond à l'horodate postérieure au dernier pic de tempête où le $H_{1/3}$ passe en dessous des 0,3 fois S_{FT} .

On considère que deux pics de $H_{1/3}$ appartiennent à la même forte tempête s'ils répondent au minimum à une des conditions suivantes :

- le $H_{1/3}$ n'est pas passé en dessous des 0,3 fois S_{FT} entre les deux pics ;
- l'intervalle de temps séparant les horodates de fin et de début respectivement de deux tempêtes consécutives est inférieur ou égal à 24h.

Entre le 16/12/2006 et le 31/10/2009, 10 tempêtes sont répertoriées.

3.2 Résultats

Les directions moyennées de provenance des vagues ont été enregistrées pour 10 fortes tempêtes.

Seuls les secteurs NO à NE ne sont pas concernés par les épisodes de fortes tempêtes.

La majorité des maxima de pics de fortes tempêtes se situent dans les secteurs E et ESE (9 événements sur 10). Une seule tempête a son maximum dans le secteur SSE.

3.2.1 Tempête du 16/02/2007 au 19/02/2007

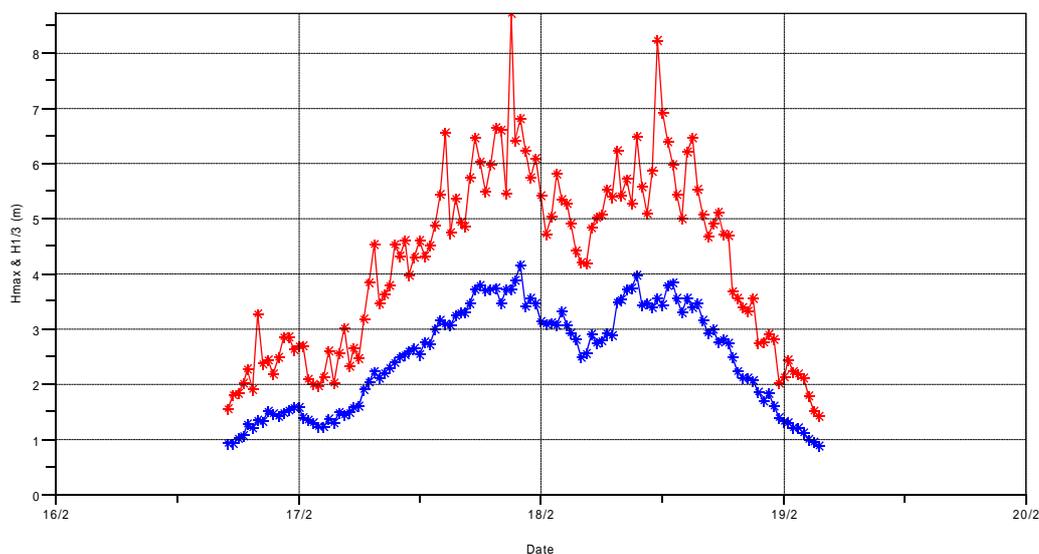


Figure n°4 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 1							
Informations générales							
Date de début (TU)		Date de fin (TU)		Dir (°)		Etal (°)	
16/2/2007 17h00mn		19/2/2007 3h30mn		80,8 à 148,3		10,7 à 29,1	
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
17/2/2007 22h00mn	4,15	8,2	4,25	5,3	6,9	93,4	19,7
Plus fortes vagues							
	Date (TU)		Hmax (m)		THmax (m)		
Vague 1	17/2/2007 21h00mn		8,73		8,8		
Vague 2	18/2/2007 11h30mn		8,23		9		
Vague 3	17/2/2007 22h00mn		6,81		8,4		

Tableau n°2 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.2 Tempête du 31/03/2007 au 03/04/2007

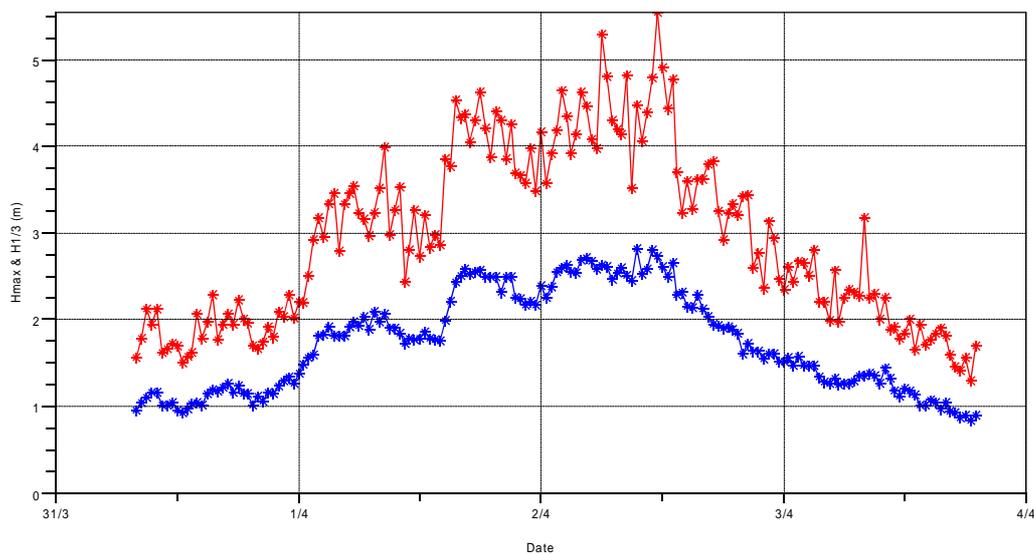


Figure n°5 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 2							
Informations générales							
Date de début (TU)		Date de fin (TU)		Dir (°)		Etal (°)	
31/3/2007 8h00mn		3/4/2007 19h00mn		44,2 à 141,2		11,2 à 24,6	
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
2/4/2007 9h30mn	2,82	7,5	2,95	3,45	6,2	99,1	18,4
Plus fortes vagues							
	Date (TU)		Hmax (m)		THmax (m)		
Vague 1	2/4/2007 11h30mn		5,55		6,9		
Vague 2	2/4/2007 6h00mn		5,29		7,3		
Vague 3	2/4/2007 8h30mn		4,82		7		

Tableau n°3 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.3 Tempête du 19/11/2007 au 22/11/2007

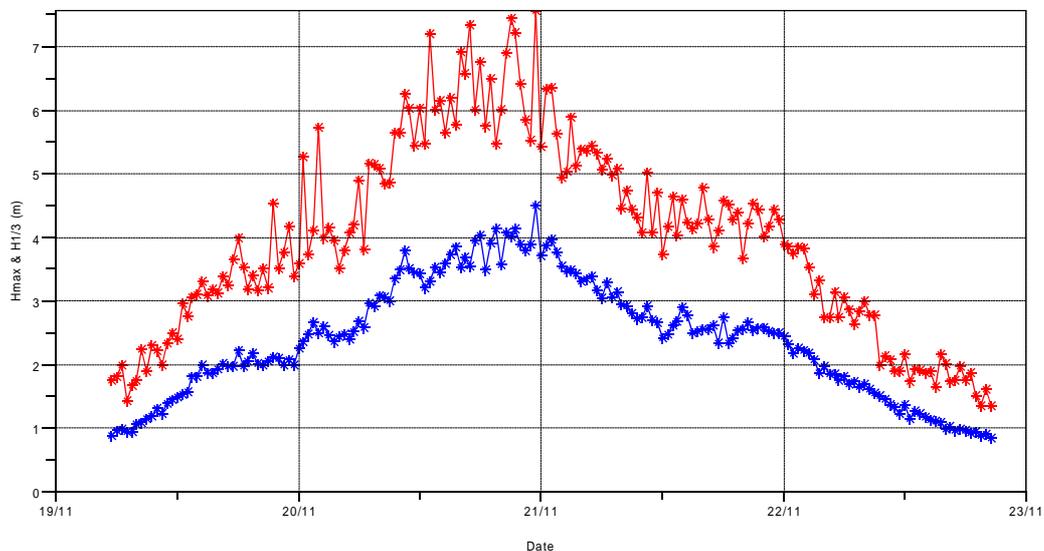


Figure n°6 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 3							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
19/11/2007 5h30mn	22/11/2007 20h30mn	41,4 à 123		12,1 à 31,8			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
20/11/2007 23h30mn	4,49	8,6	4,98	5,76	7,5	103,3	25,5
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	20/11/2007 23h30mn	7,58		9,2			
Vague 2	20/11/2007 21h00mn	7,45		8,4			
Vague 3	20/11/2007 17h00mn	7,34		8,4			

Tableau n°4 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.4 Tempête du 15/12/2007 au 16/12/2007

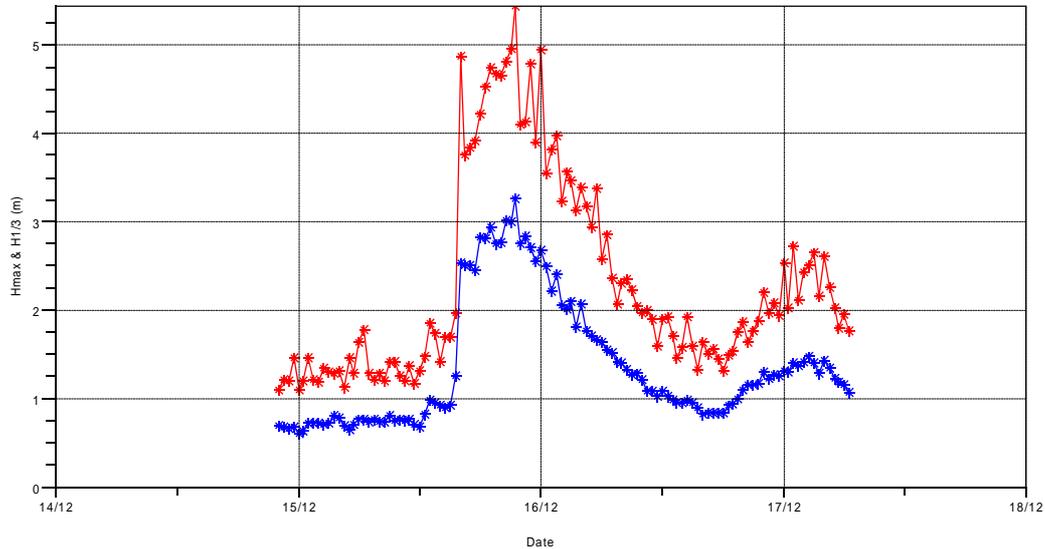


Figure n°7 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 4							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
15/12/2007 13h00mn	16/12/2007 15h30mn	62,5 à 123		8,1 à 32,2			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
15/12/2007 21h30mn	3,26	9,2	3,44	4,07	7,5	101,9	15,2
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	15/12/2007 21h30mn	5,45		9,3			
Vague 2	16/12/2007 0h00mn	4,95		8,9			
Vague 3	15/12/2007 16h00mn	4,88		8,1			

Tableau n°5 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.5 Tempête du 02/01/2008 au 05/01/2008

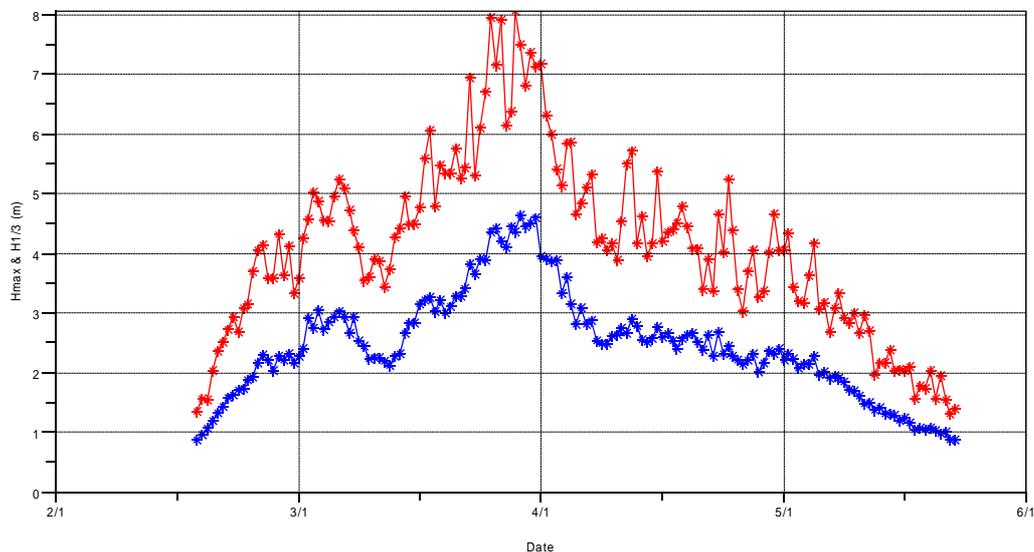


Figure n°8 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 5							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
2/1/2008 14h00mn	5/1/2008 17h00mn	69,5 à 115,9		9 à 31,3			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
3/1/2008 22h00mn	4,64	8,7	4,9	5,76	7,4	90,6	21
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	3/1/2008 21h30mn	8,07		9,2			
Vague 2	3/1/2008 19h00mn	7,95		8,5			
Vague 3	3/1/2008 20h00mn	7,91		7,6			

Tableau n°6 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.6 Tempête du 03/02/2008 au 04/02/2008

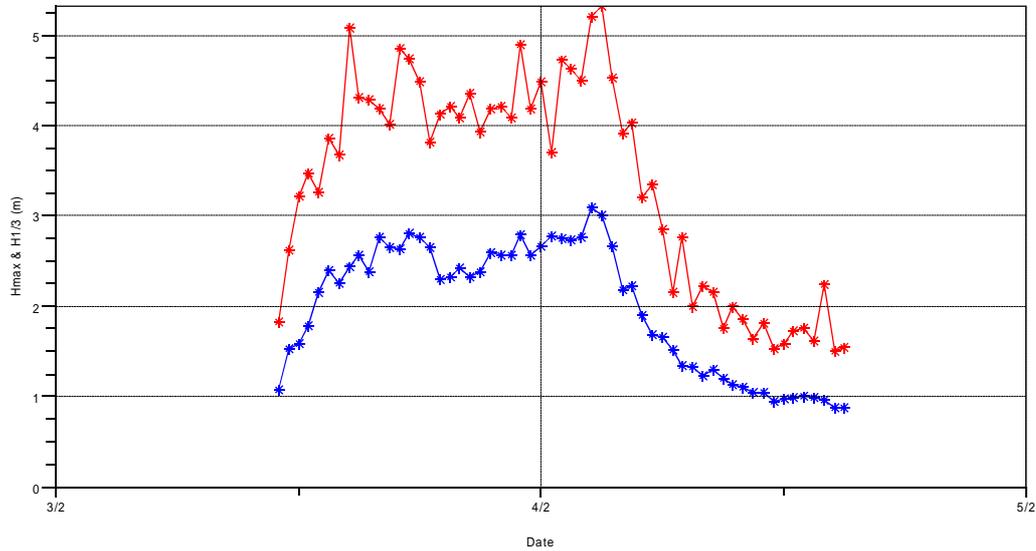


Figure n°9 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 6							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
3/2/2008 11h00mn	4/2/2008 15h00mn	137 à 318,4		13,9 à 22,8			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
4/2/2008 2h30mn	3,09	7,2	3,21	3,77	5,9	146,9	19,2
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	4/2/2008 3h00mn	5,33		6,6			
Vague 2	3/2/2008 14h30mn	5,08		6,2			
Vague 3	3/2/2008 23h00mn	4,9		6,3			

Tableau n°7 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.7 Tempête du 26/12/2008 au 01/01/2009

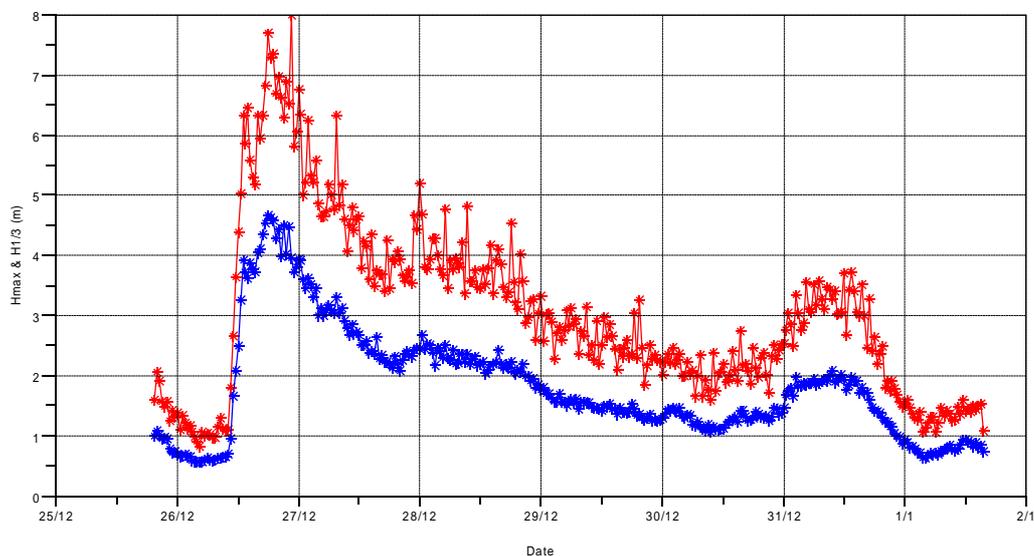


Figure n°10 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 7							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
26/12/2008 10h30mn	1/1/2009 0h30mn	69,5 à 144,1		10,7 à 44,8			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
26/12/2008 18h00mn	4,66	9,7	4,88	5,68	8	100,5	12,5
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	26/12/2008 22h30mn	8,01		8,6			
Vague 2	26/12/2008 18h00mn	7,7		10			
Vague 3	26/12/2008 21h30mn	6,88		9,8			

Tableau n°8 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.8 Tempête du 30/01/2009 au 03/02/2009

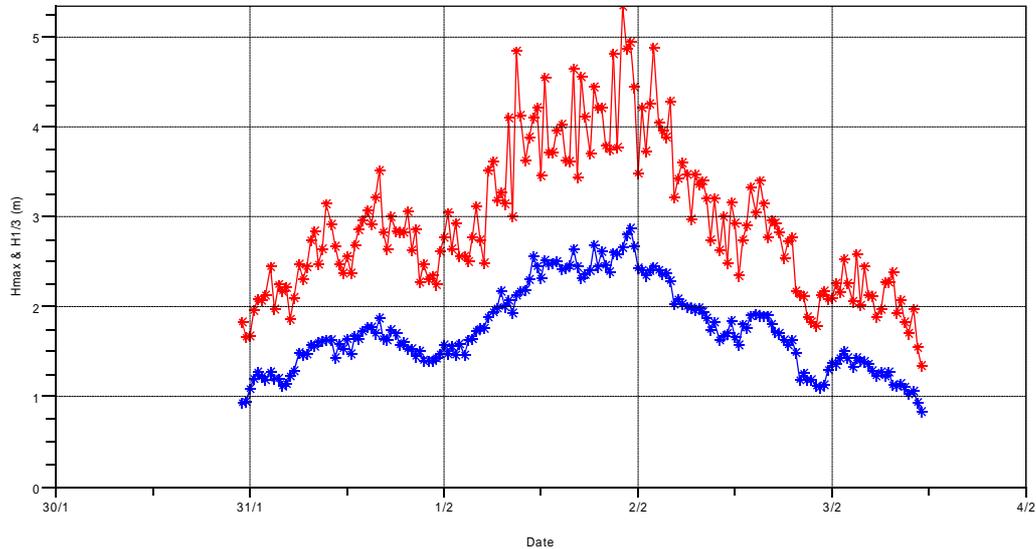


Figure n°11 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 8							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
30/1/2009 23h00mn	3/2/2009 11h00mn	85 à 310		12,5 à 34,5			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
1/2/2009 23h00mn	2,88	7,5	3,02	3,62	6,4	93,4	15,2
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	1/2/2009 22h00mn	5,35		8			
Vague 2	2/2/2009 2h00mn	4,88		7			
Vague 3	1/2/2009 9h00mn	4,84		6,7			

Tableau n°9 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.9 Tempête du 24/04/2009 au 26/04/2009

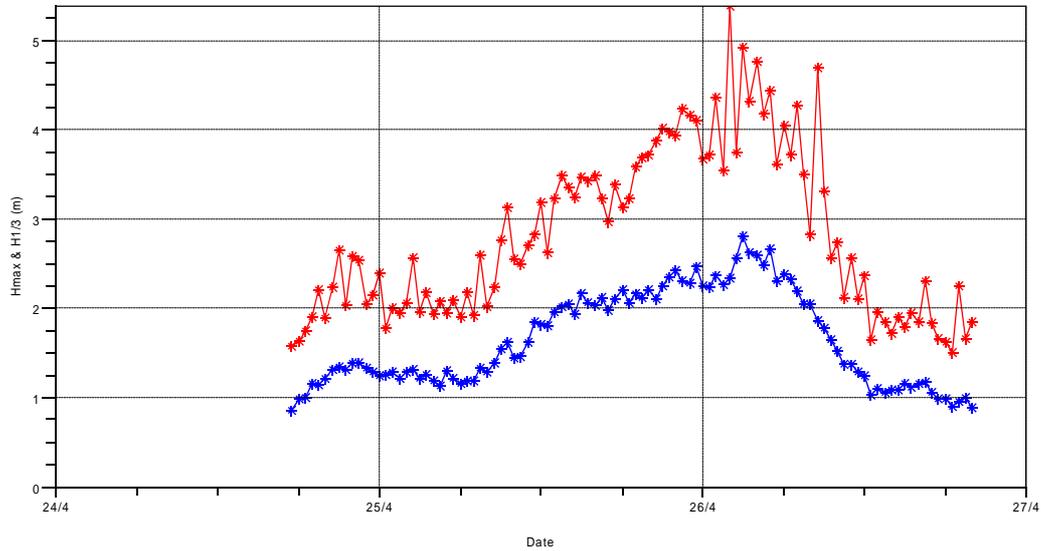


Figure n°12 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 9							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
24/4/2009 17h30mn	26/4/2009 20h00mn	76,6 à 318,4		9,8 à 38			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
26/4/2009 3h00mn	2,81	7,8	2,92	3,6	6,4	93,4	13,4
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	26/4/2009 2h00mn	5,39		7,5			
Vague 2	26/4/2009 4h00mn	4,77		7,9			
Vague 3	26/4/2009 8h30mn	4,69		7,3			

Tableau n°10 : Analyse des paramètres d'états de mer.

3.2.10 Tempête du 19/10/2009 au 22/10/2009

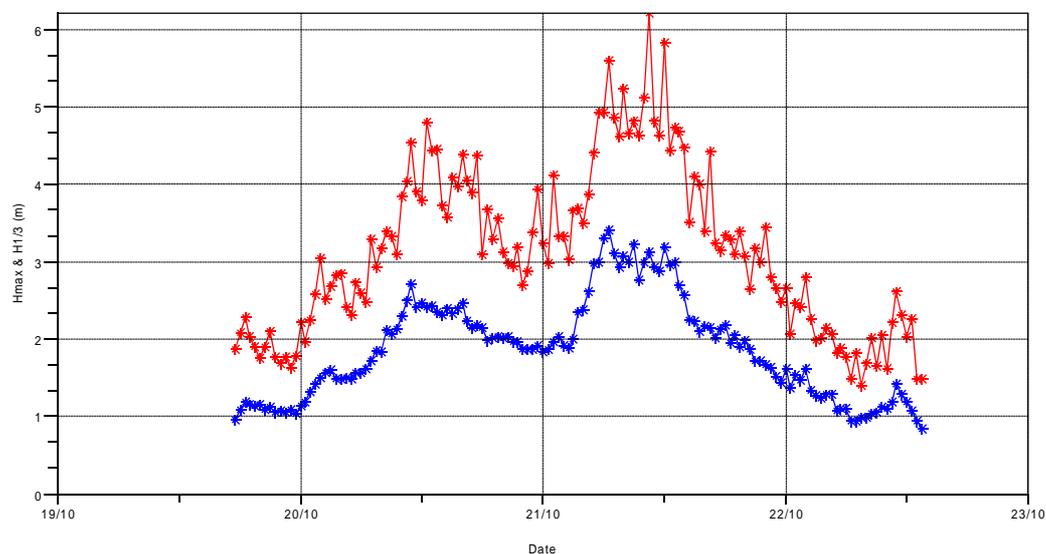


Figure n°13 : Évolution des $H_{1/3}$ (—) et H_{max} (—).

TEMPÊTE N° 10							
Informations générales							
Date de début (TU)	Date de fin (TU)	Dir (°)		Etal (°)			
19/10/2009 17h30mn	22/10/2009 13h30mn	79,4 à 156,7		16,6 à 37,2			
Pic de tempête							
Date (TU)	H1/3 (m)	TH1/3 (s)	Hm0 (m)	H1/10 (m)	TE (s)	Dir (°)	Etal (°)
21/10/2009 6h30mn	3,41	7,2	3,63	4,18	6,2	111,7	25,1
Plus fortes vagues							
	Date (TU)	Hmax (m)		THmax (m)			
Vague 1	21/10/2009 10h30mn	6,22		7,7			
Vague 2	21/10/2009 12h00mn	5,83		8			
Vague 3	21/10/2009 6h30mn	5,6		7,4			

Tableau n°11 : Analyse des paramètres d'états de mer.

4 ESTIMATION DES HOULES EXTRÊMES

L'estimation des périodes de retour des événements extrêmes a été effectuée à l'aide du logiciel ASTEX développé au LNHE (EDF R&D). Ce dernier met en œuvre une méthode des « pics de tempêtes franchissant un seuil ». Cette méthode a été appliquée sur une durée d'enregistrement cumulée de 2,87 ans s'étalant entre le 16/12/2006 et le 31/10/2009 (voir annexe 6).

De manière générale on considère que les mesures permettent une estimation des houles extrêmes de période de retour 2 à 5 fois la durée d'enregistrement cumulée.

La durée d'enregistrement cumulée étant relativement faible, les résultats issus de l'ajustement statistique des extrêmes sont à considérés avec la plus grande prudence.

4.1 Ajustement statistique des extrêmes

La période de retour $T(X)$ est définie par :

$$F(X) = \sum_{k=0}^{\infty} P(k) \cdot G(X)^k \approx 1 - \mu(1 - G(X)) = 1 - \frac{1}{T(X)}$$

avec

- $F(X)$ la probabilité annuelle d'avoir un pic au-dessus du seuil de tempête avec une valeur inférieure à X ;
- $P(k)$ la probabilité annuelle d'avoir k pics au-dessus du seuil de tempête ;
- $G(X)$ la probabilité qu'un pic au-dessus du seuil de tempête est une valeur inférieure à X .

La meilleure stabilité par rapport aux seuils et le meilleur ajustement sont obtenus pour :

- un seuil de tempêtes de 2,0m, soient 22 événements au-dessus du seuil de tempête ;
- Une densité de probabilité des occurrences annuelles de pics au-dessus du seuil de tempête

définie par une

Loi de Poisson :
$$P(n) = e^{-\mu} \frac{\mu^n}{n!} \quad \text{avec } \mu = 7,653$$

- Une fonction de répartition des maxima au-dessus du seuil de tempête

définie par une

Loi exponentielle :
$$G(X) = 1 - e^{-\rho(X-S_0)} \quad \text{avec } \rho = 1,05516$$

Les résultats sont présentés figure 14 et tableau 12.

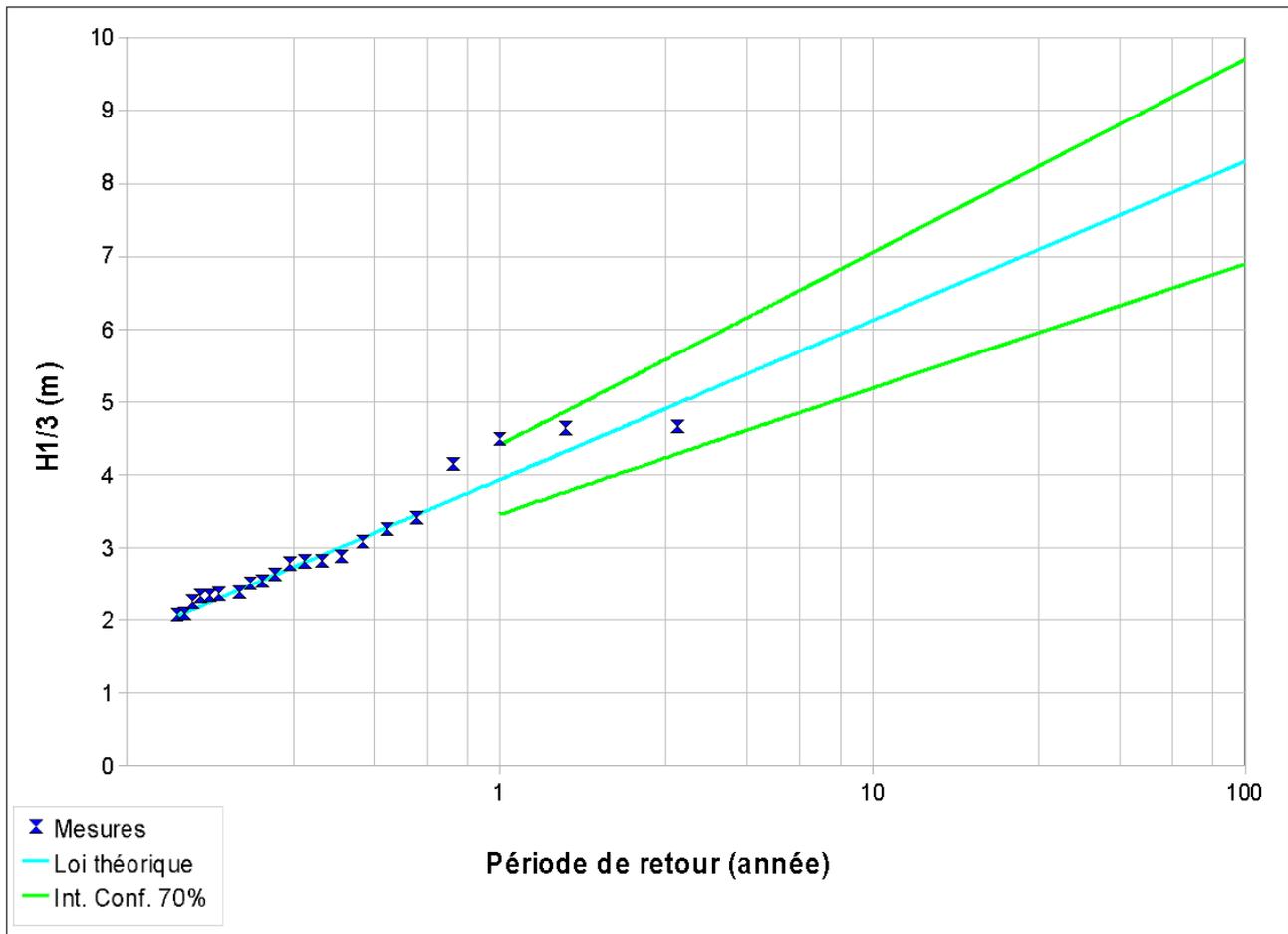


Figure n°14 : Ajustement graphique
 Seuil de tempêtes de 2,00m - Loi exponentielle

	Hauteur significative	Intervalle de confiance à 70 %
Houle annuelle	3,9 m	3,5 m à 4,4 m
Houle décennale	6,1 m	5,2 m à 7,0 m

Tableau n°12 : Estimation des périodes de retour de la houle.
 Seuil de tempêtes de 2,00m - Loi exponentielle

4.2 Périodes moyennes

Les périodes moyennes associées aux houles annuelle et décennale peuvent être estimées à partir des résultats sur les hauteurs significatives et la cambrure de houle. En eau profonde (profondeur supérieure à 0,5 fois la longueur d'onde des vagues) et selon la théorie de la houle linéaire, la cambrure de houle est approchée par la formule suivante :

$$cambrure = \frac{2\pi H_{1/3}}{gT_{avd}^2} \quad \text{avec } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

l'accélération de la pesanteur

La cambrure de houle sur les 22 évènements au-dessus du seuil de tempête est comprise entre 0,035 et 0,060 pour une valeur moyenne de 0,048.



Membre
de l'Alliance de l'Énergie,
de l'Électricité, du Gaz,
de l'Environnement
et du Développement
du Territoire

CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : 011101 - Leucate

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

Détail du nombre de mesures de la campagne

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Total
2009	1 305	1 344	1 488	1 440	1 488	1 438	1 483	1 475	1 432	1 438			14 331
2008	1 474	1 385	1 401	1 392	1 468	1 310	1 487	1 488	1 434	1 487	1 439	1 487	17 252
2007	906	1 308	1 468	1 439	1 446	1 395	1 482	1 451	1 395	1 487	1 390	1 477	16 644
2006												382	382
Total	3 685	4 037	4 357	4 271	4 402	4 143	4 452	4 414	4 261	4 412	2 829	3 346	48 609

Taux de disponibilité du houlographe

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Moy
2009	87.7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	99.7%	99.1%	99.4%	99.9%			98.6%
2008	99.1%	99.5%	94.2%	96.7%	98.7%	91.0%	99.9%	100.0%	99.6%	99.9%	99.9%	99.9%	98.2%
2007	NA	97.3%	98.7%	99.9%	97.2%	96.9%	99.6%	97.5%	96.9%	99.9%	96.5%	99.3%	98.2%
2006												99.6%	99.6%
Moy	93.4%	98.9%	97.6%	98.9%	98.6%	95.9%	99.7%	98.9%	98.6%	99.9%	98.2%	99.6%	99.6%



Ministère de l'Énergie, du Développement durable et de l'Environnement

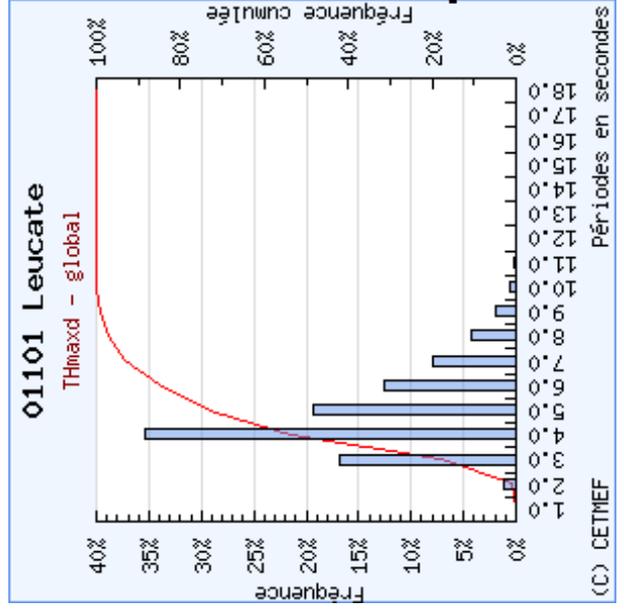
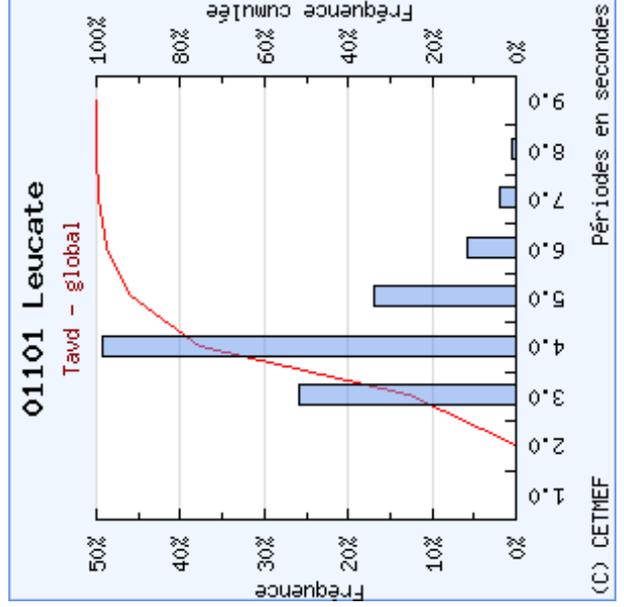
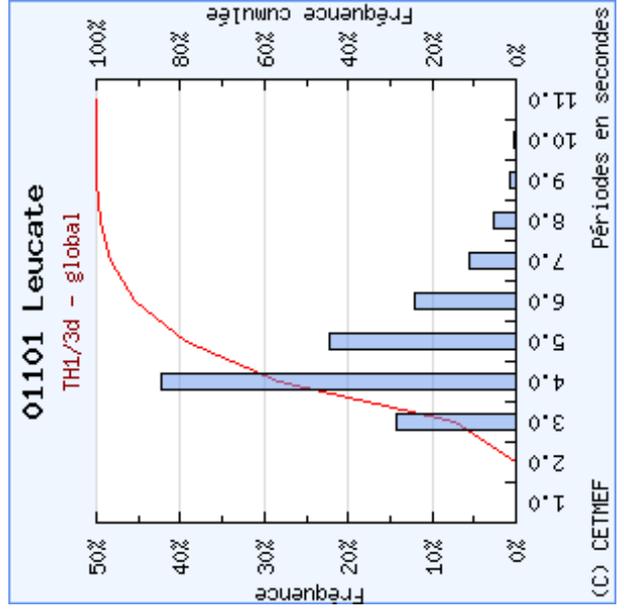
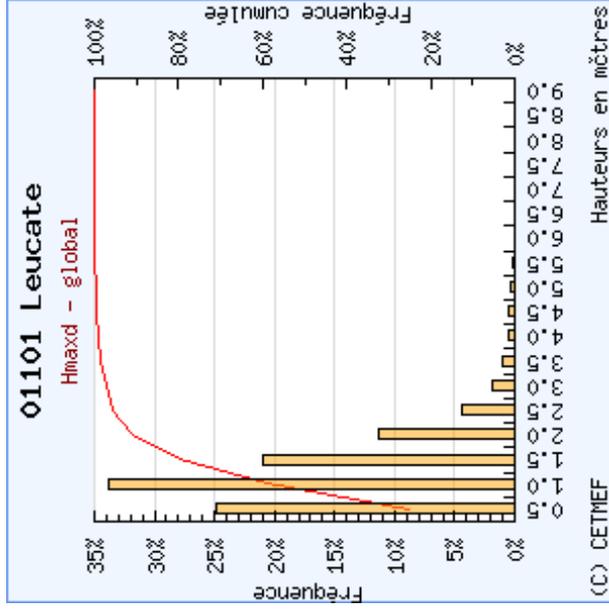
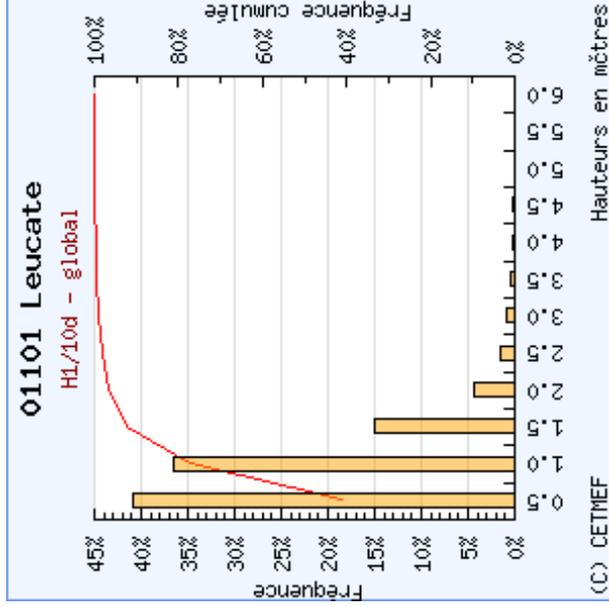
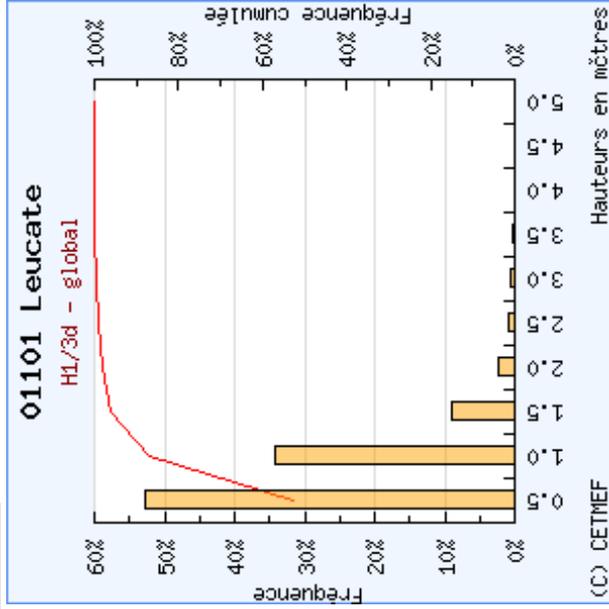
CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres



Annexe 3 - p.1/2



LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ
REPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'énergie, de l'énergie,
du développement durable
et de l'environnement

CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

Détail du nombre de mesures de la campagne

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
2009	1306	1344	1488	1440	1488	1440	1488	1475	1436	1486	0	0	14391
2008	1474	1385	1402	1392	1468	1331	1488	1488	1439	1488	1440	1487	17282
2007	906	1308	1468	1439	1446	1395	1482	1453	1395	1487	1390	1478	16647
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	395	395
Total	3686	4037	4358	4271	4402	4166	4458	4416	4270	4461	2830	3360	48715



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Énergie, de l'Énergie,
du Développement durable
et de l'Aménagement
du territoire

CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

Corrélogramme - Hm0/T02 - GLOBAL

(Hauteur significative spectrale des vagues / Période moyenne)

t02 (Secondes)

hm0 (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
0										
0.5			8863	8459	2593	579	88	4		20586
1			2349	12387	2701	557	75	8		18077
1.5				3379	1753	588	75	5		5800
2				44	707	410	119	7		1287
2.5					51	362	141	2		556
3						133	150	24	1	308
3.5						7	64	21	1	93
4							42	20	1	63
4.5							8	28	1	37
5								13	2	15
Total			11212	24269	7805	2636	762	132	6	

Les valeurs du tableau sont exprimées en nombre d'éléments - Les cases vides correspondent à des valeurs nulles.

Code des couleurs

>= 10 ‰

>= 30 ‰

>= 50 ‰

Corrélogramme - Hm0/tp - GLOBAL

(Hauteur significative spectrale des vagues / Période de pic barycentrique)

hm0 (m)	tp (Secondes)															Total						
	0	1.4	2.8	4.2	5.6	7	8.4	9.8	11.2	12.6	14	15.4	16.8	18.2	19.6		21	22.4	23.8	25.2	26.6	28
0.5			6469	6384	2373	2586	1233	1128	257	103	40	2	2	1		2		4		1		20585
1			203	11744	3375	2029	616	93	10	4	3											18077
1.5				1741	2395	1041	457	150	15	1												5800
2				4	314	595	249	116	9													1287
2.5					12	206	247	90	1													556
3						37	154	113	4													308
3.5						1	19	69	3	1												93
4							6	53	4													63
4.5								29	6	3												38
5								11	2	1	1											15
Total			6672	19873	8469	6495	2981	1852	311	113	44	2	2	1		2		4		1		

Les valeurs du tableau sont exprimées en nombre d'éléments - Les case vides correspondent à des valeurs nulles.

Code des couleurs	
>= 10 ‰	>= 50 ‰
>= 30 ‰	>= 50 ‰

Corrélogramme - Hm0/TE - GLOBAL

(Hauteur significative spectrale des vagues / Période moyenne nergtique)

hm0 (m)	te (Secondes)													Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
0															
0.5			2989	8506	5090	2659	896	331	95	18	1				20585
1			264	11224	4223	1698	608	49	11						18077
1.5				1864	2277	1019	518	107	12	3					5800
2					273	592	277	126	16	3					1287
2.5					3	163	253	131	5	1					556
3						2	134	128	43	1					308
3.5							11	47	34	1					93
4							1	36	25	1					63
4.5								4	25	9					38
5									7	8					15
Total			3253	21594	11866	6133	2698	959	273	45	1				

Les valeurs du tableau sont exprimées en nombre d'éléments - Les case vides correspondent à des valeurs nulles.

Code des couleurs		
>= 10 ‰	>= 30 ‰	>= 50 ‰



Union Française
REPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Énergie, de l'Équipement, de l'Environnement et de la Mer

CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

CORRELOGRAMME Hmo / Dir																
Hmo (m)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	Total
5 à 5.5					2											2
4.5 à 5					5	8										13
4 à 4.5					12	14										26
3.5 à 4					23	14										37
3 à 3.5					38	21		1								60
2.5 à 3					117	58	24	13								212
2 à 2.5				9	126	123	89	26						7	5	385
1.5 à 2				22	142	193	314	54						13	150	896
1 à 1.5		2	31	162	362	552	625	151					235	1724	264	4121
0.5 à 1		235	51	237	972	849	1236	1633	577	21		1	4	598	4984	13177
0 à 0.5		561	296	500	1207	1359	3050	3096	1341	177	26	7	15	36	540	16779
																35667

Note : Les mesures sont issues du calcul direct par la centrale de mesure du houlographe et non du post traitement.
Le nombre de mesures disponibles est inférieur à celui de l'annexe 2 du fait de la perte de données lors de la récupération des fichiers sources.

CANDHIS

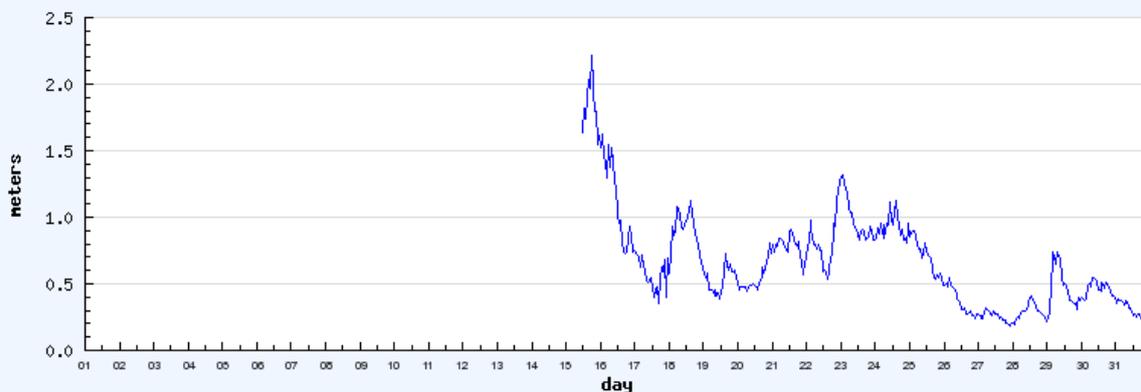
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

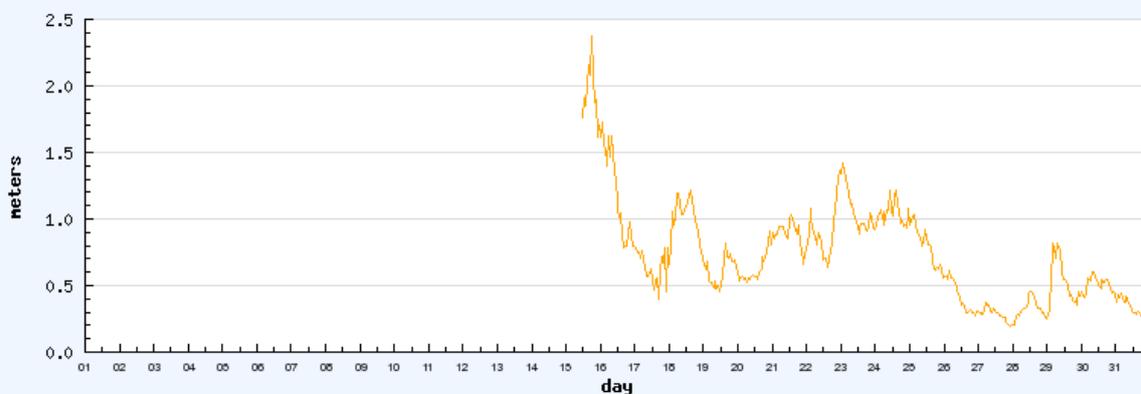
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

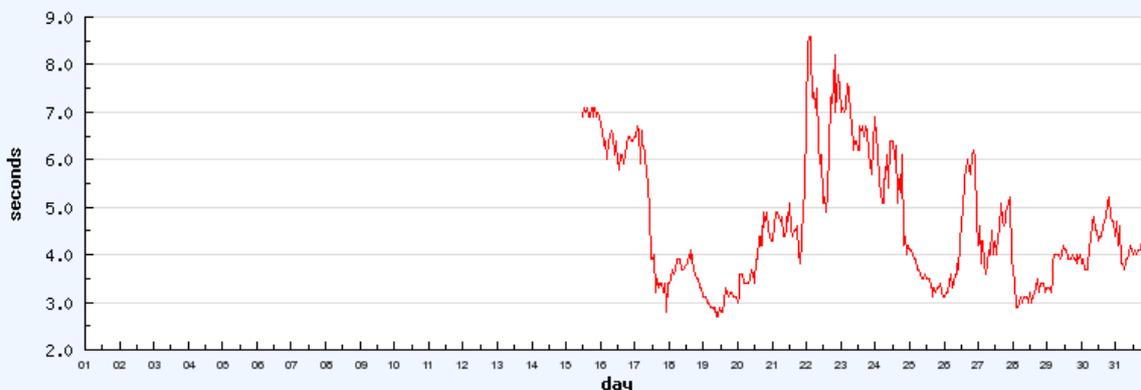
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2006



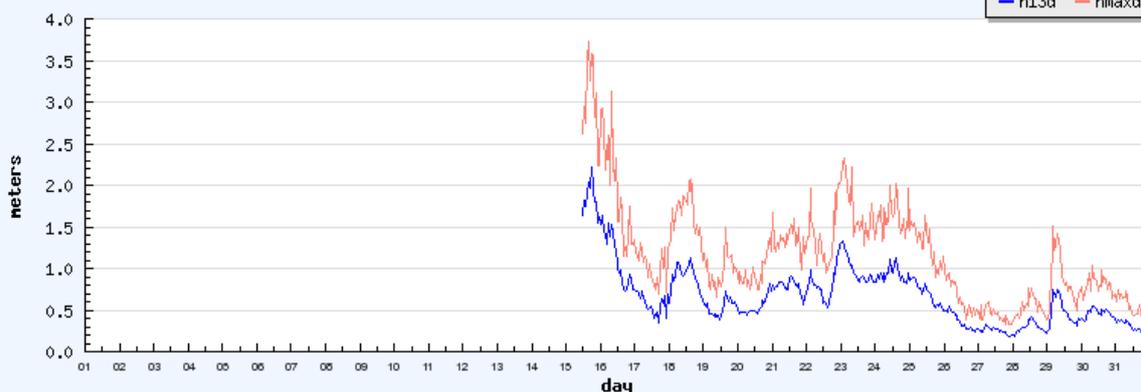
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2006



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2006



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2006



CANDHIS

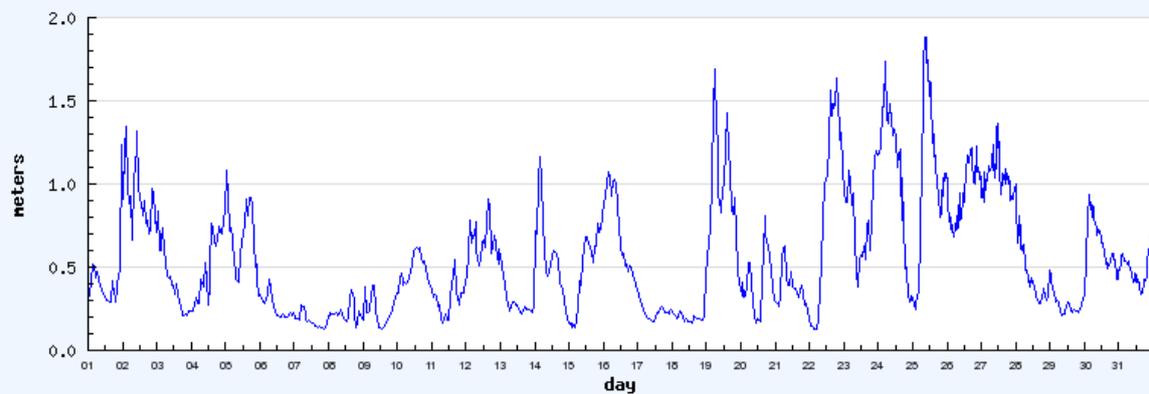
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

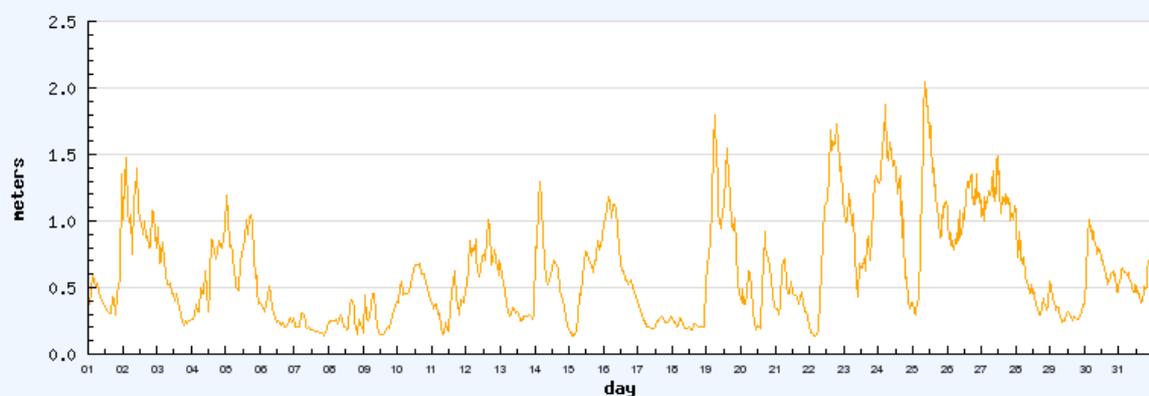
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

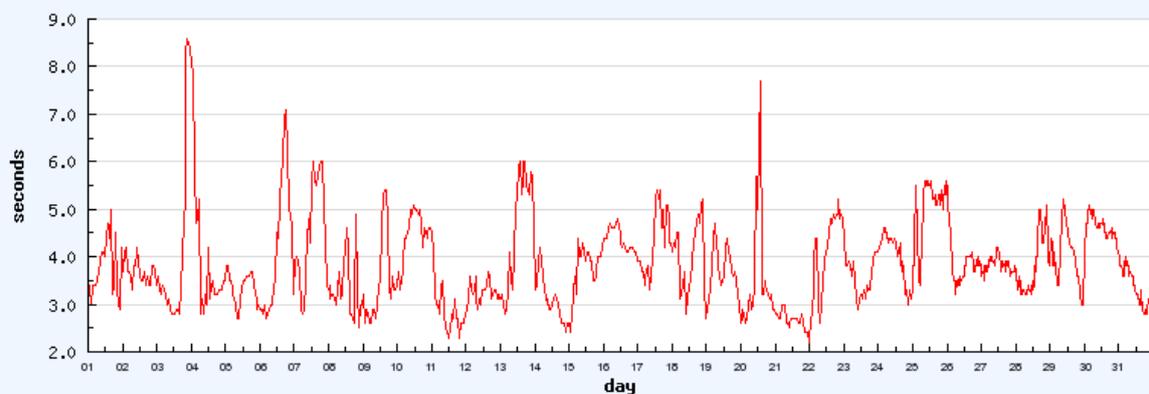
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2007



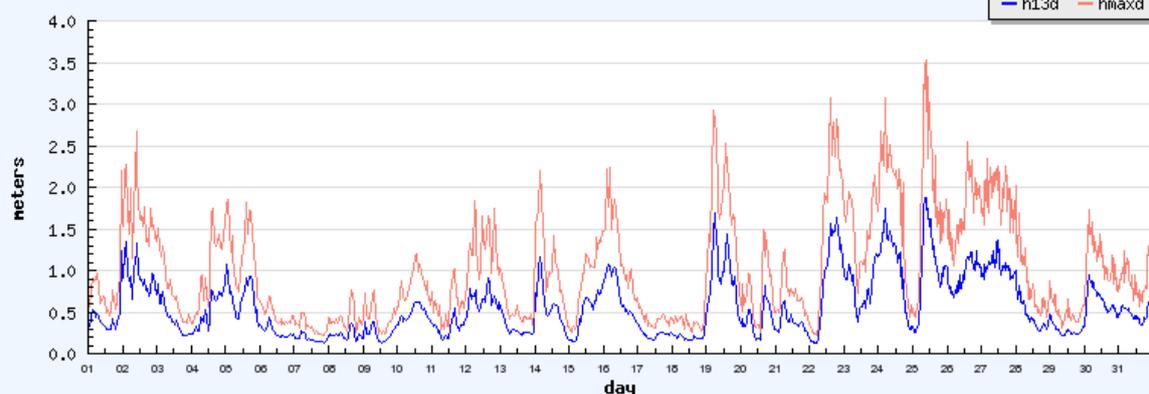
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2007



CANDHIS

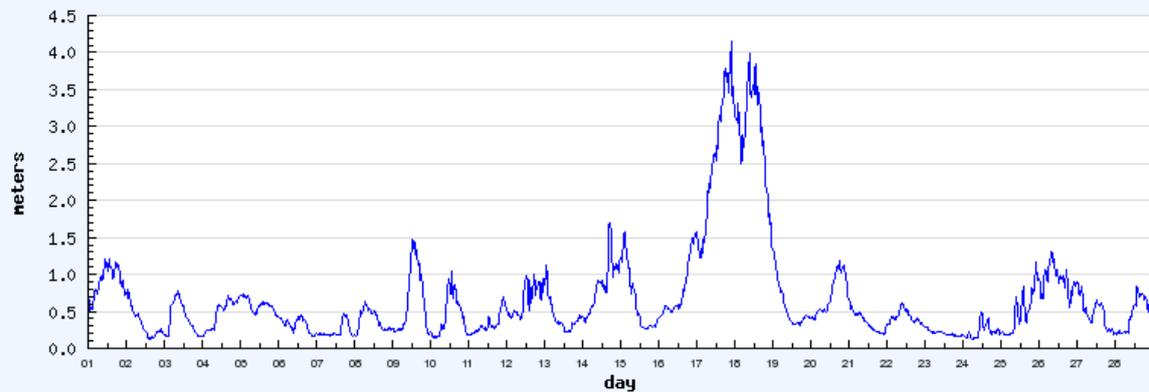
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

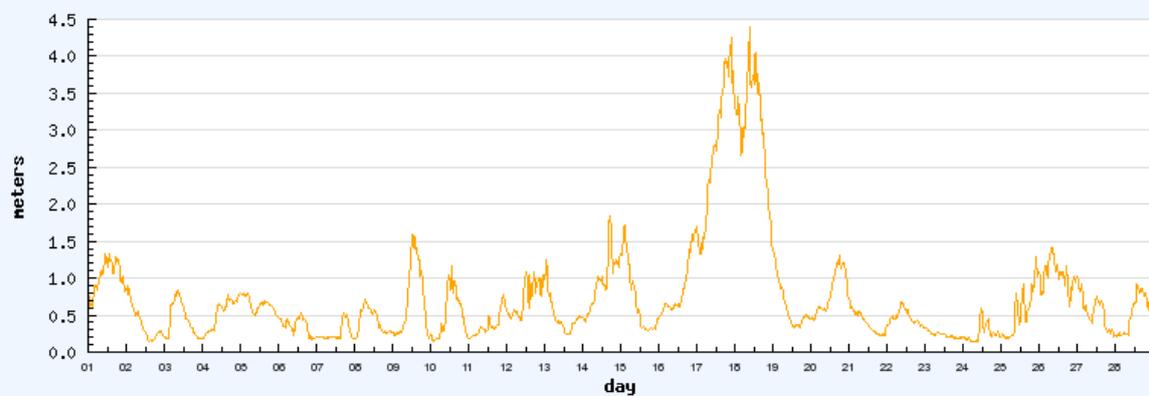
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

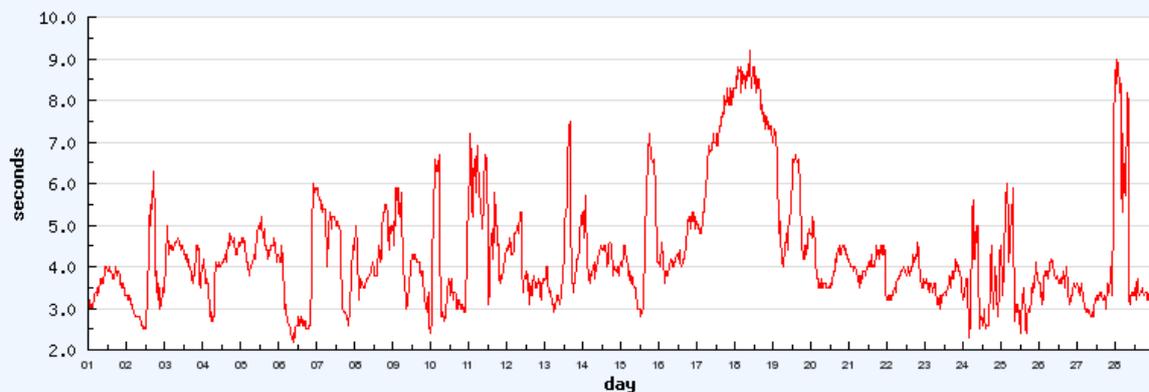
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2007



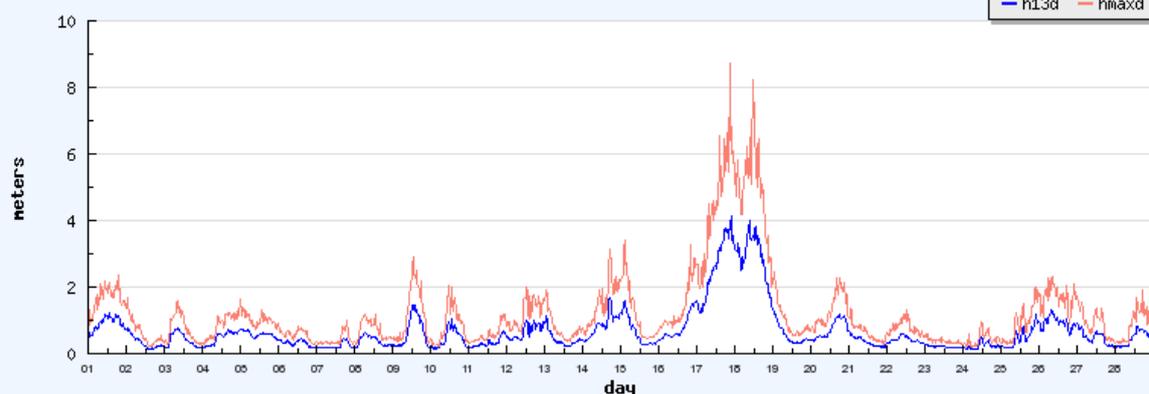
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Février 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Février 2007



CANDHIS

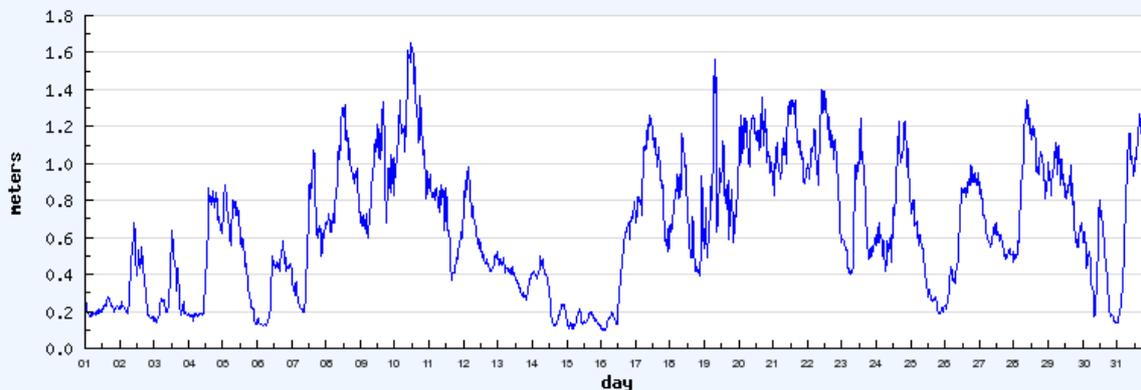
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

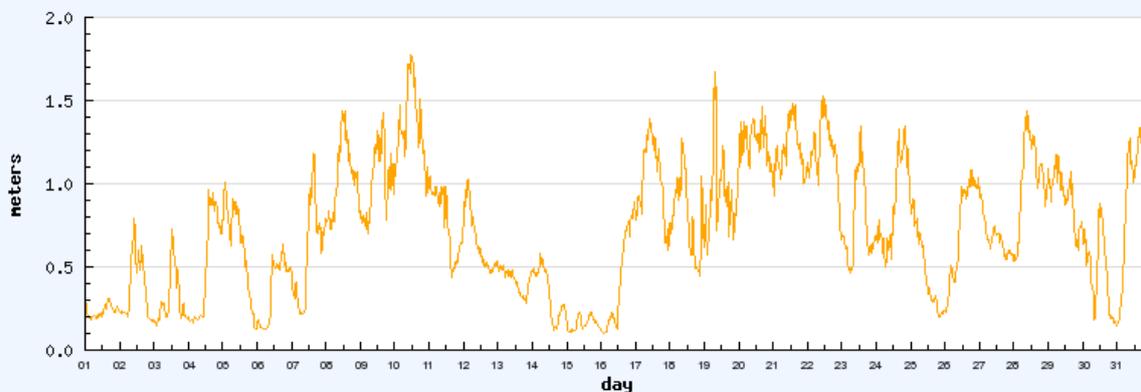
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

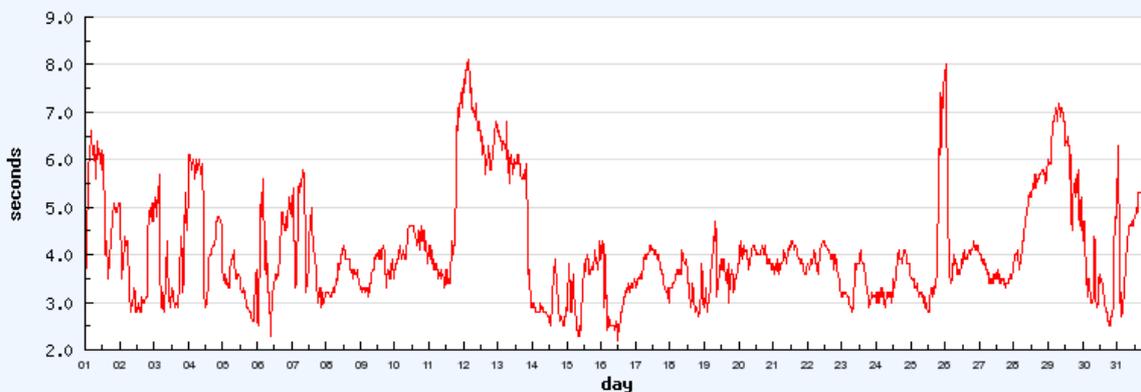
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2007



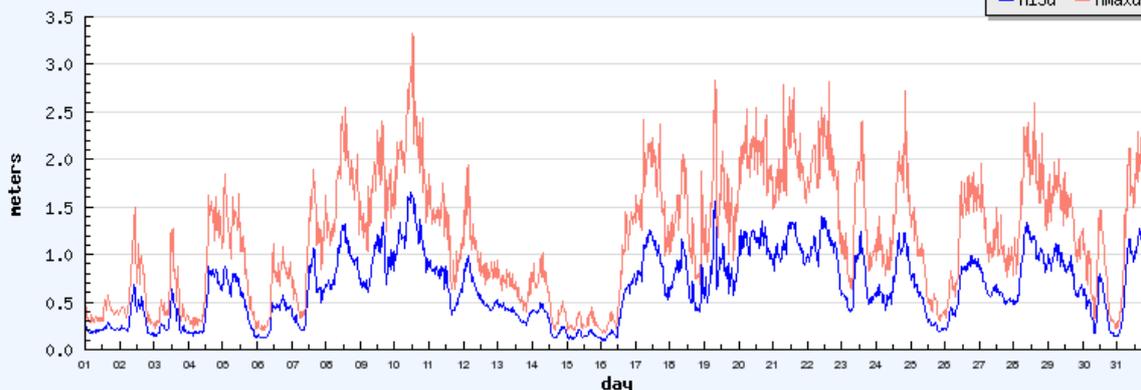
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mars 2007



CANDHIS

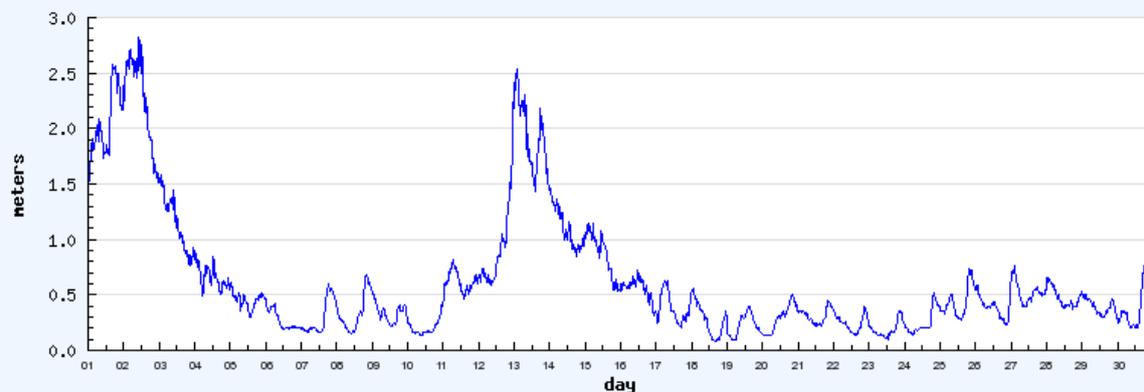
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

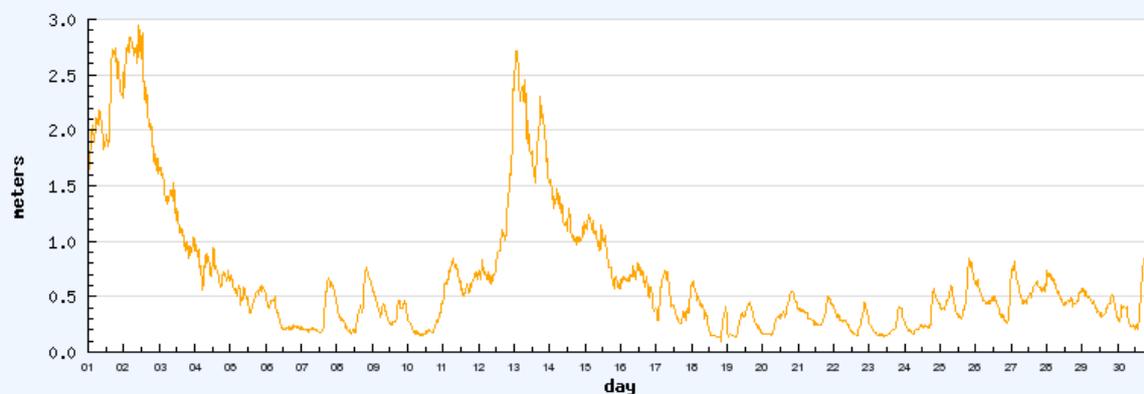
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

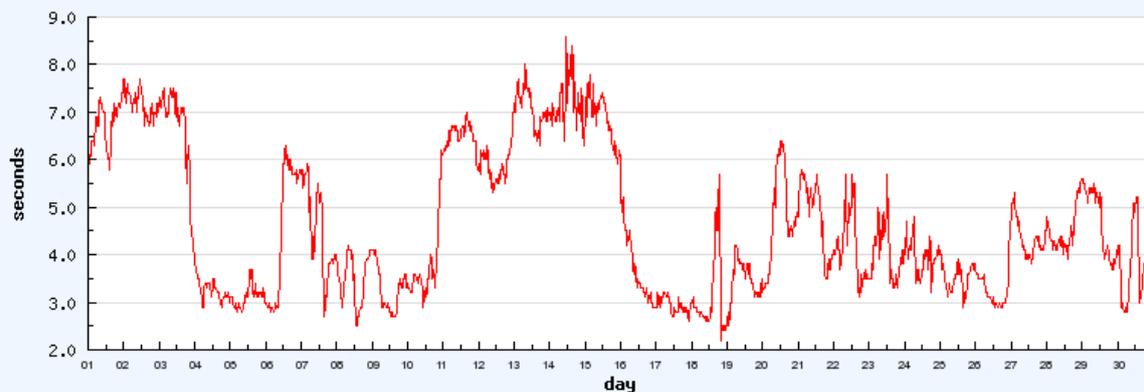
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2007



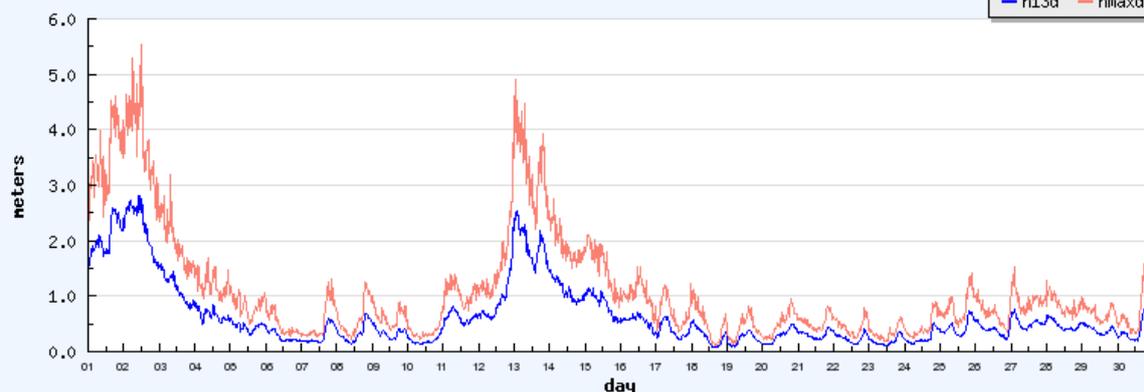
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Avril 2007



CANDHIS

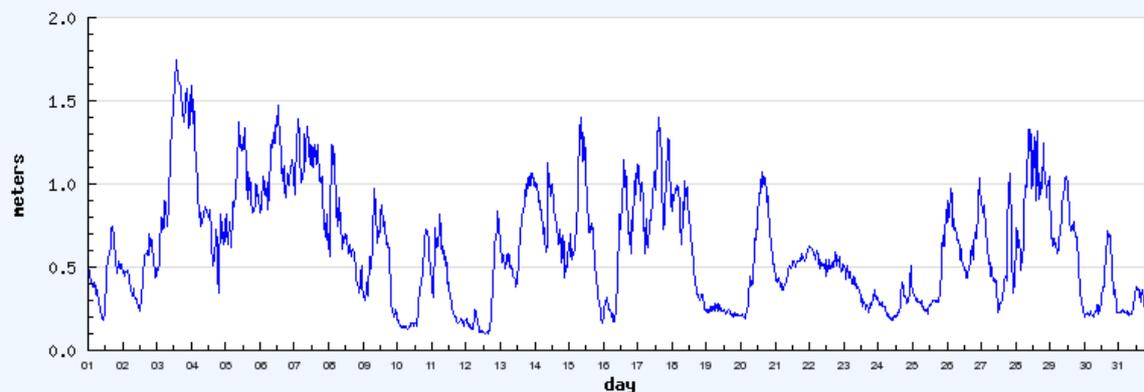
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

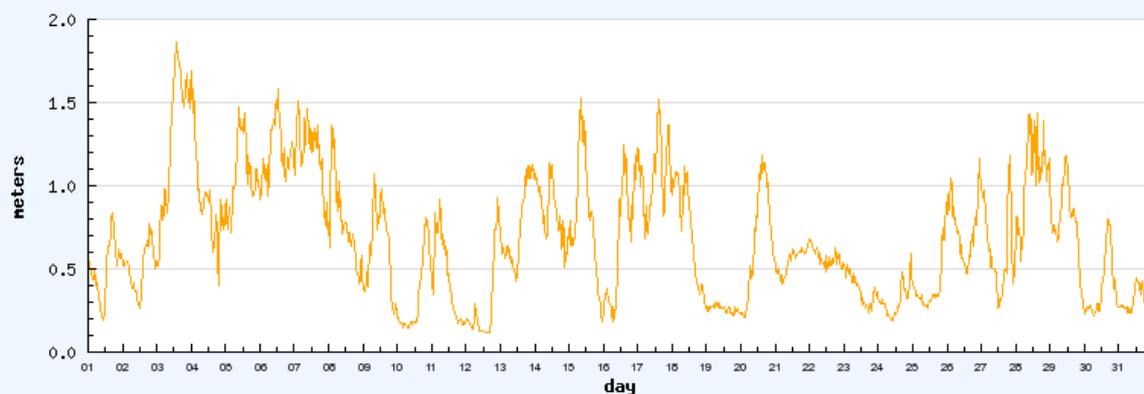
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

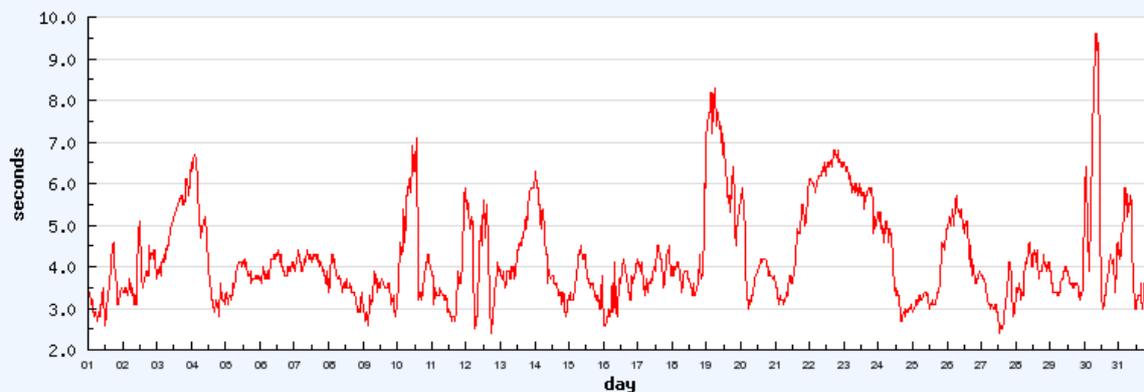
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2007



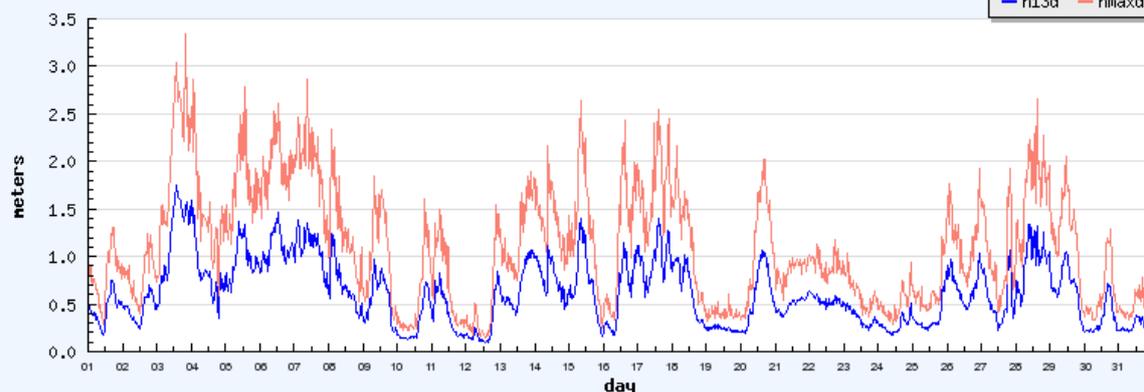
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mai 2007



CANDHIS

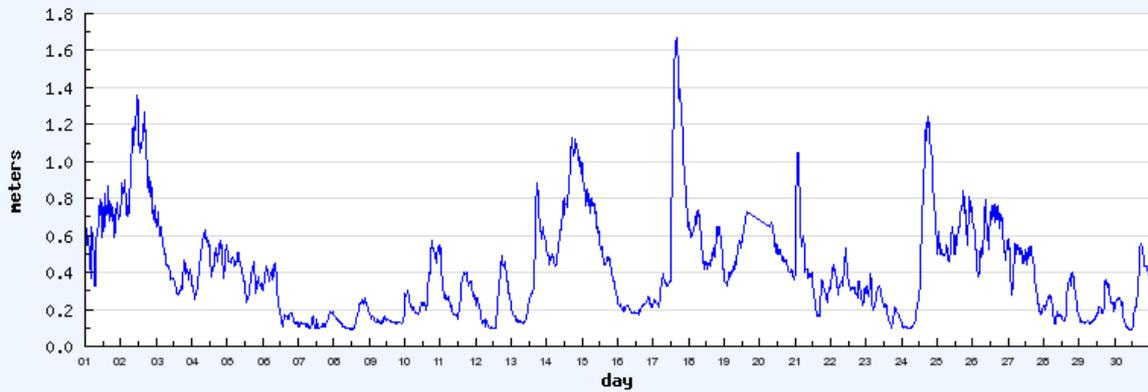
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

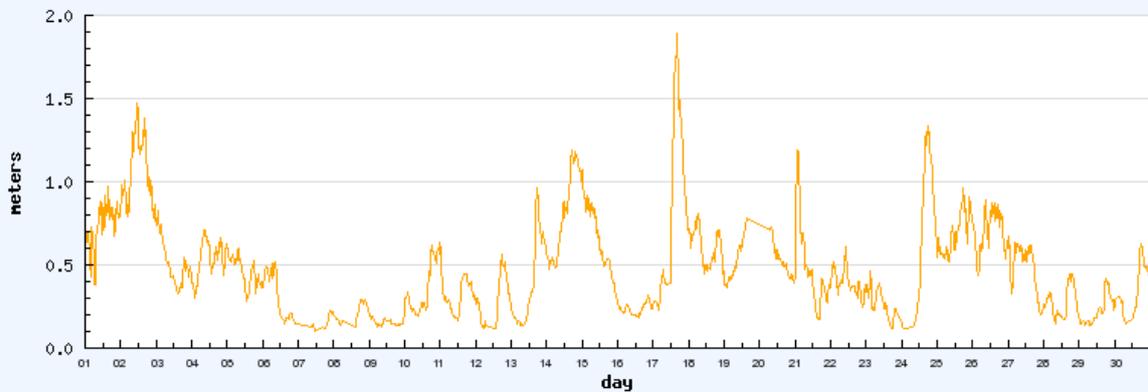
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

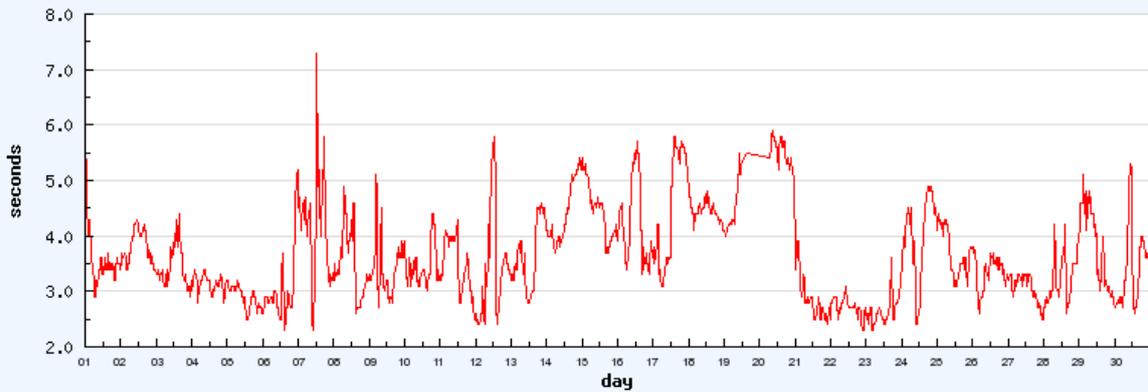
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2007



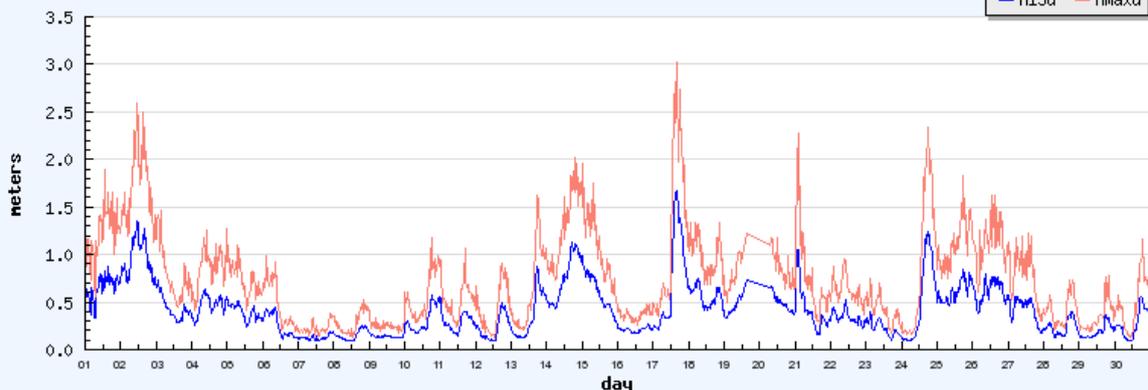
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juin 2007



CANDHIS

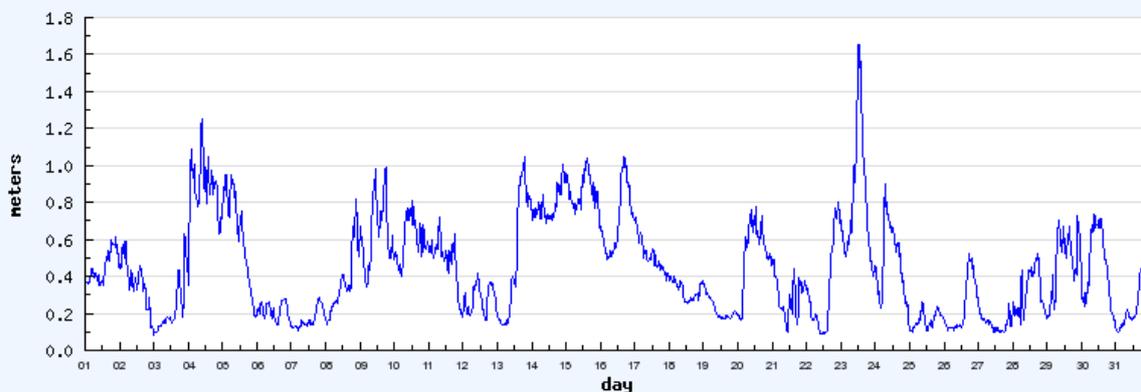
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

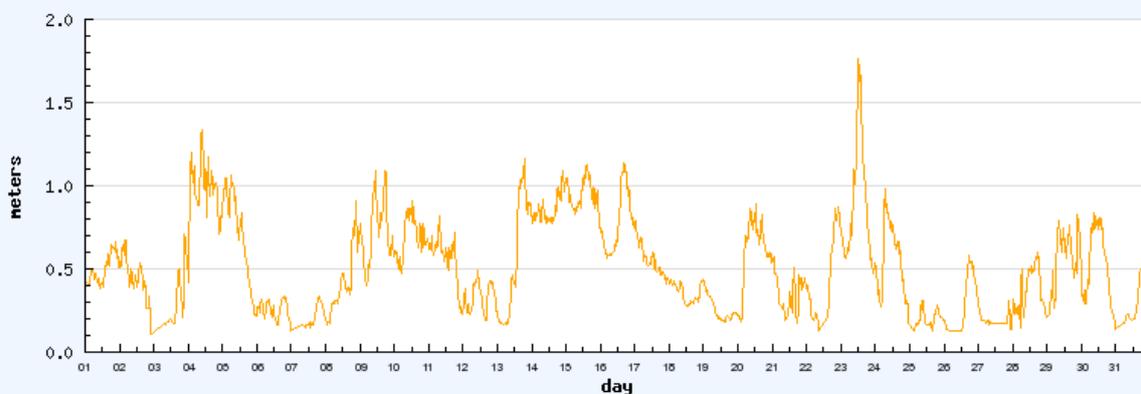
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

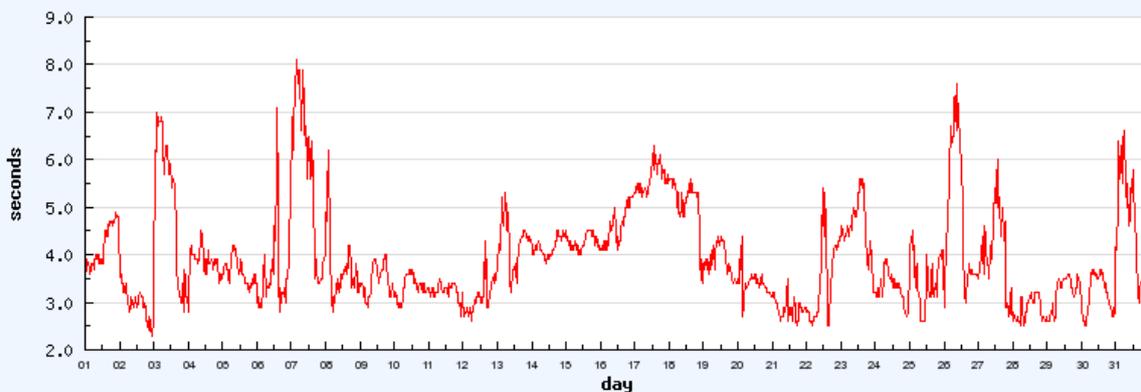
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2007



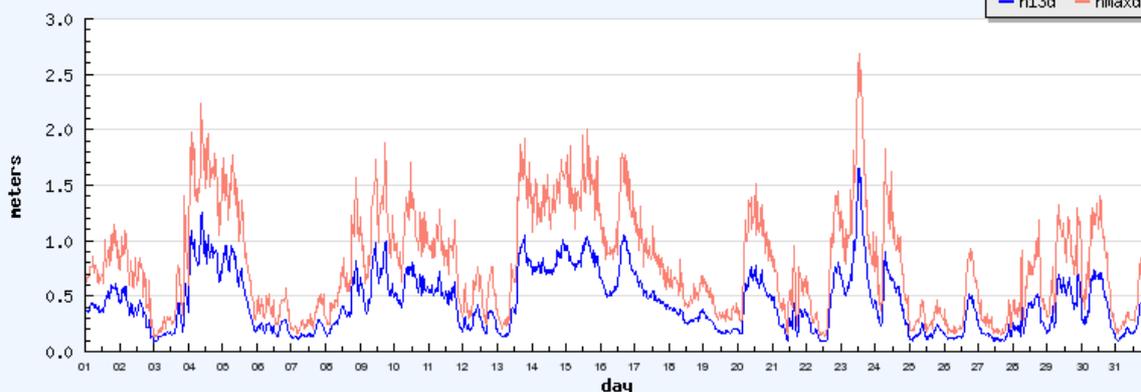
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2007



CANDHIS

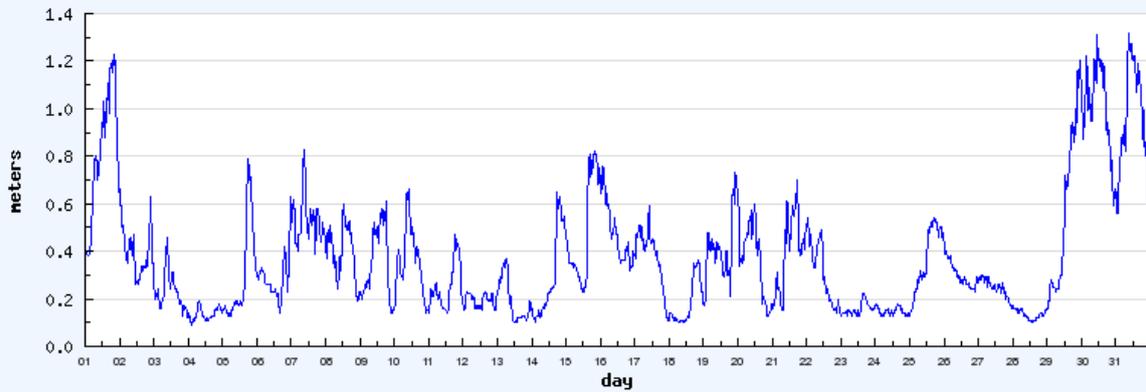
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

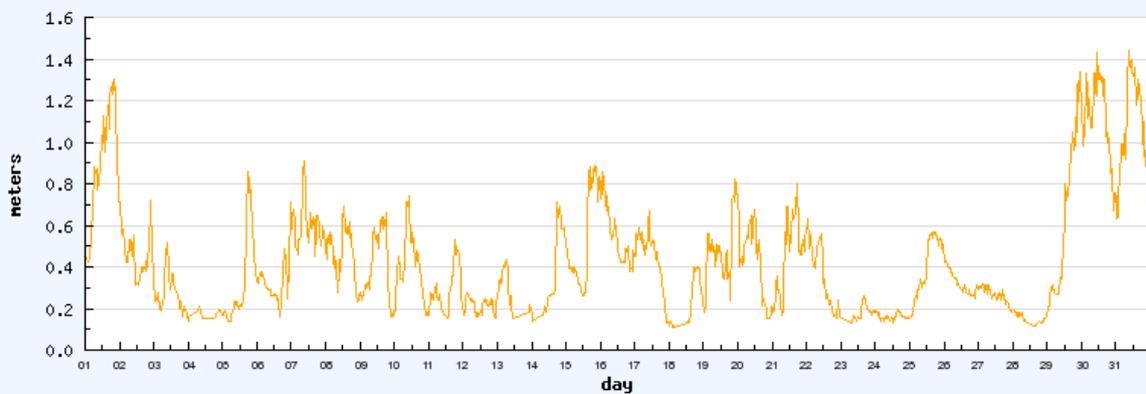
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

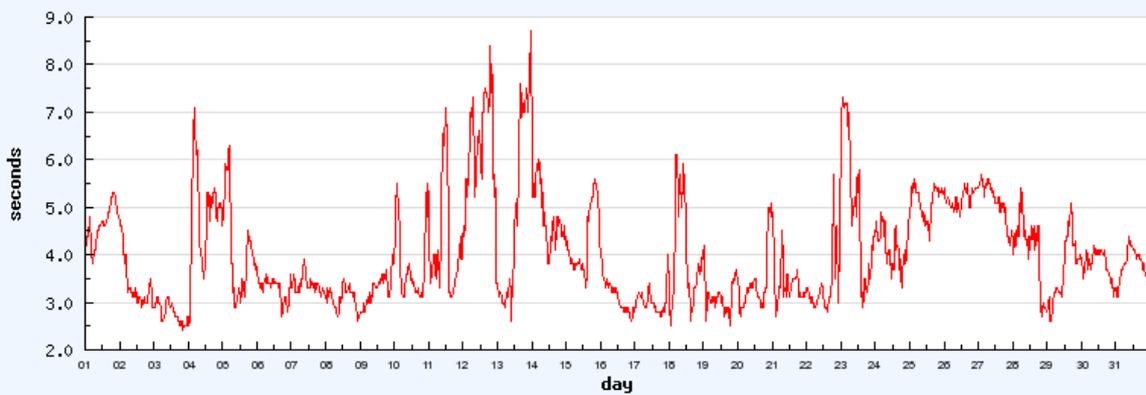
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2007



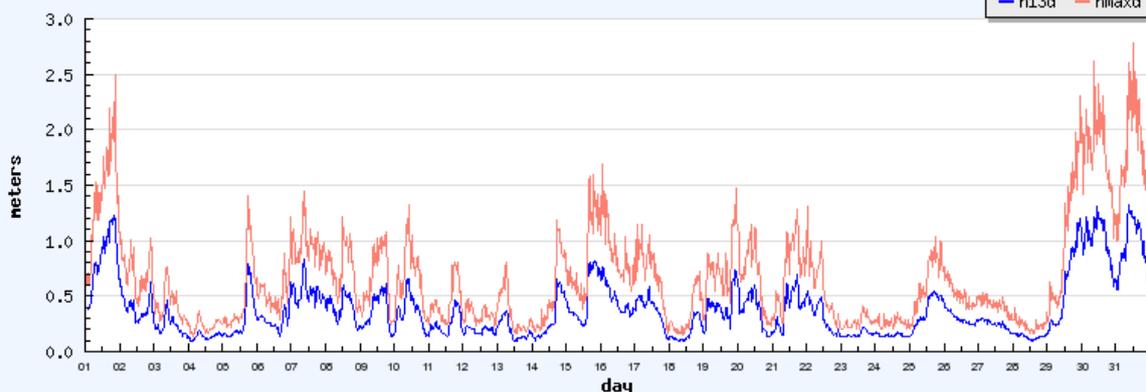
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Aout 2007



CANDHIS

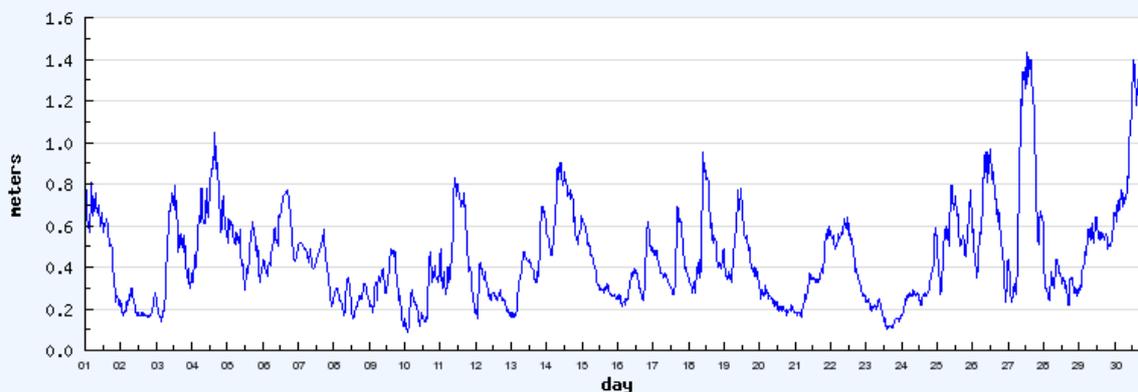
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

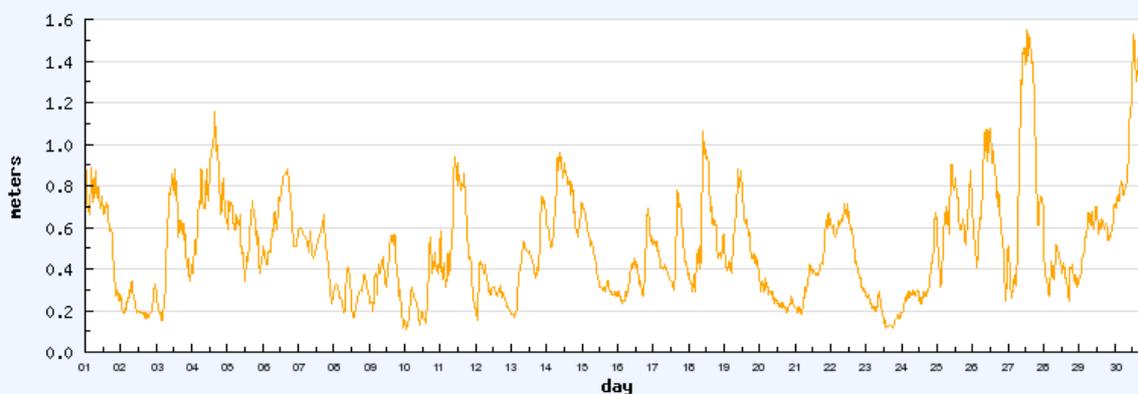
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

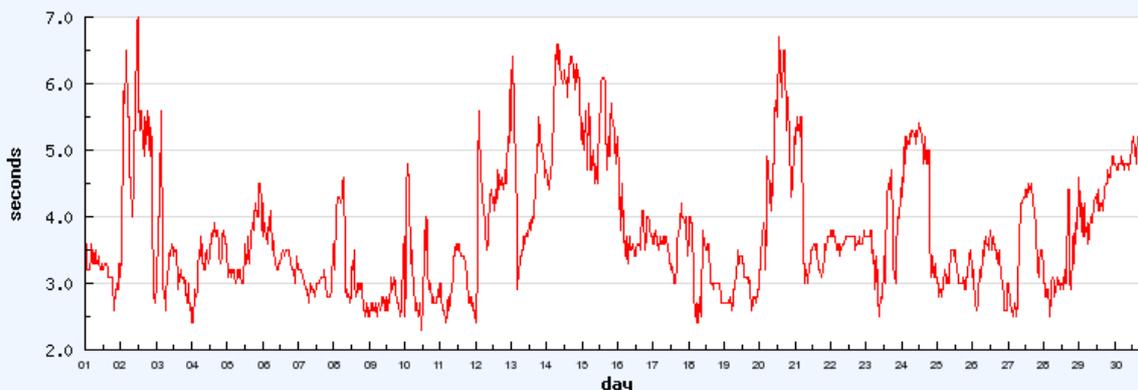
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2007



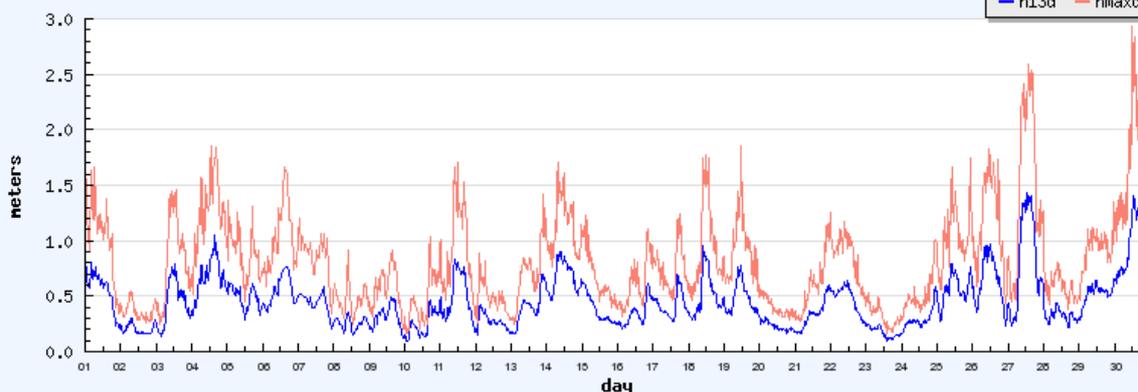
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2007



CANDHIS

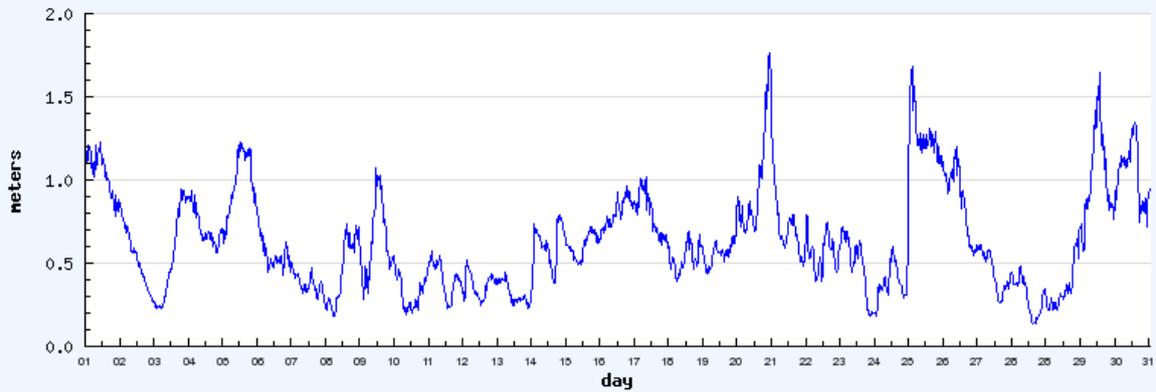
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

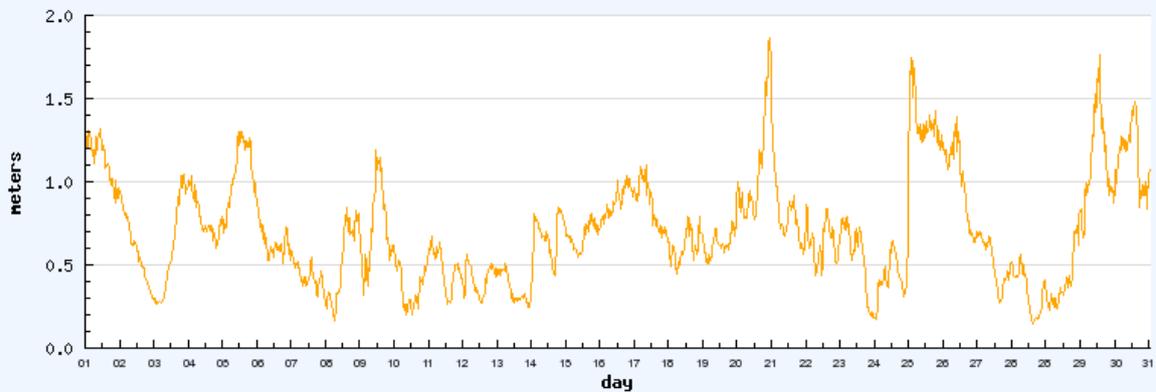
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

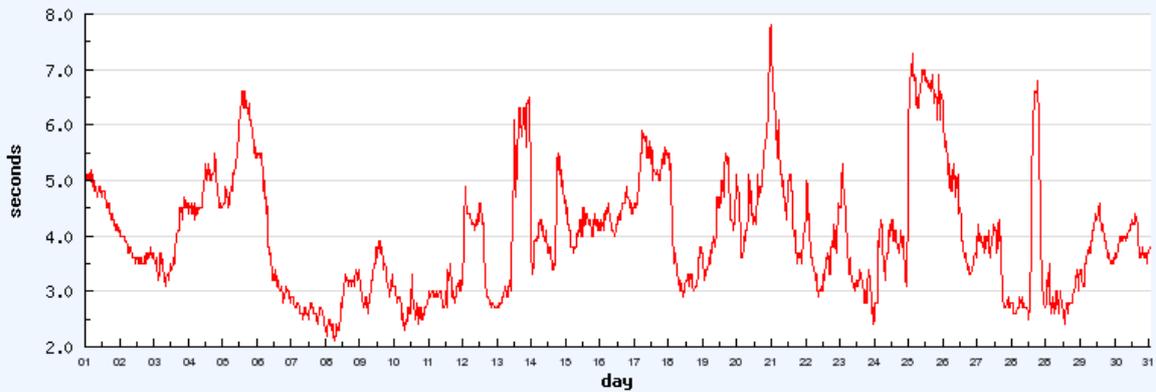
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2007



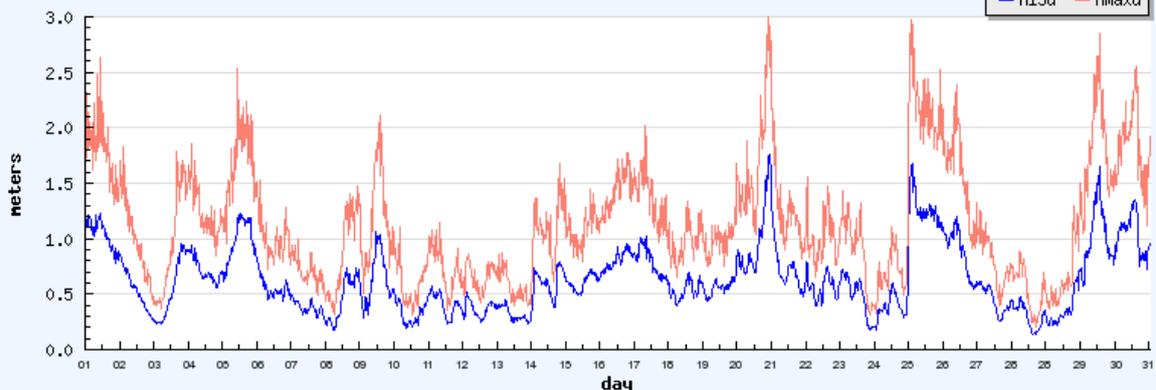
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2007



CANDHIS

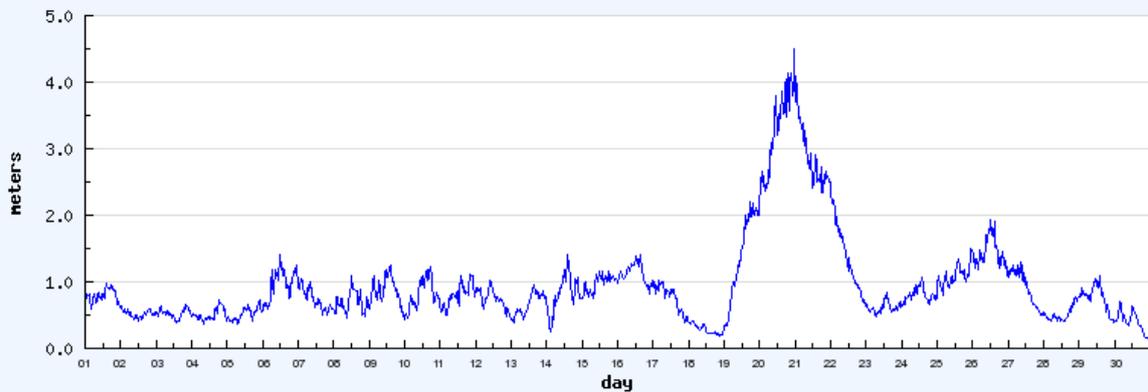
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

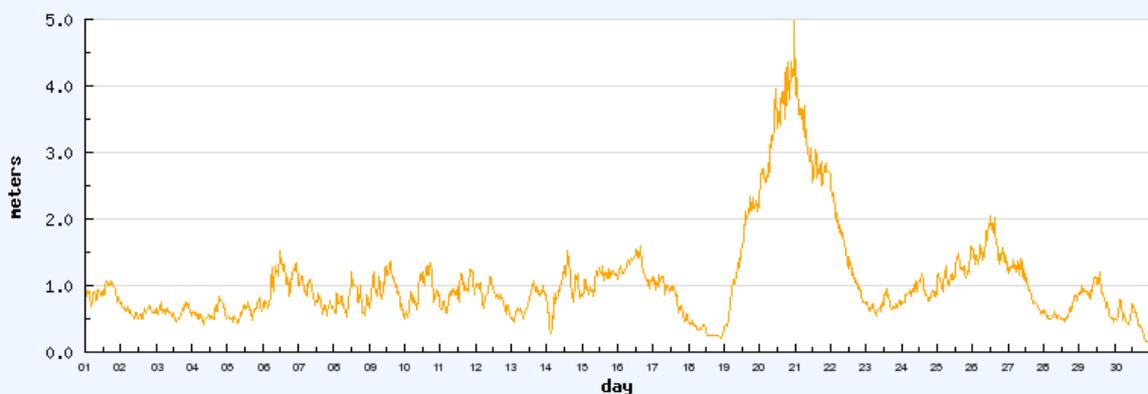
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

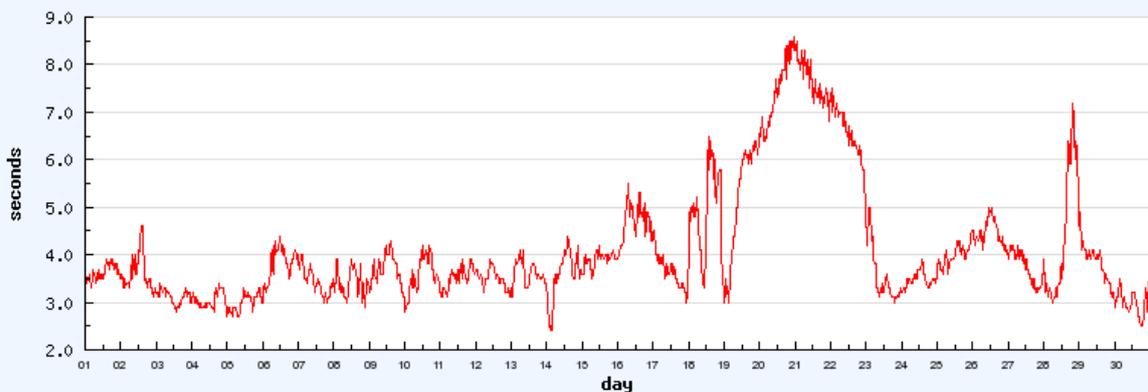
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2007



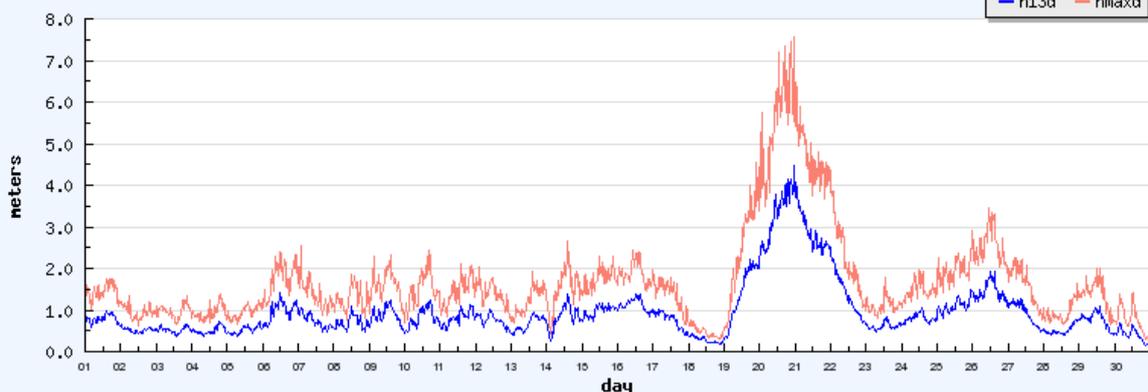
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2007



CANDHIS

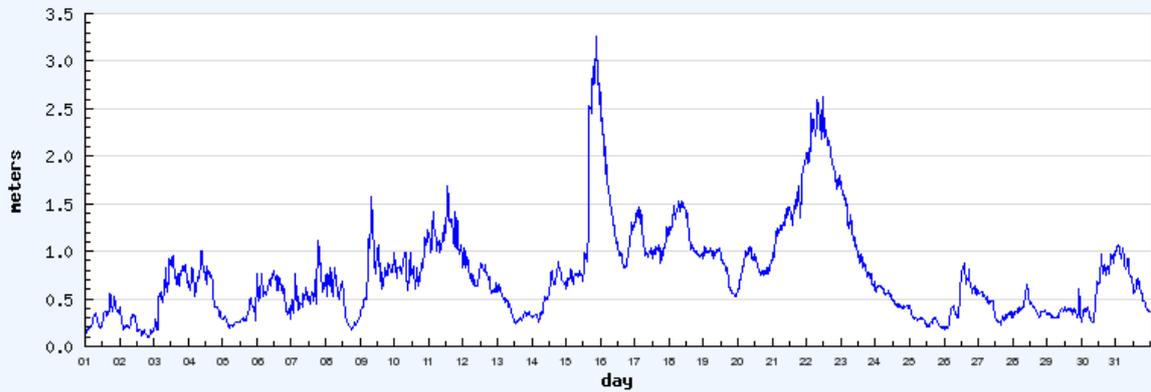
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

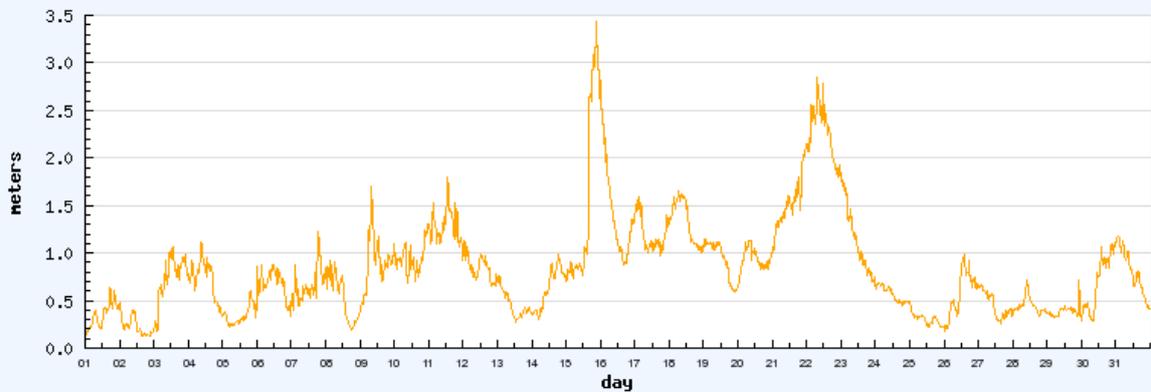
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

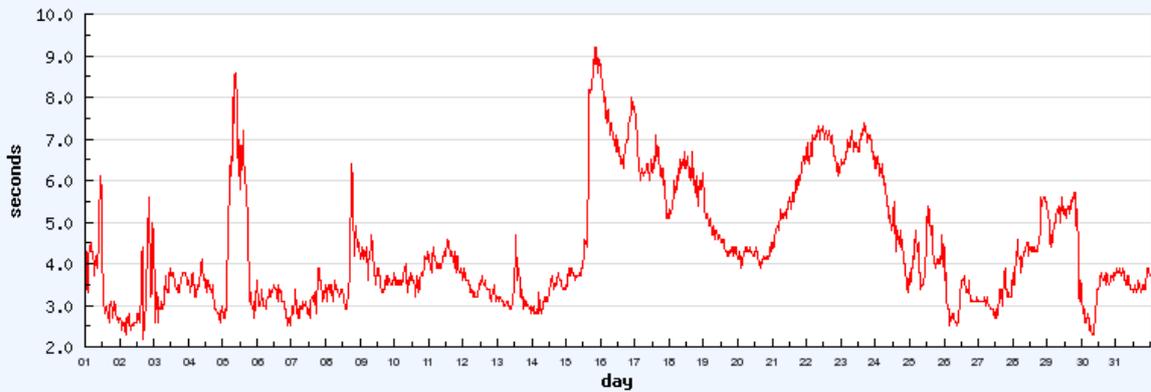
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2007



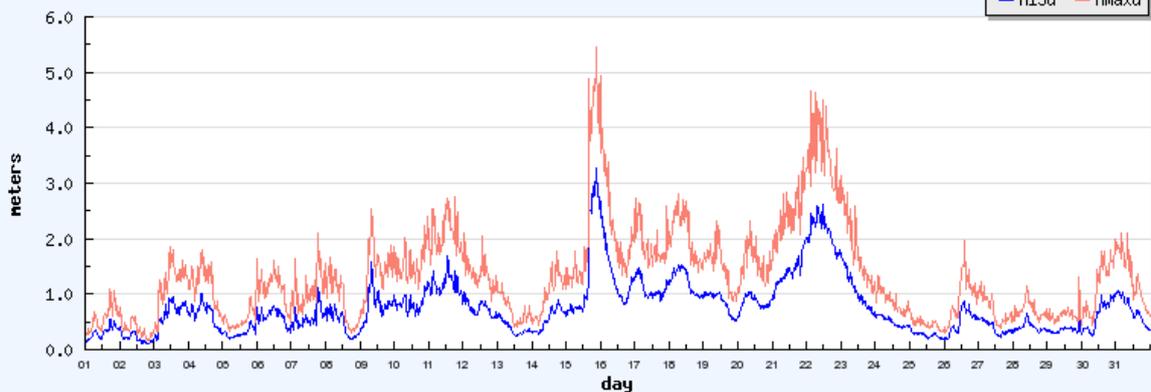
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2007



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2007



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2007



CANDHIS

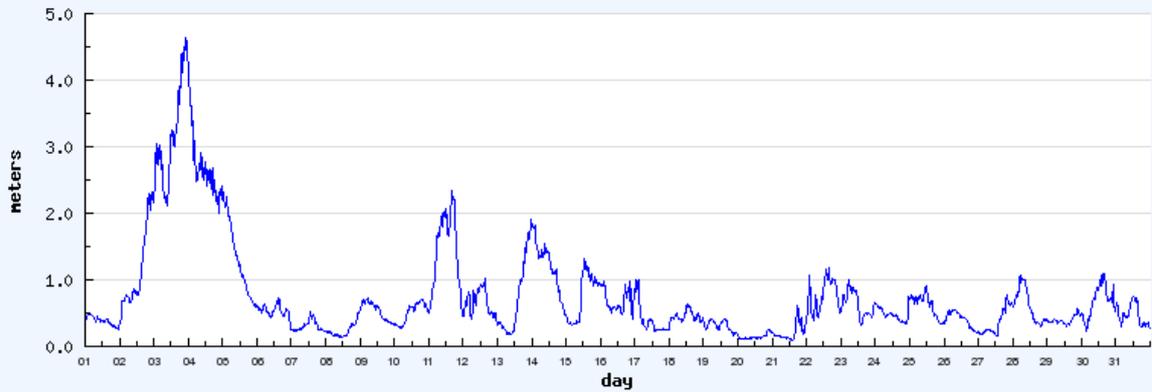
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

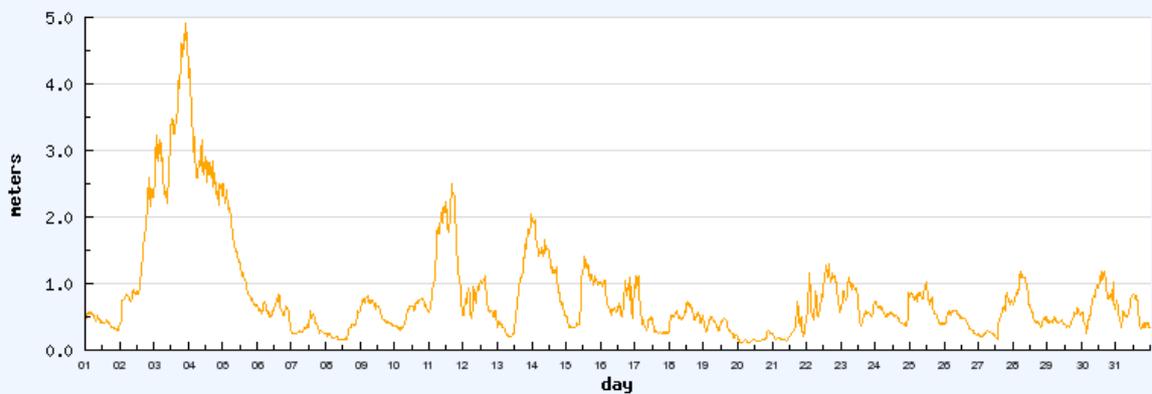
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

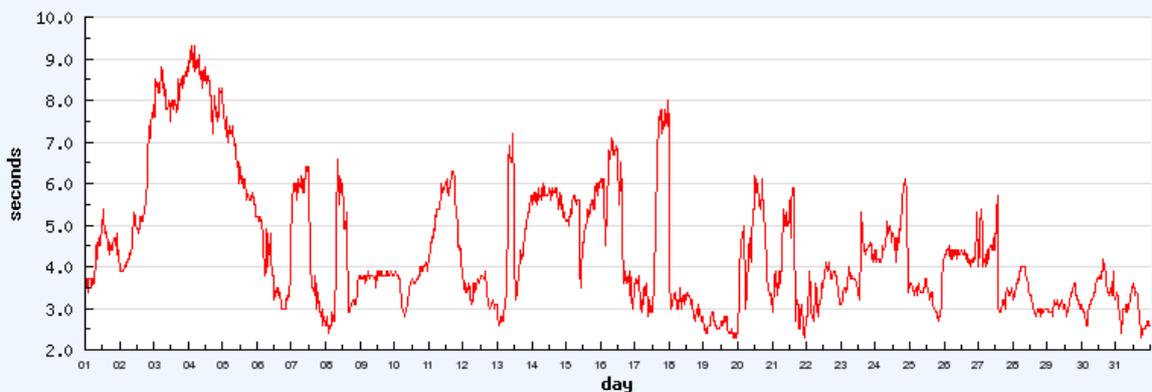
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2008



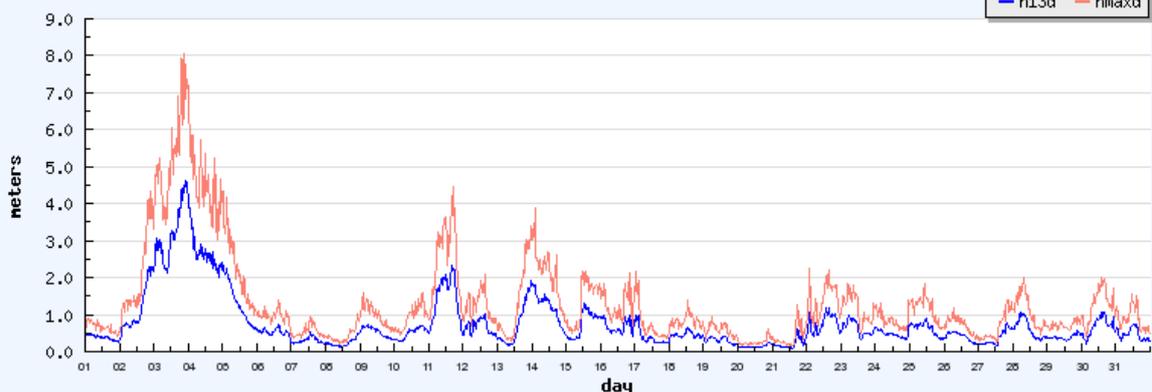
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2008



CANDHIS

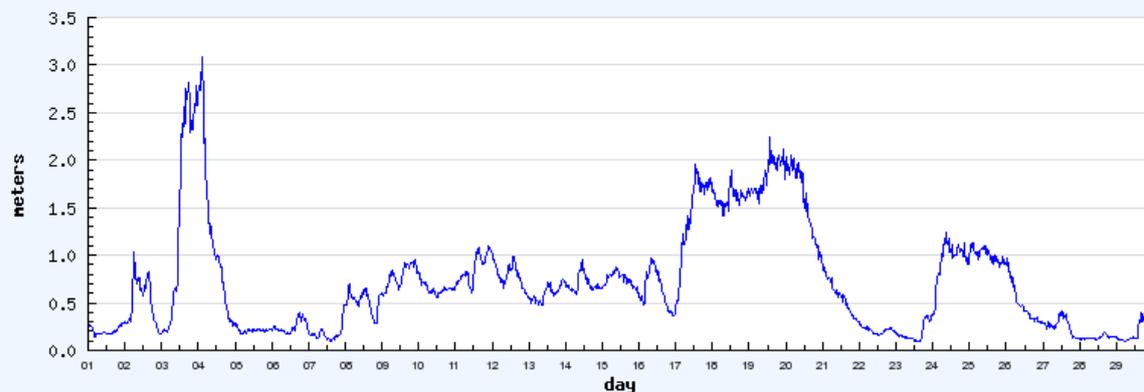
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

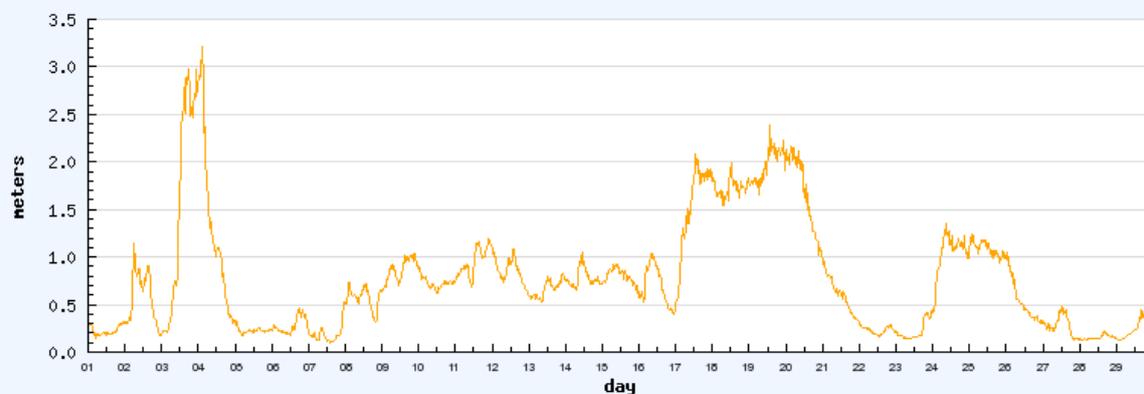
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

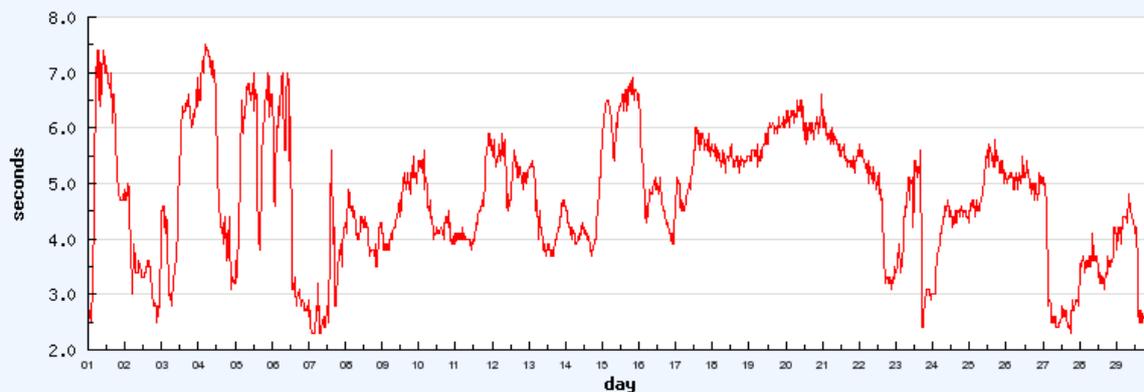
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2008



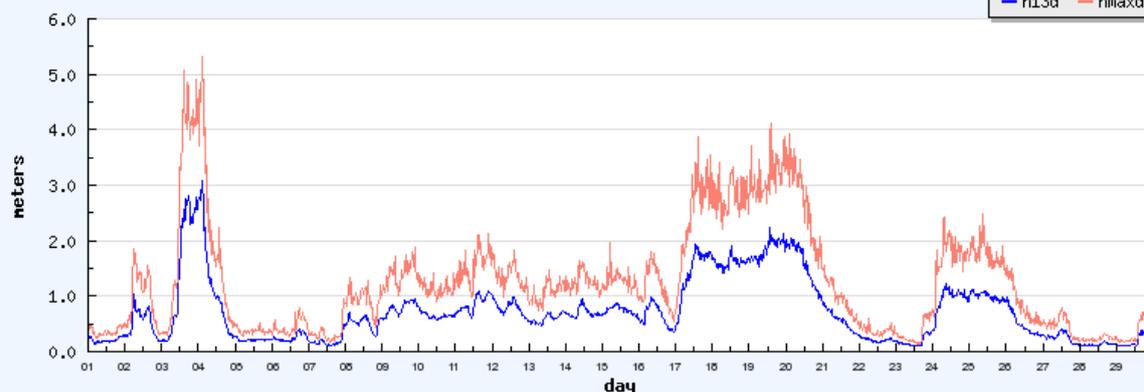
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Février 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Février 2008



CANDHIS

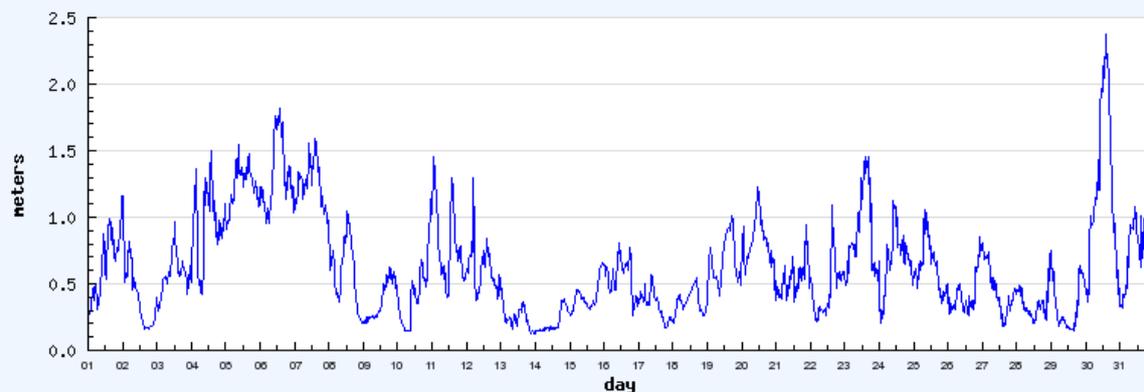
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

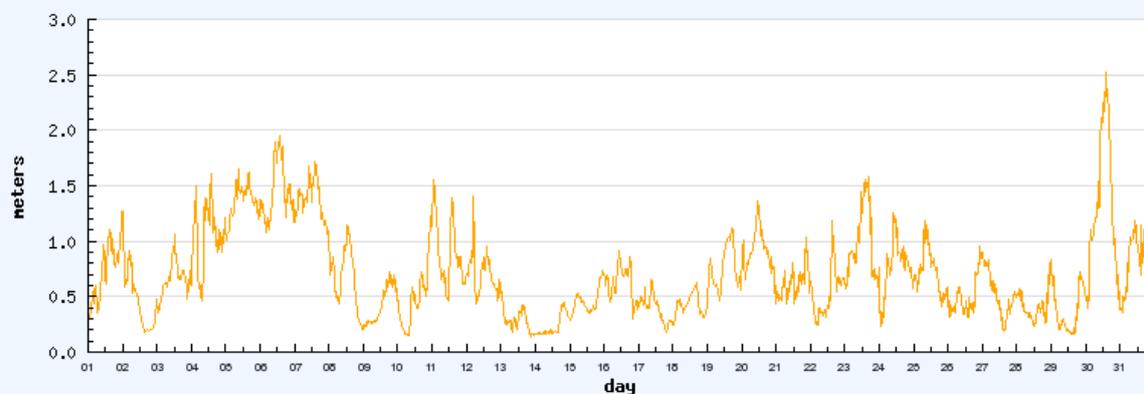
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

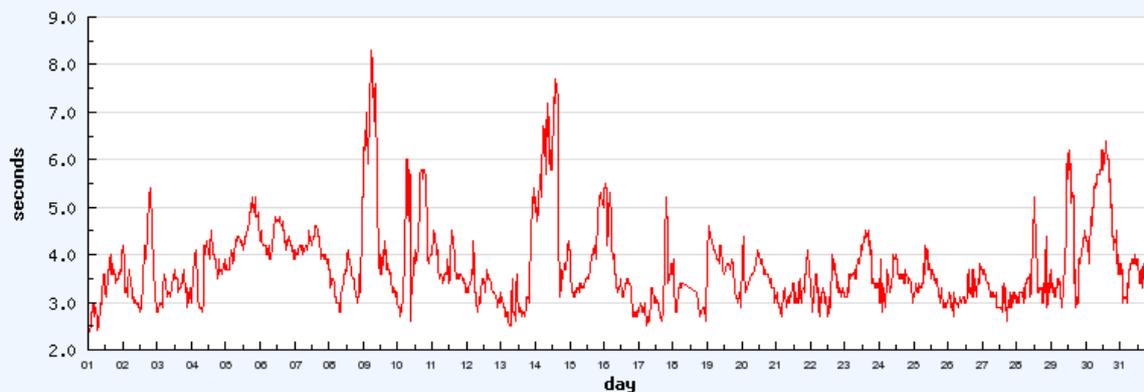
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2008



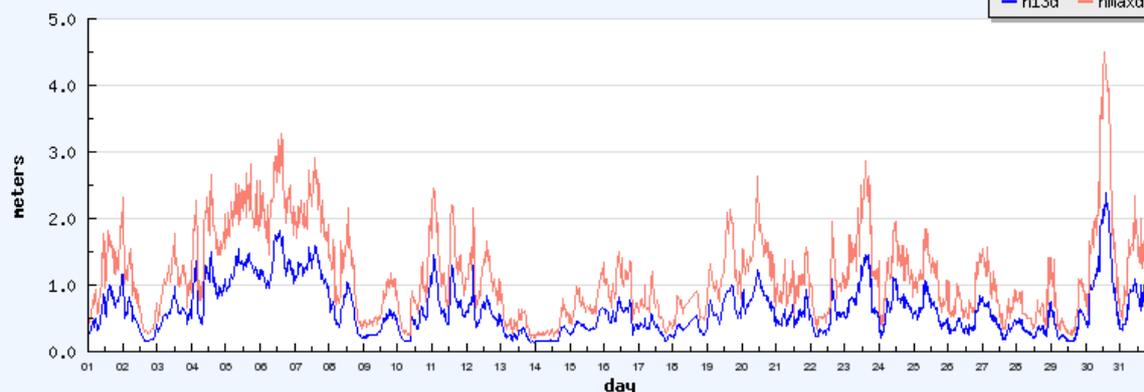
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mars 2008



CANDHIS

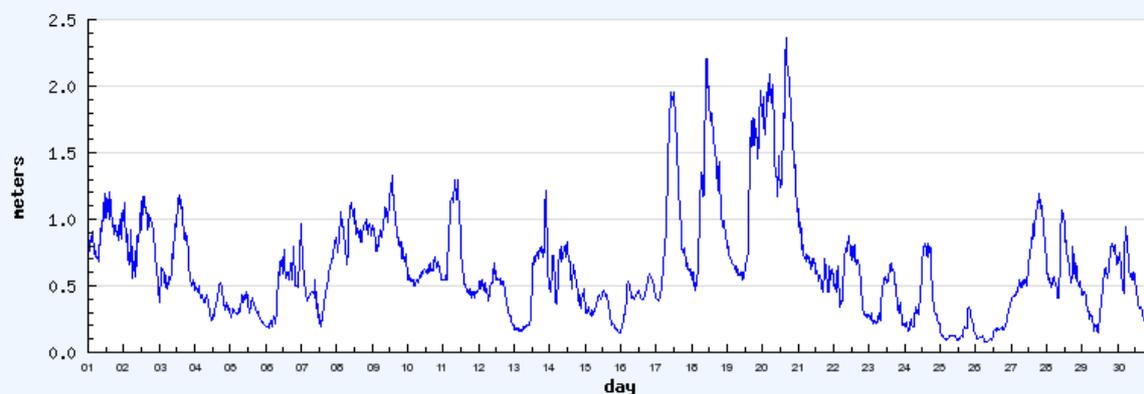
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

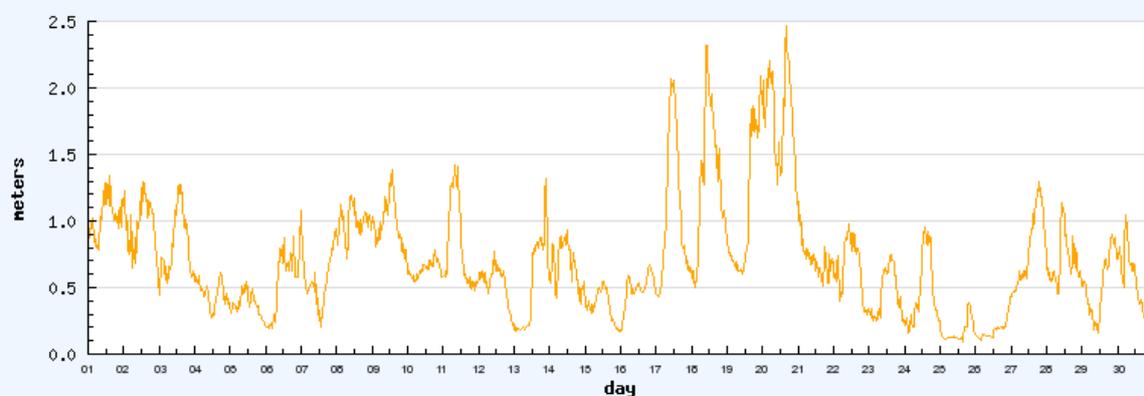
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

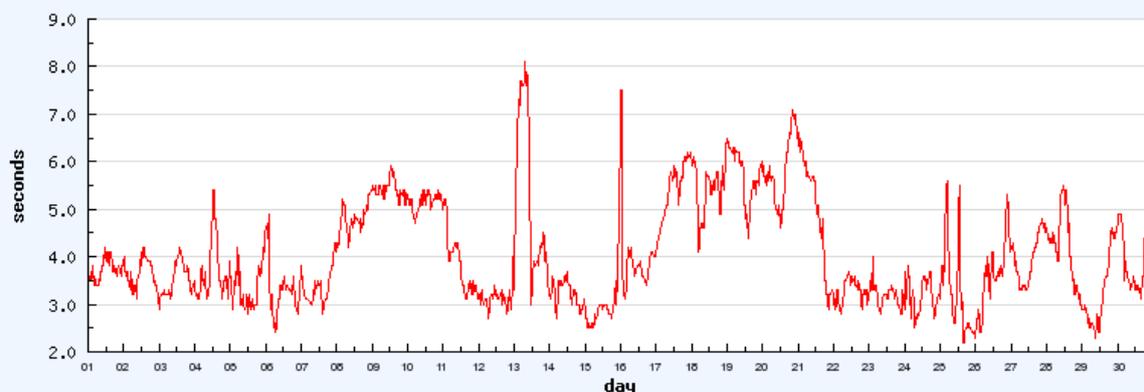
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2008



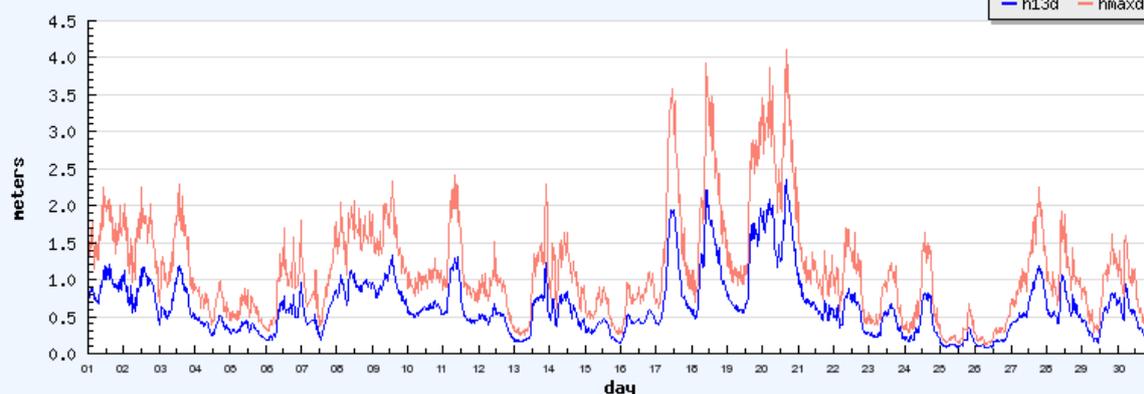
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Avril 2008



CANDHIS

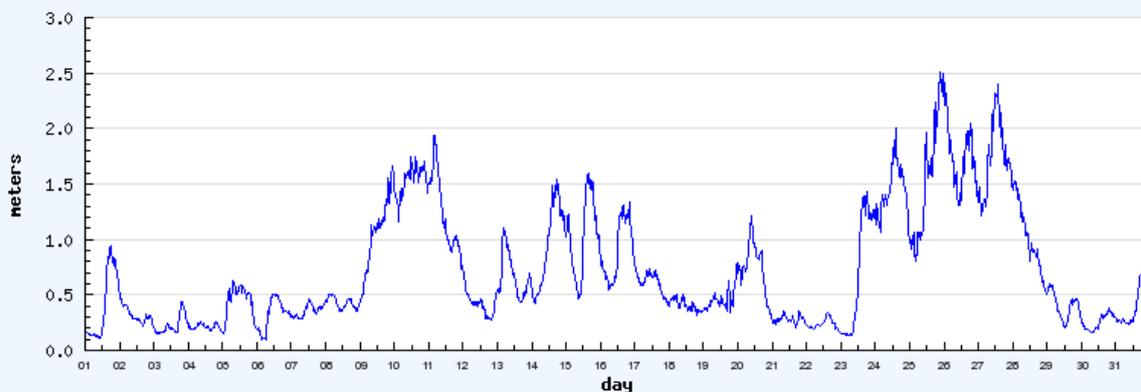
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

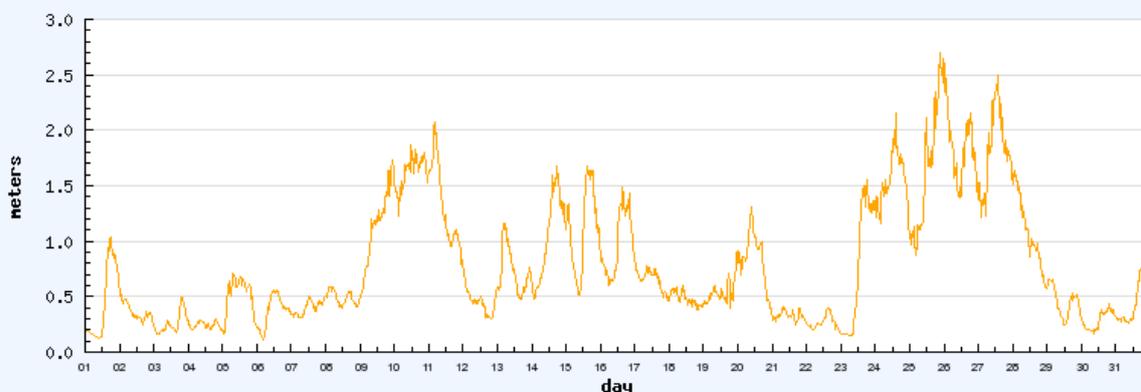
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

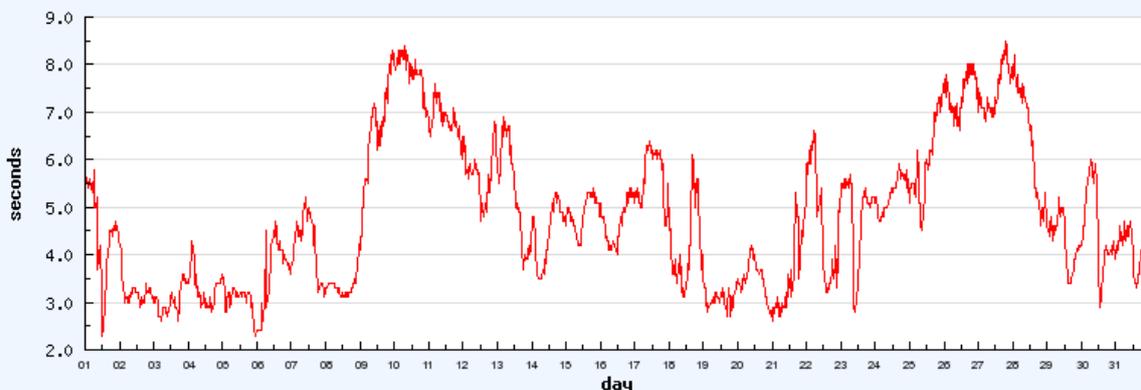
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2008



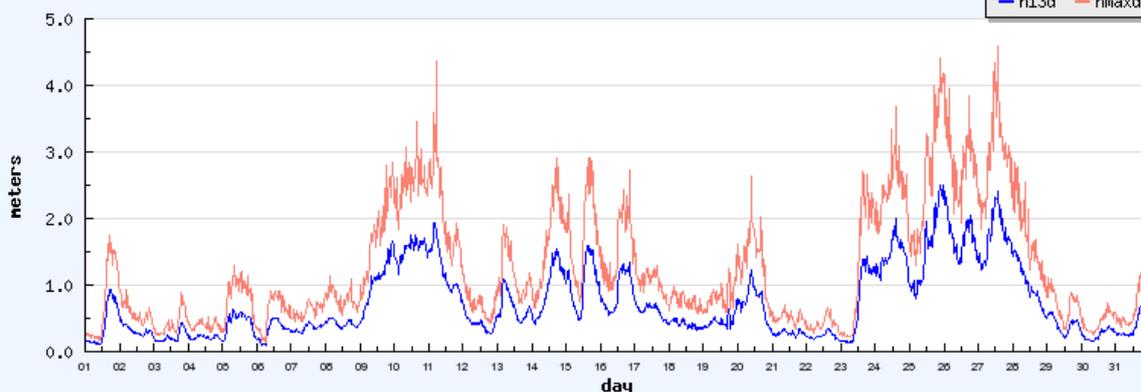
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mai 2008



CANDHIS

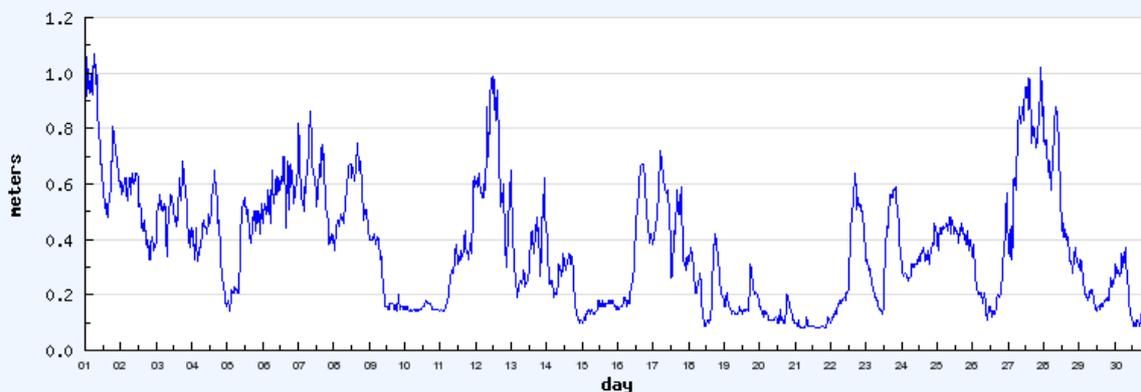
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

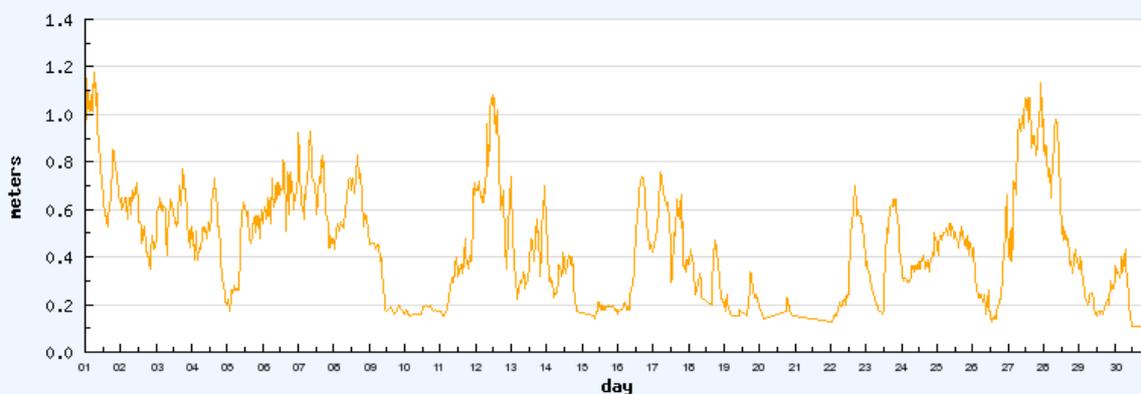
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

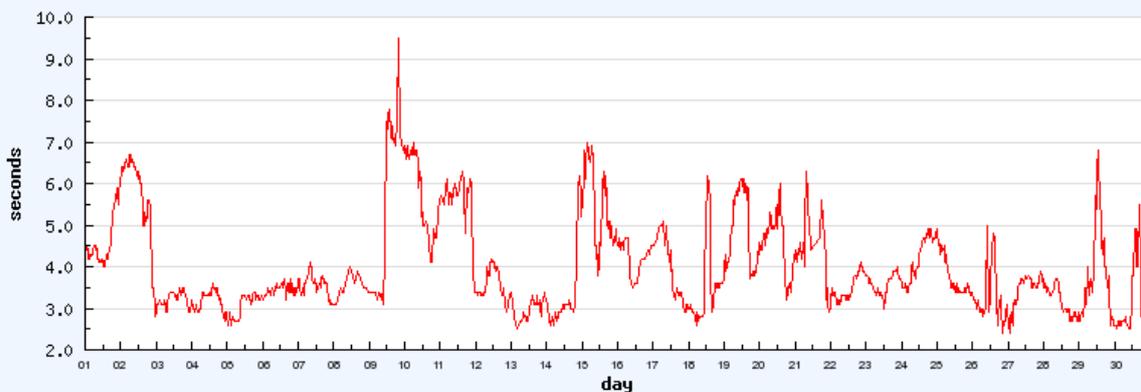
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2008



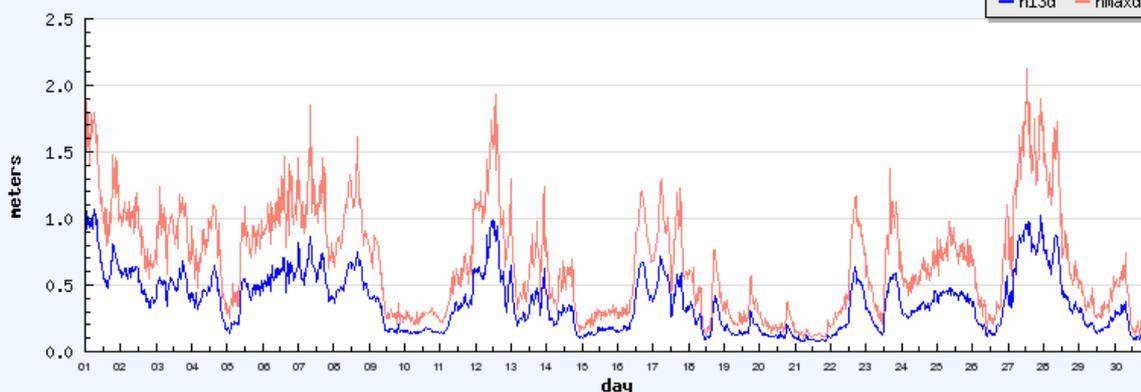
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juin 2008



CANDHIS

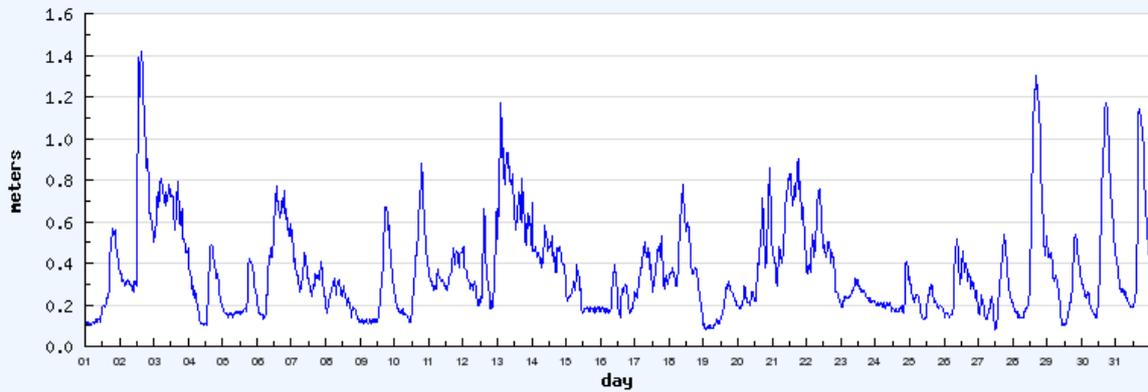
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

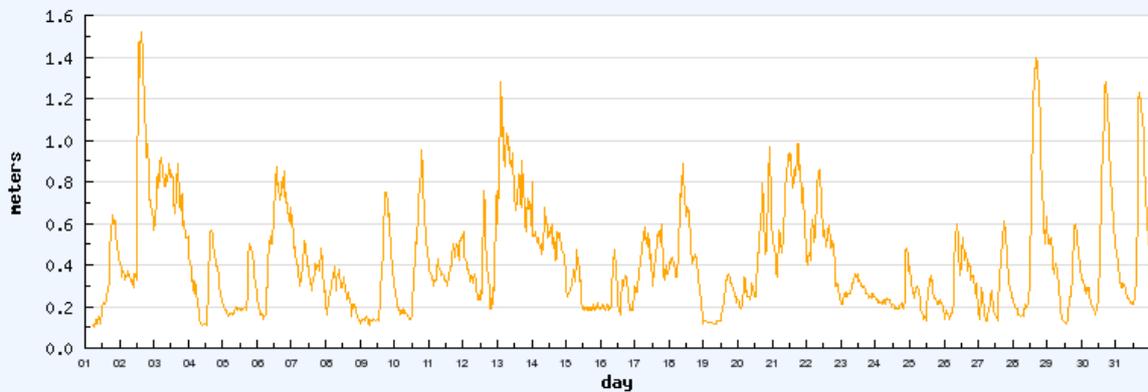
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

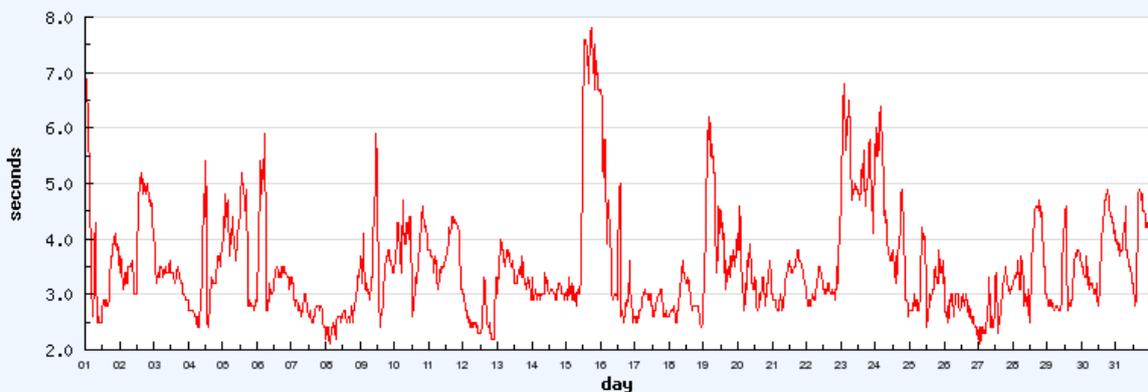
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2008



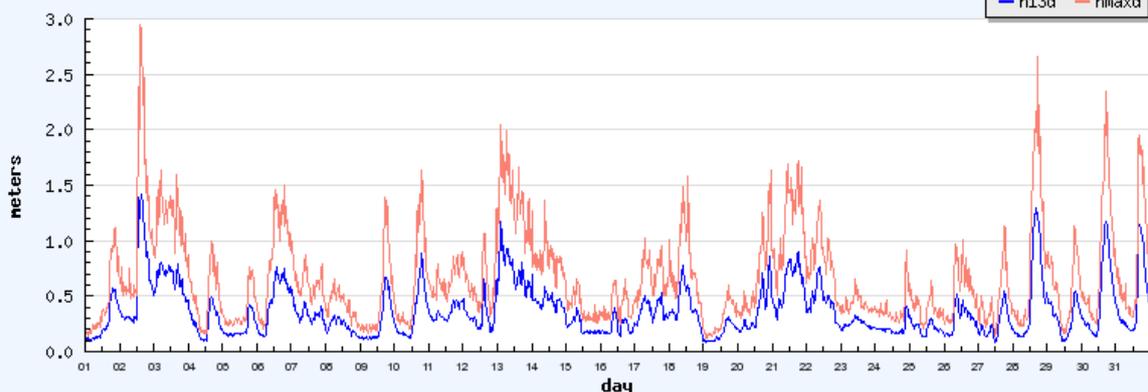
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2008



CANDHIS

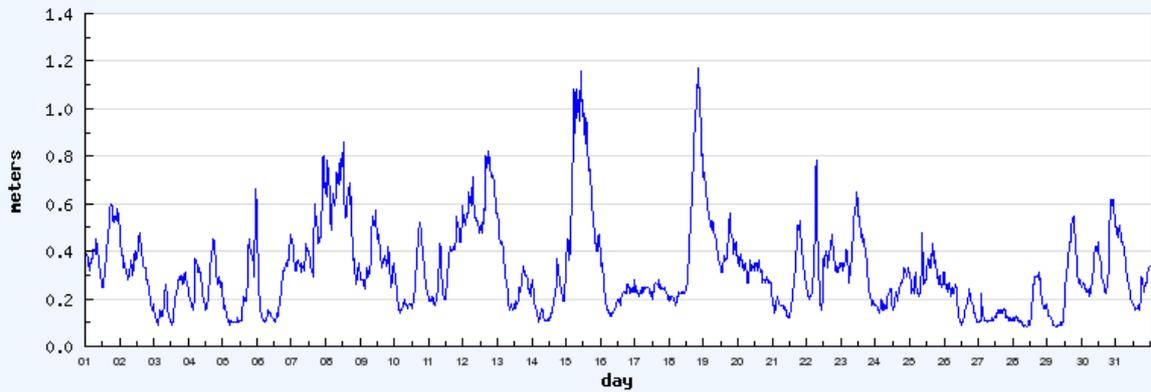
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

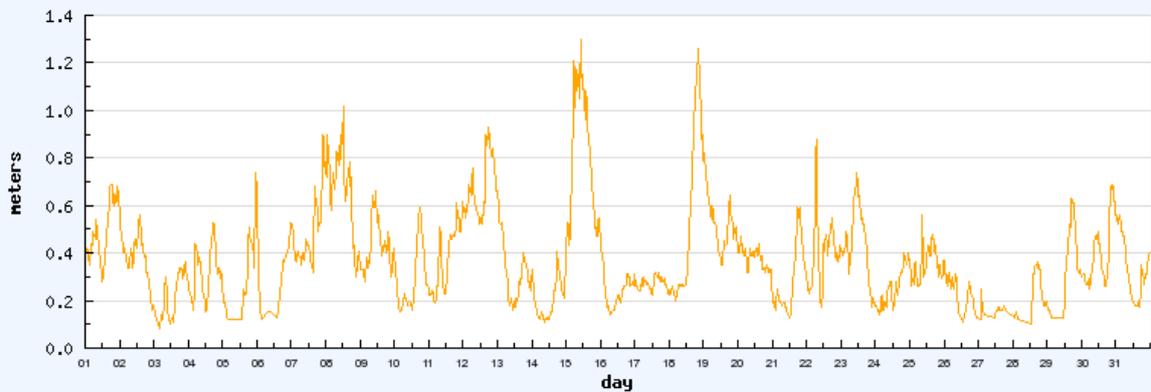
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

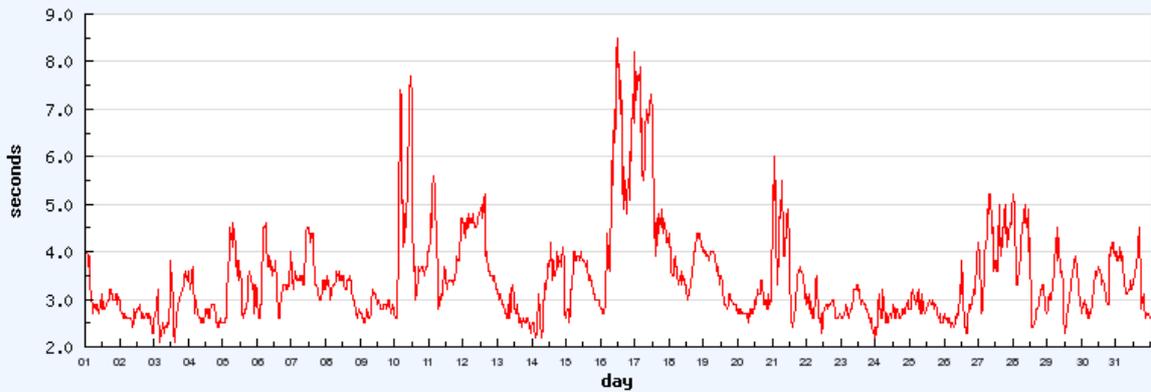
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2008



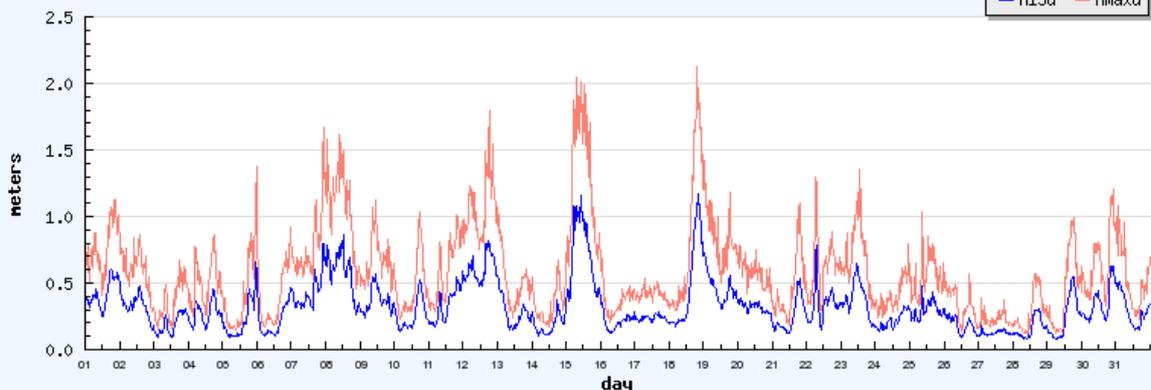
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Aout 2008



CANDHIS

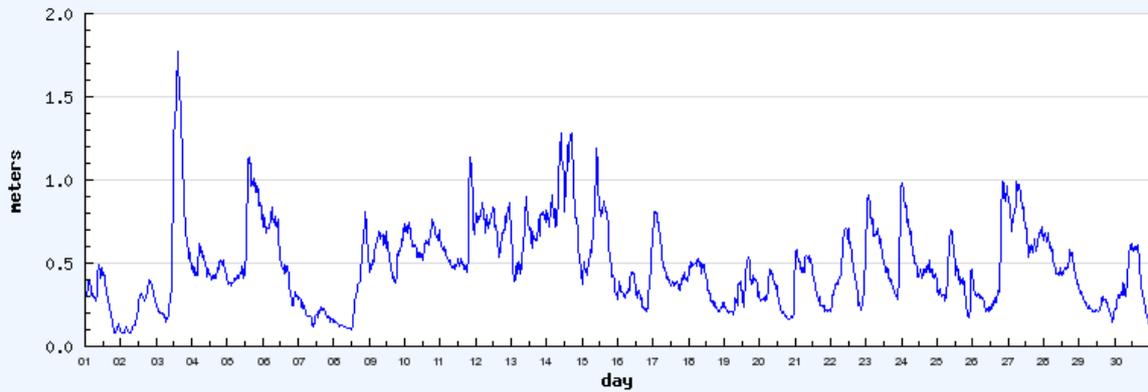
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

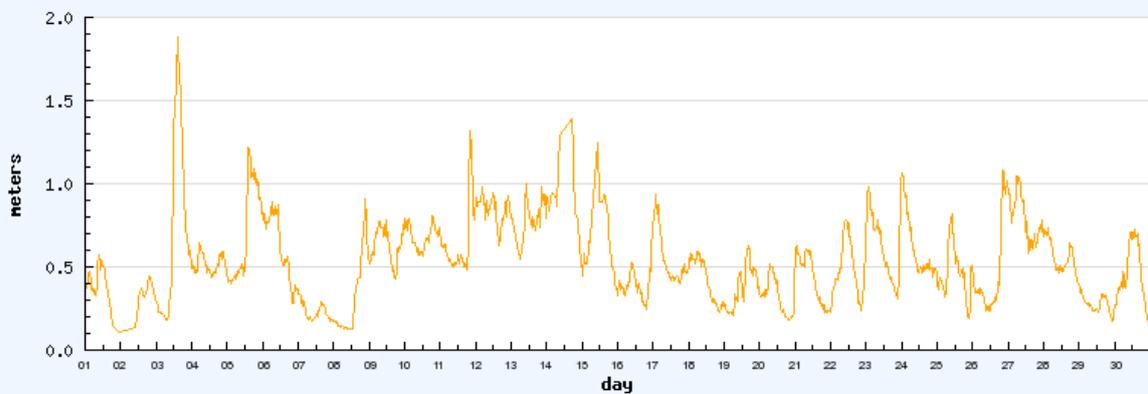
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

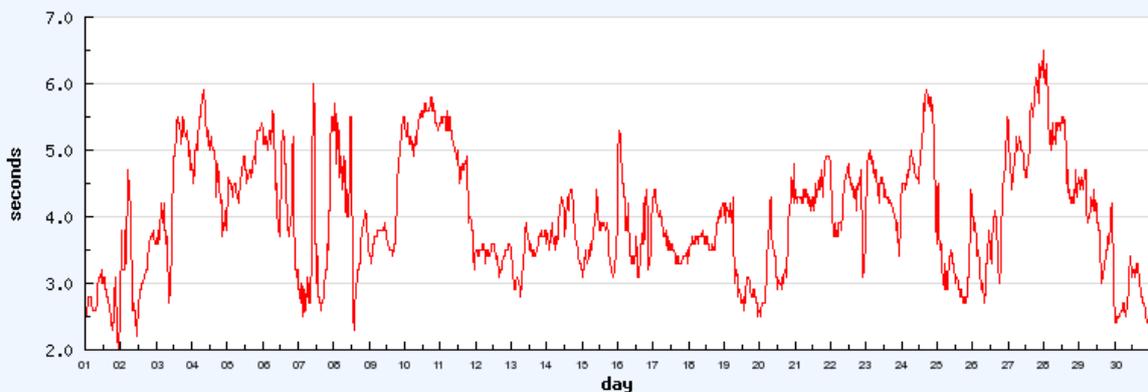
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2008



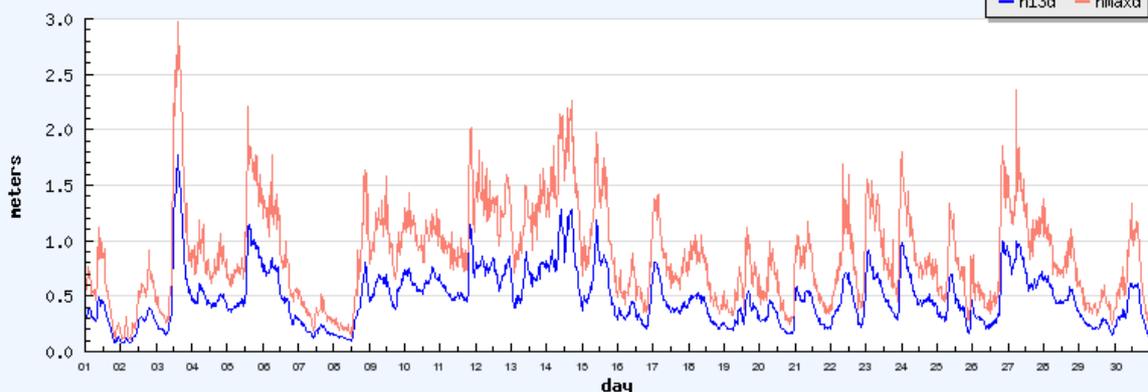
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2008



CANDHIS

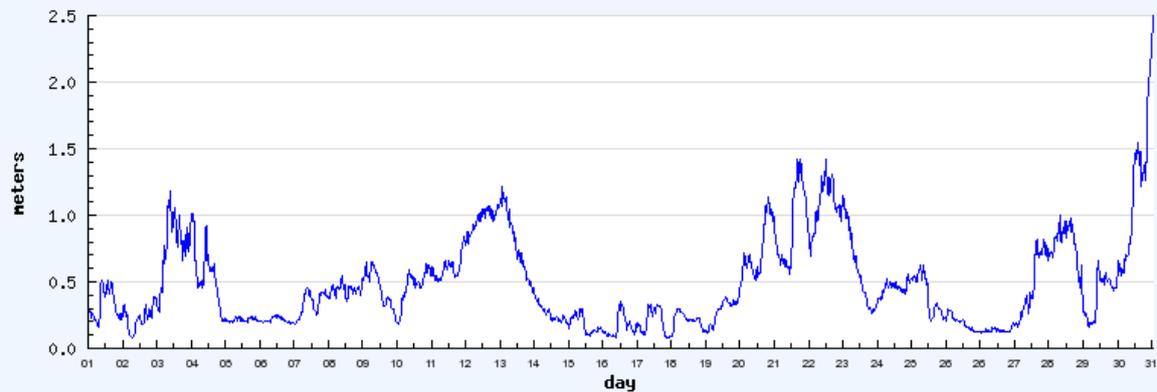
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

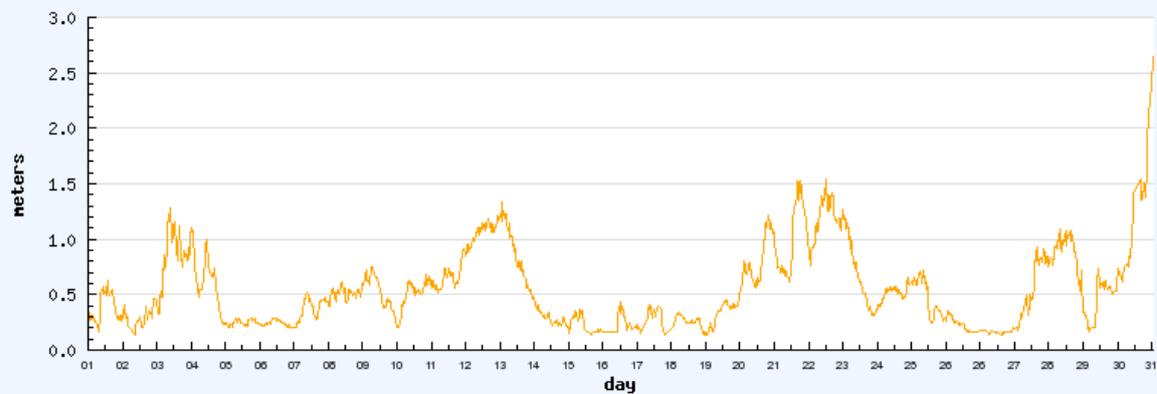
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

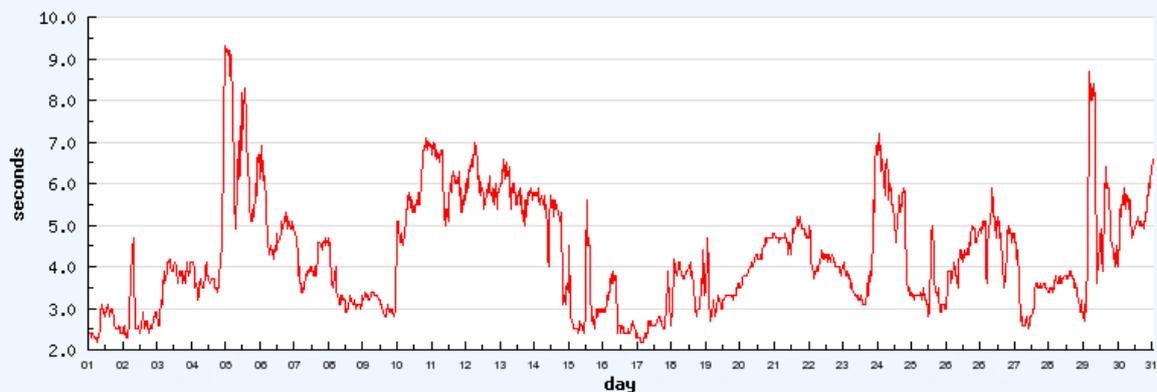
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2008



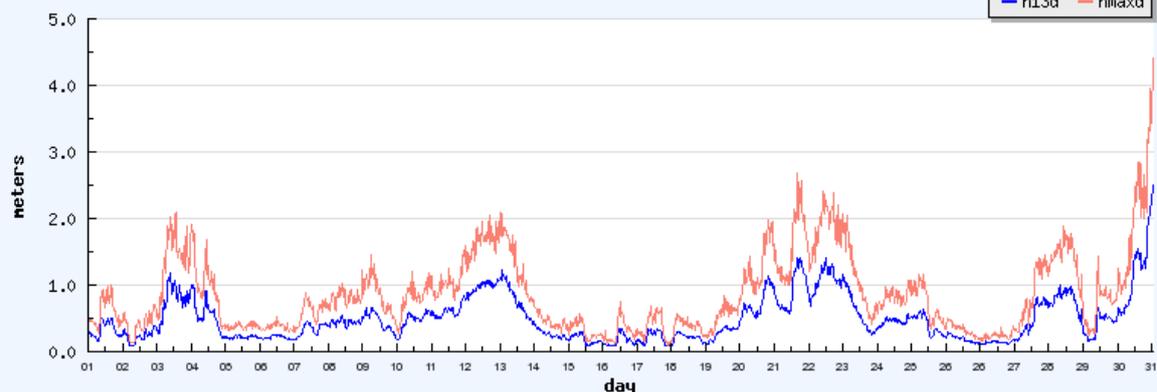
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2008



CANDHIS

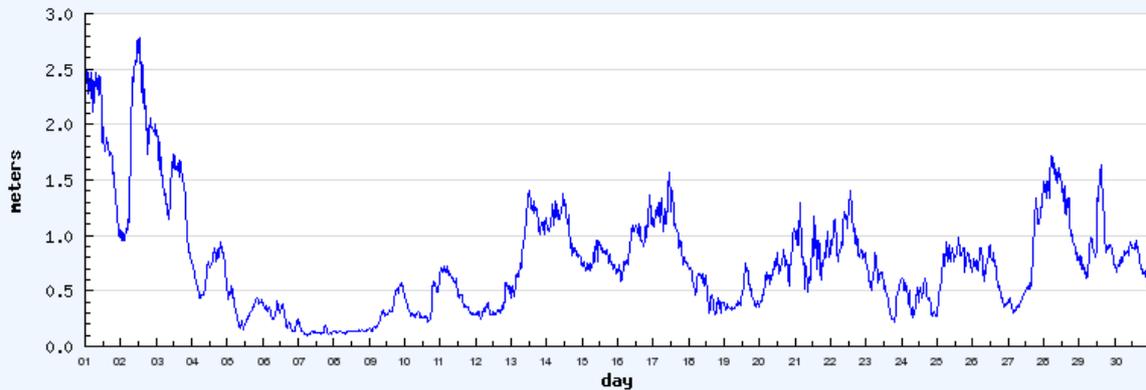
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

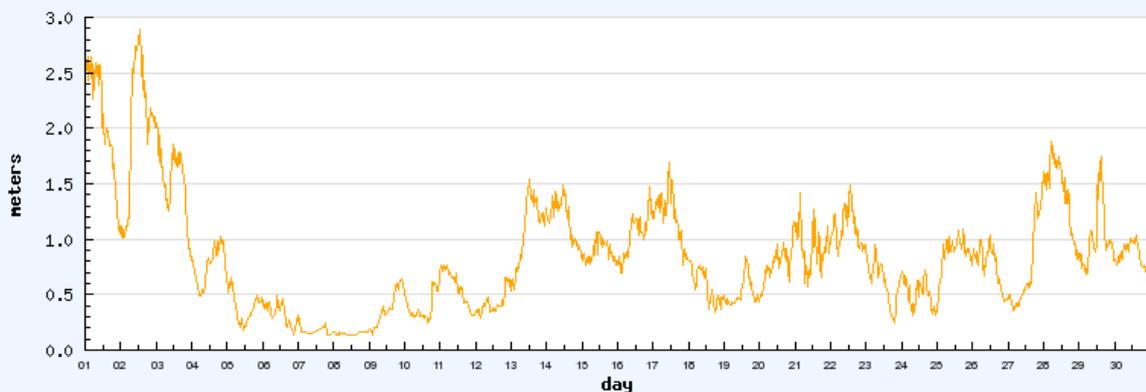
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

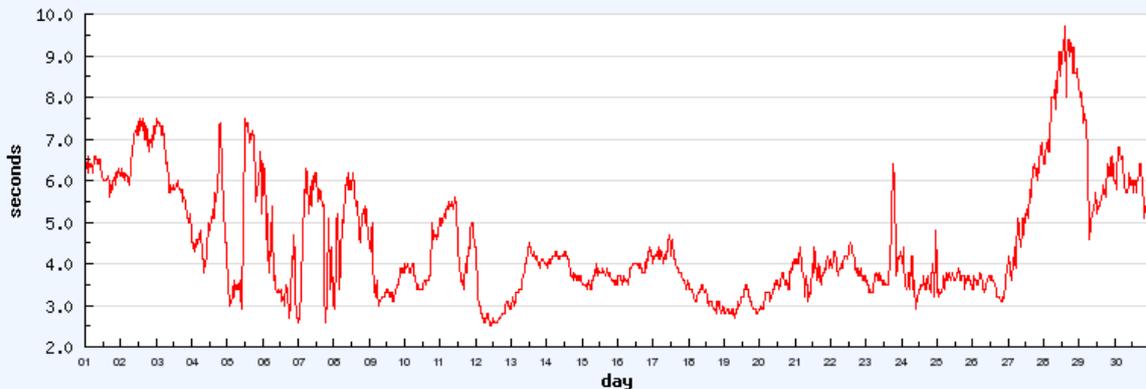
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2008



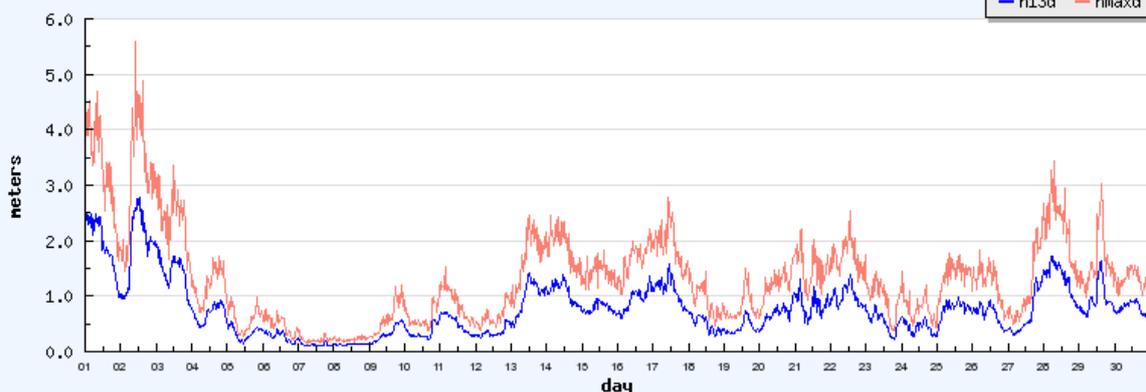
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Novembre 2008



CANDHIS

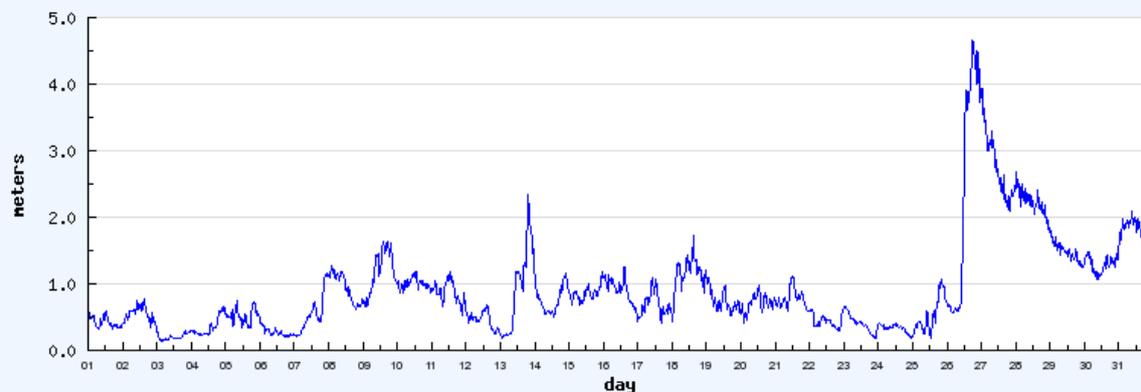
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

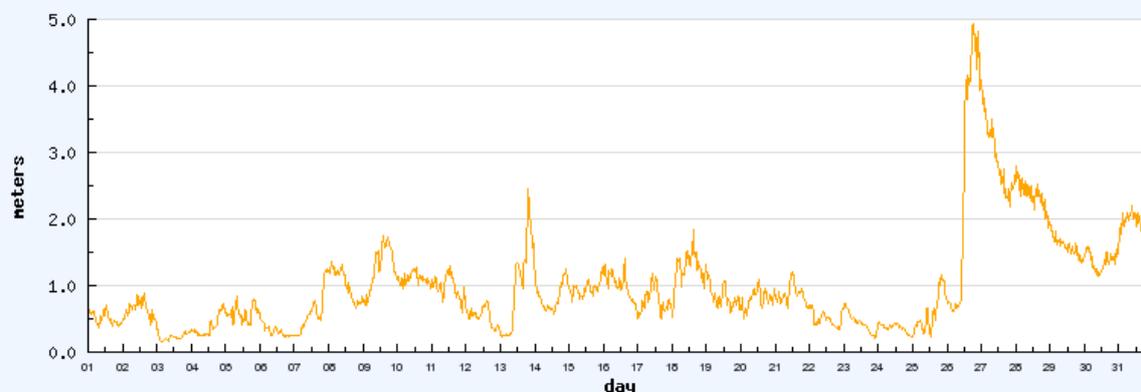
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

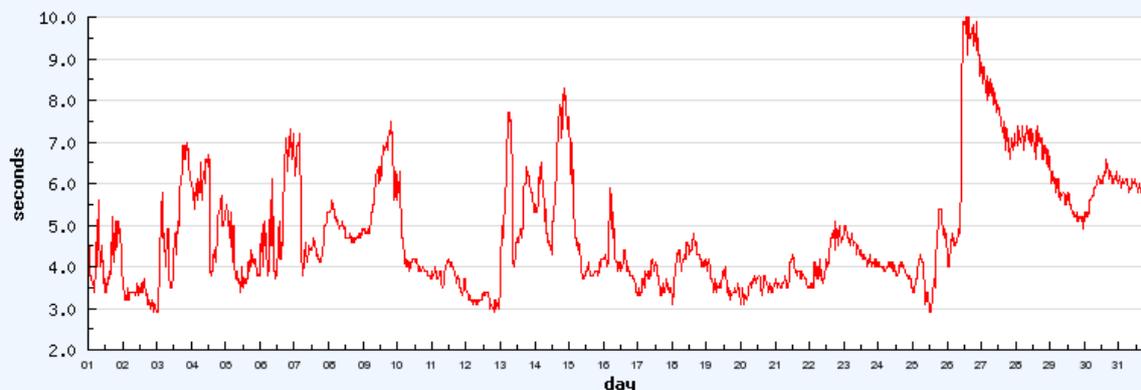
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2008



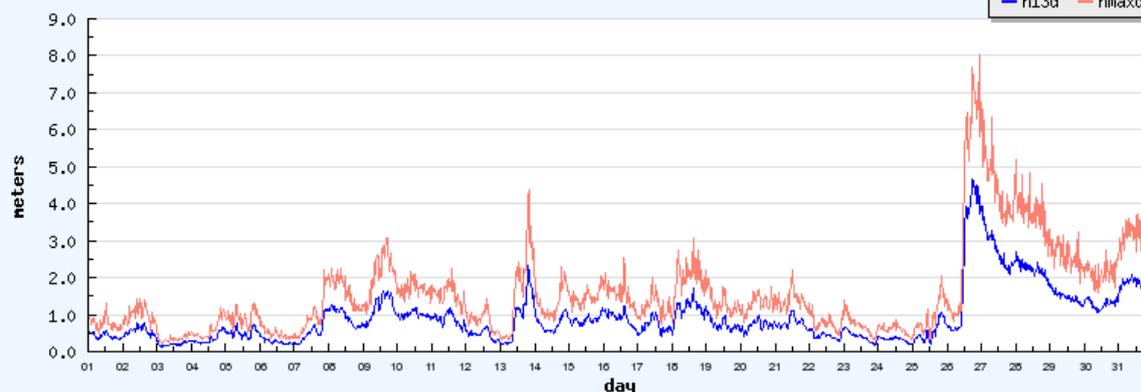
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2008



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2008



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Decembre 2008



CANDHIS

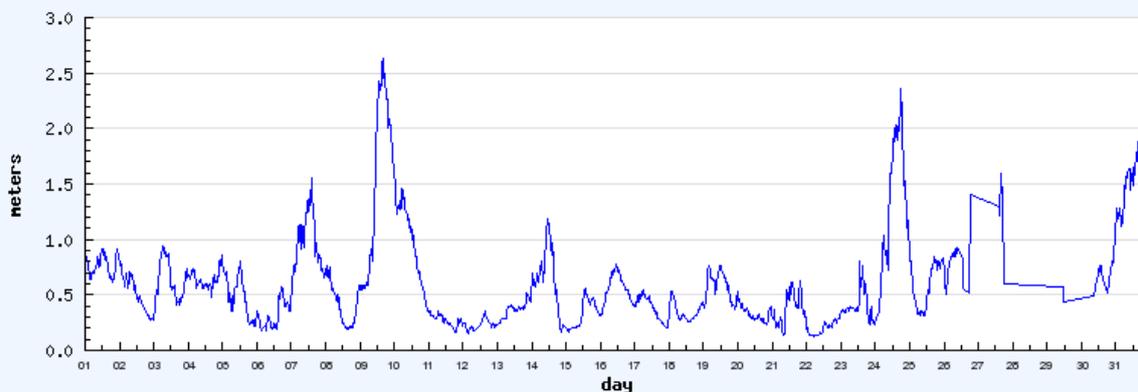
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

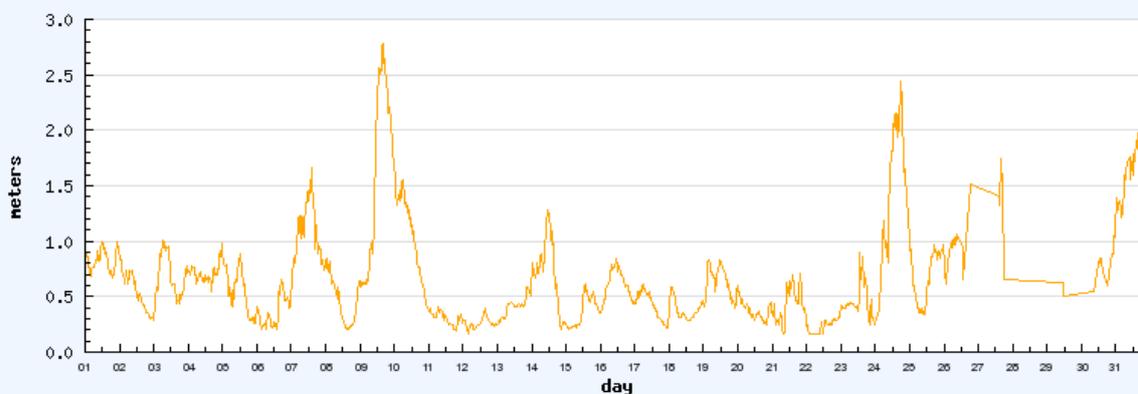
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

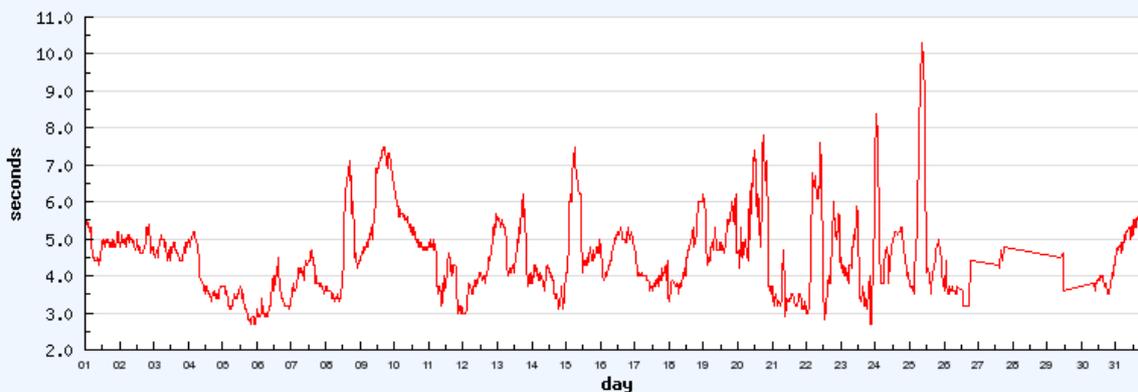
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2009



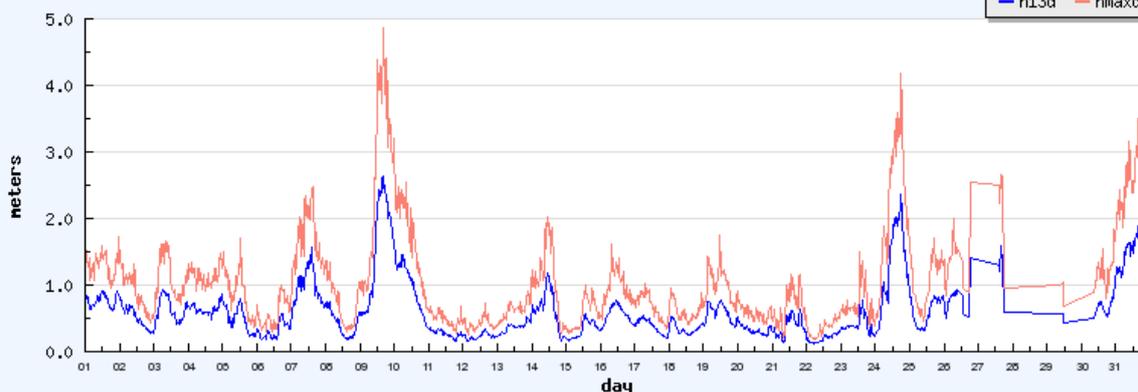
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2009



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Janvier 2009



CANDHIS

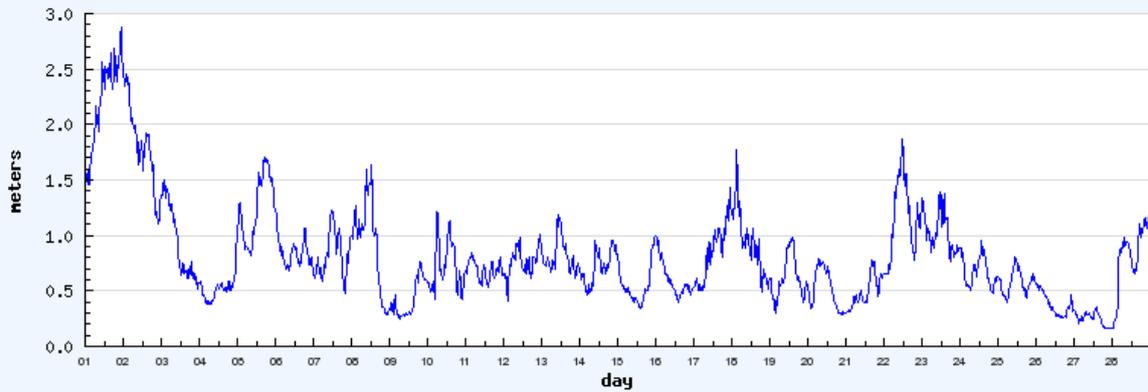
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

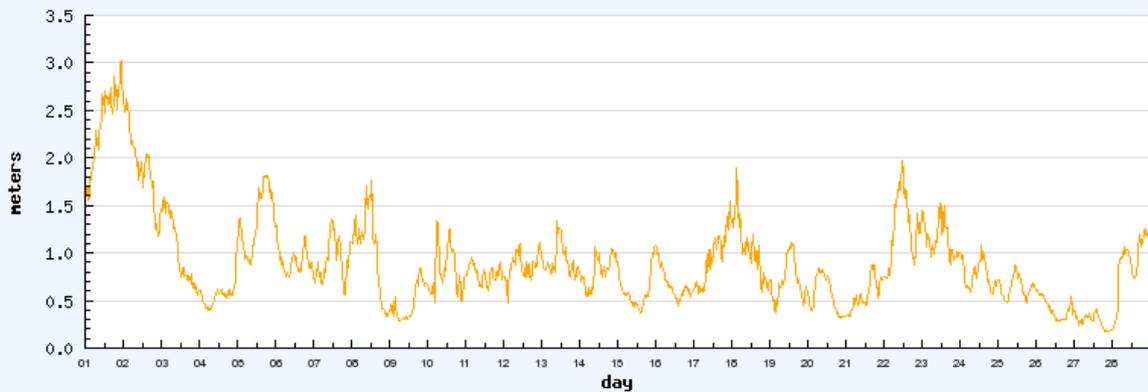
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

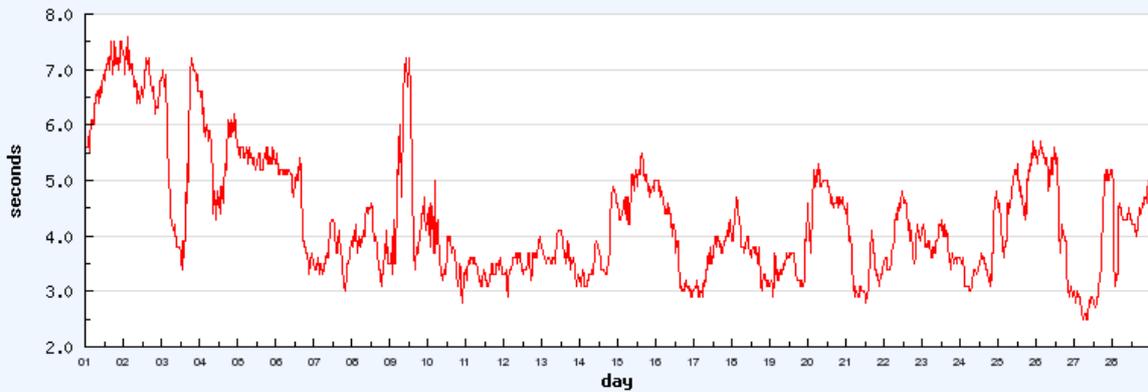
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2009



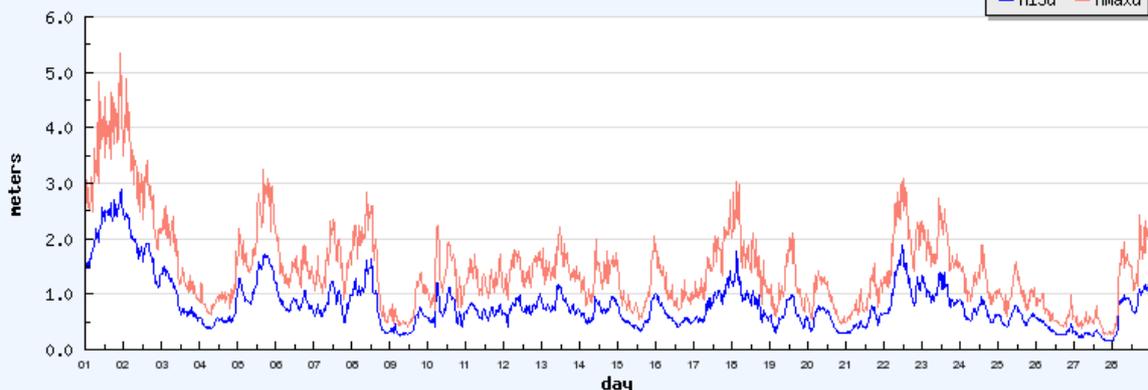
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Février 2009



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Février 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Février 2009



CANDHIS

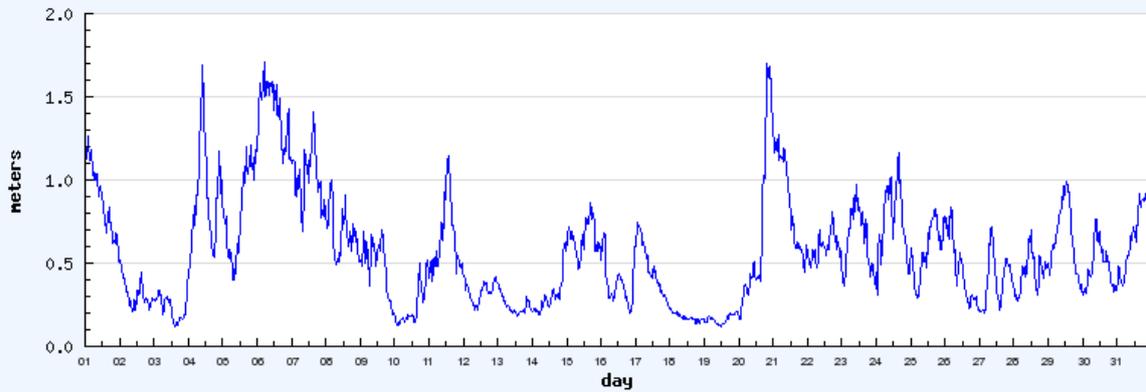
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

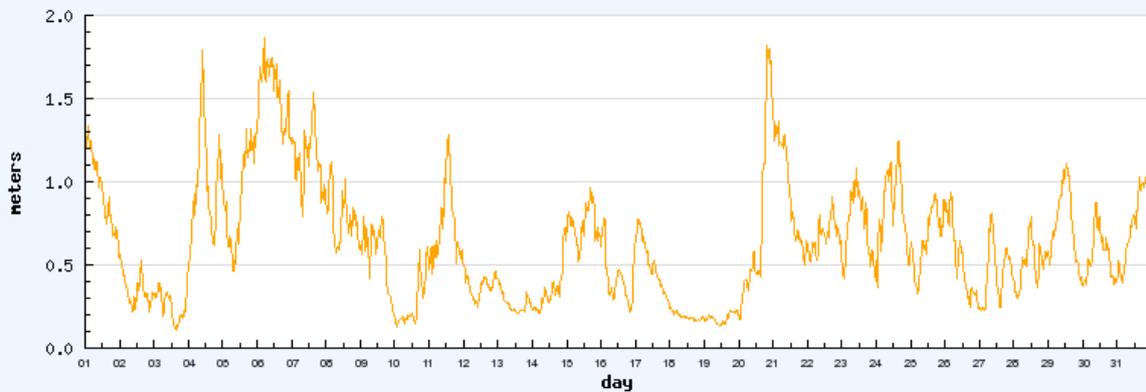
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

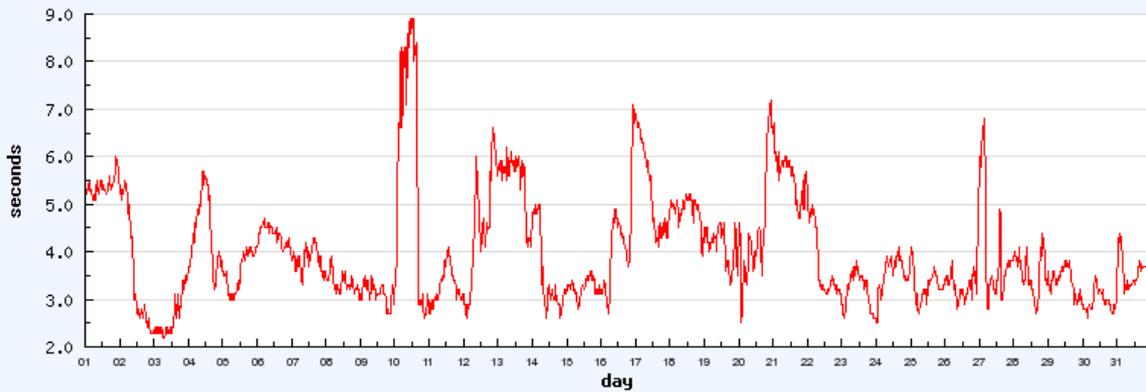
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2009



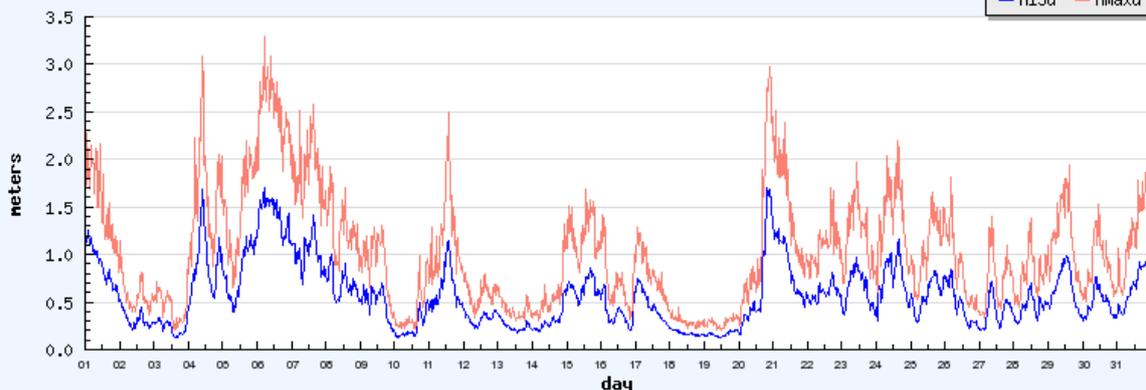
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2009



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mars 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mars 2009



CANDHIS

Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

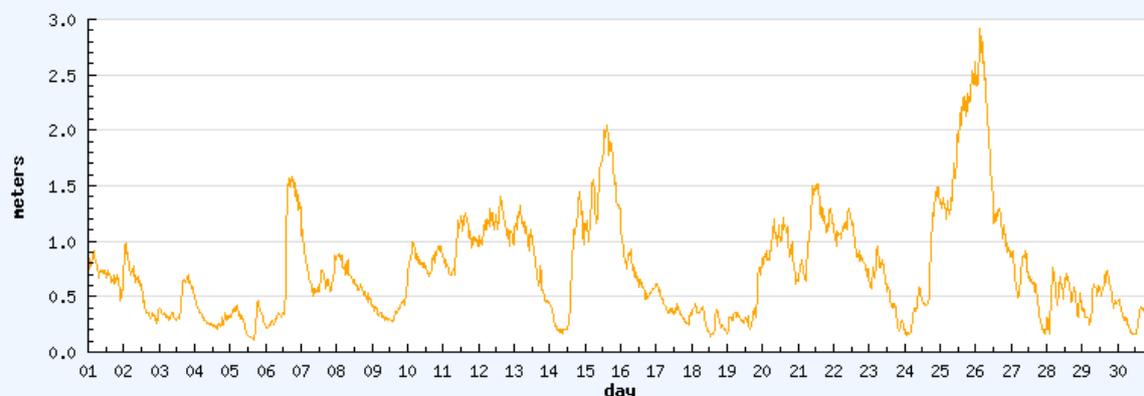
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

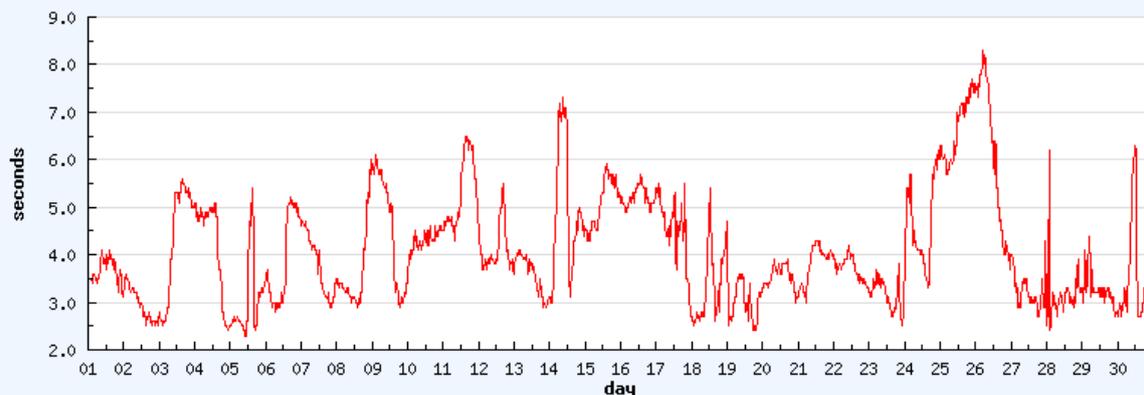
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2009



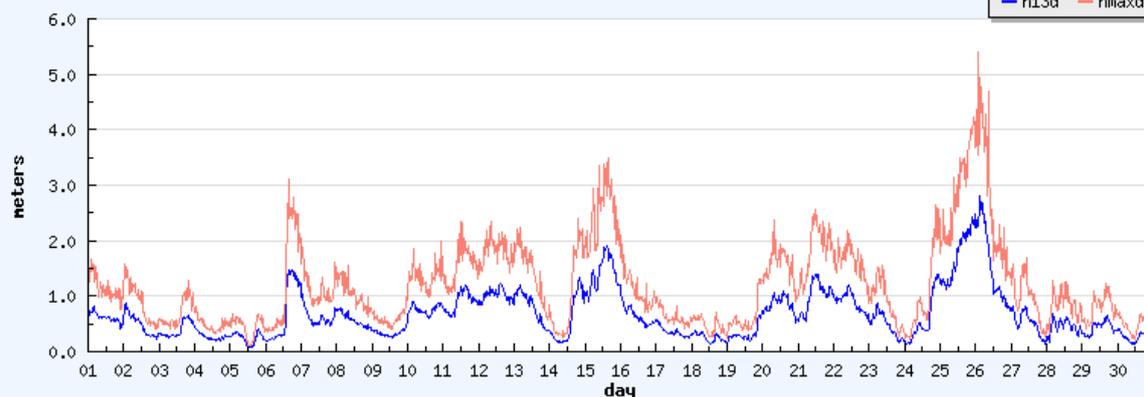
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Avril 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Avril 2009



CANDHIS

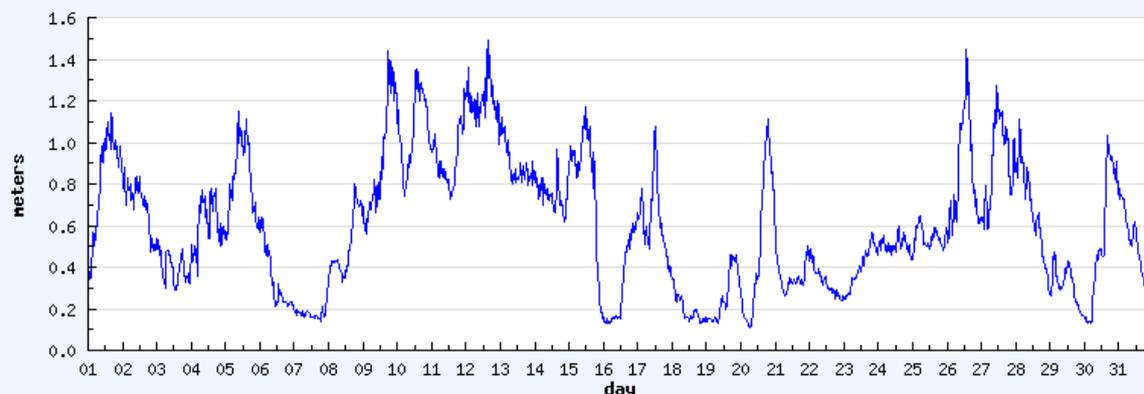
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

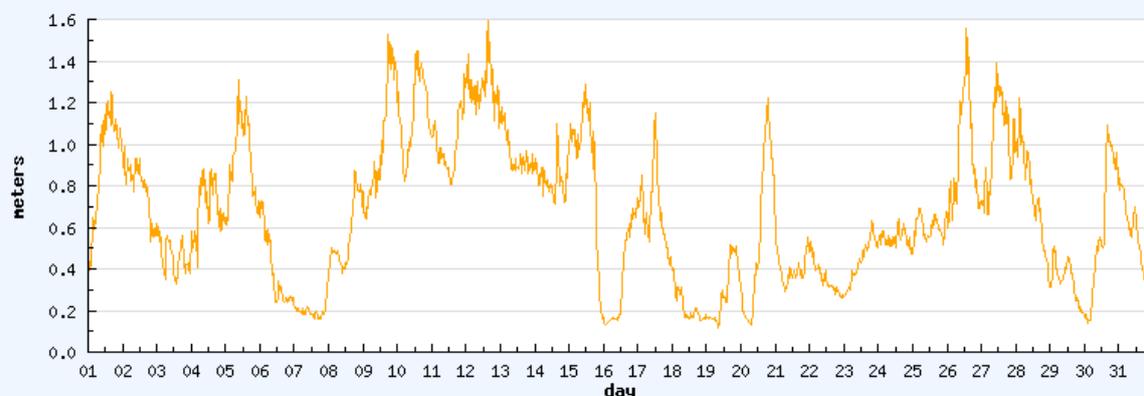
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

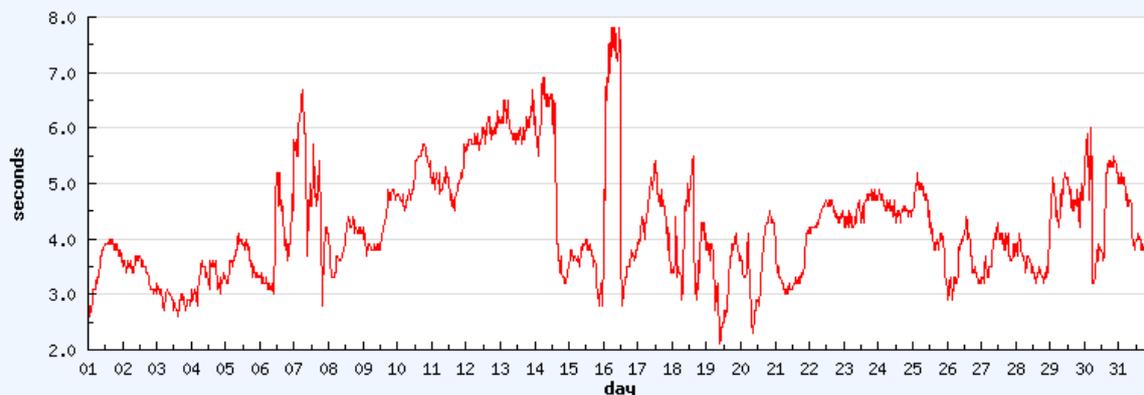
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2009



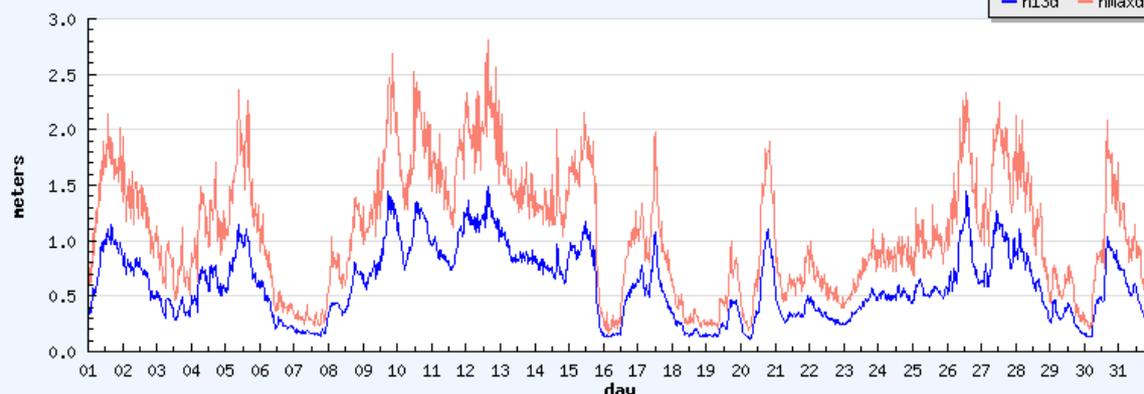
Evolution de la Hauteur significative spectrale des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2009



Evolution de la Période significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Mai 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Mai 2009



CANDHIS

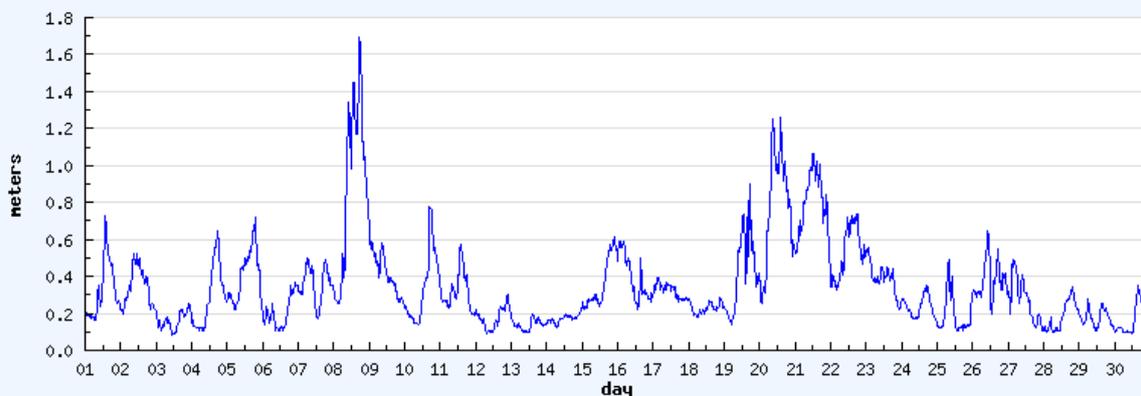
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

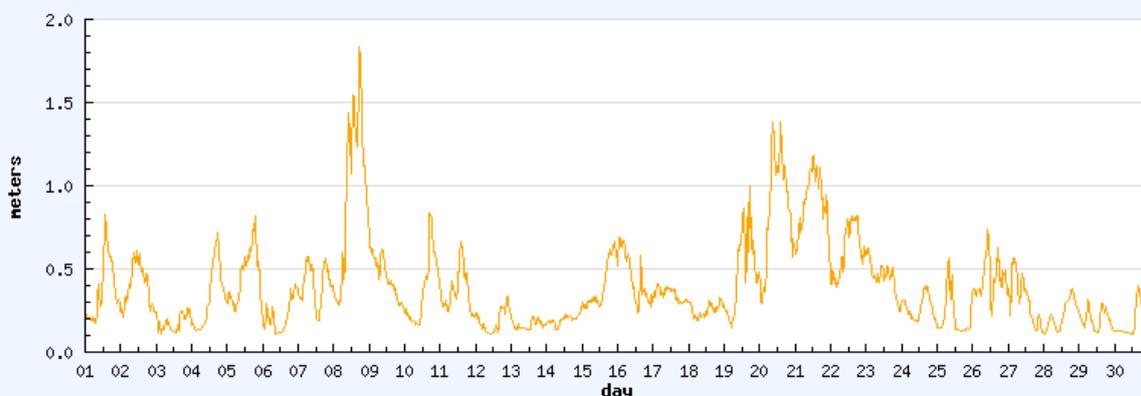
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

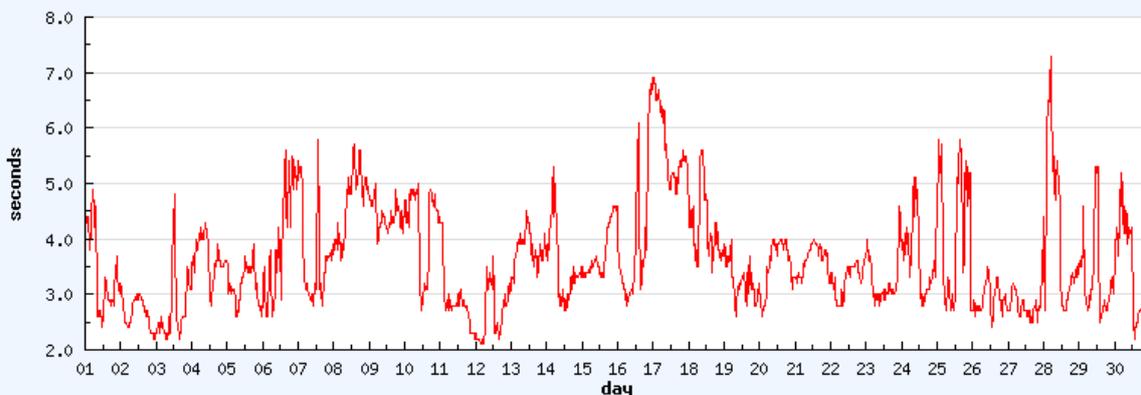
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2009



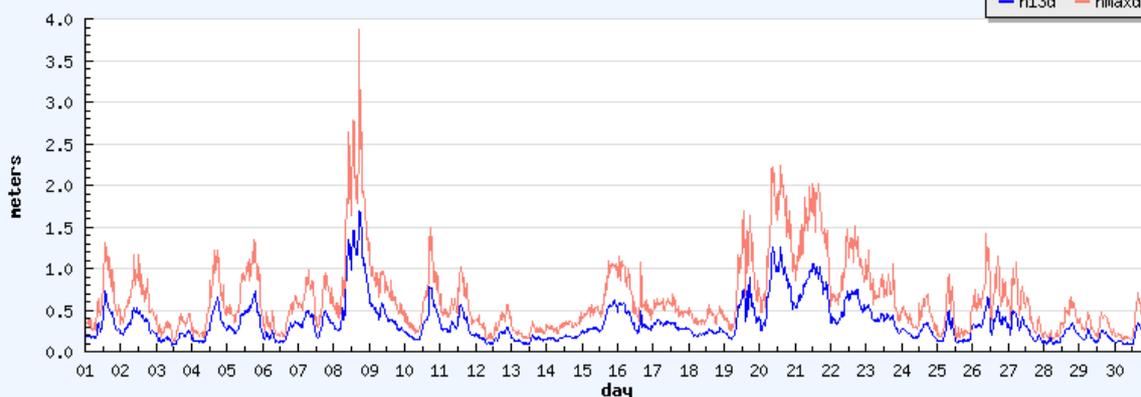
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juin 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juin 2009



CANDHIS

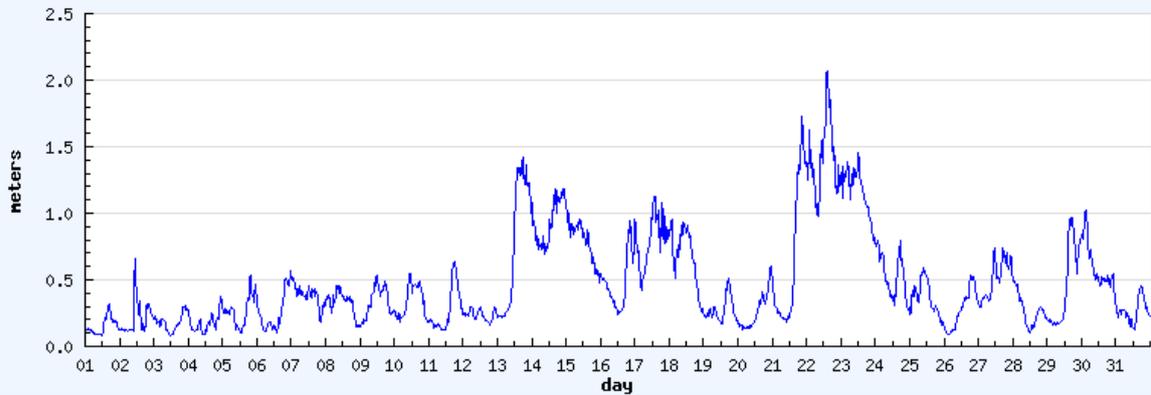
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

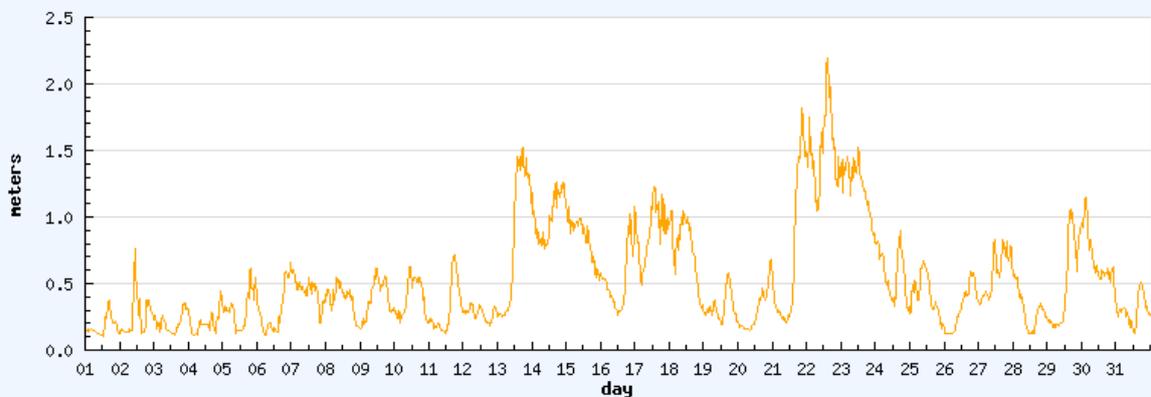
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

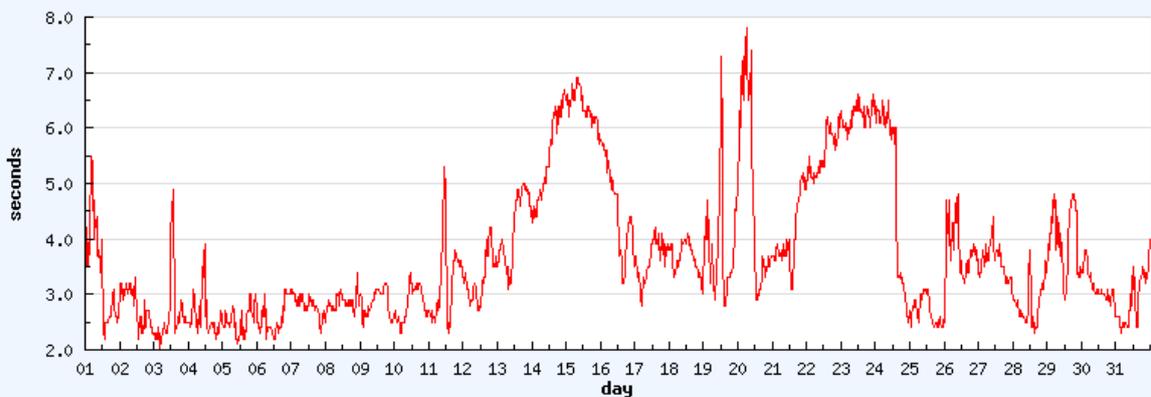
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2009



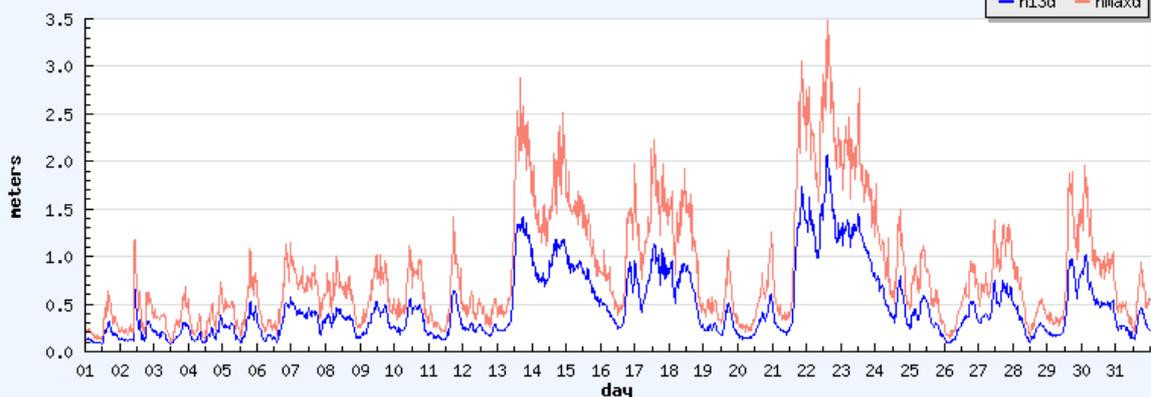
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Juillet 2009



CANDHIS

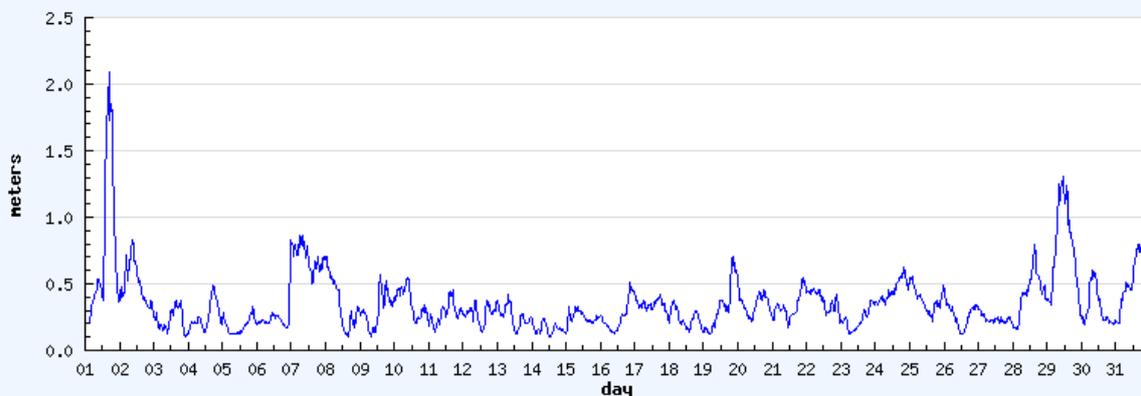
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

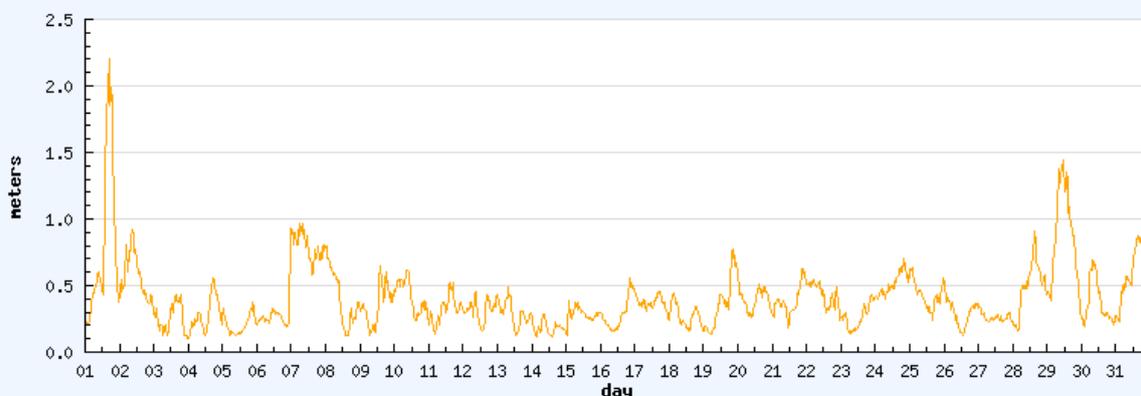
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

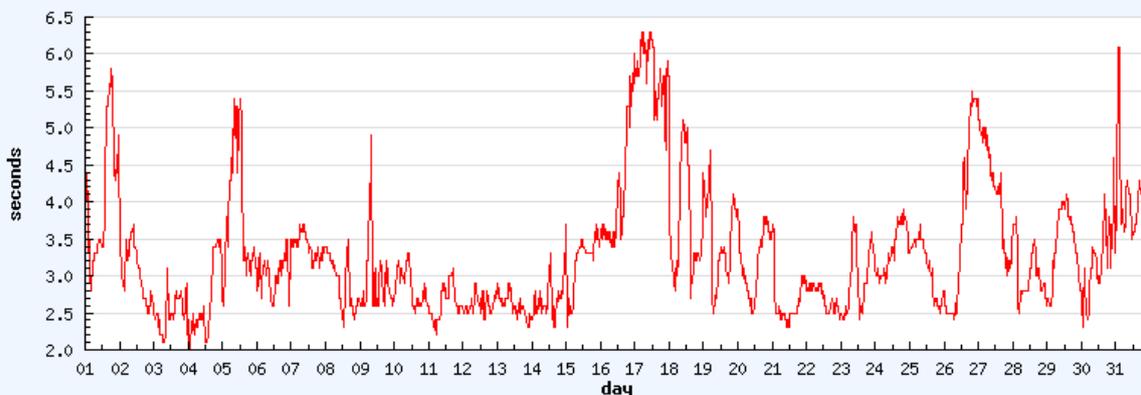
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2009



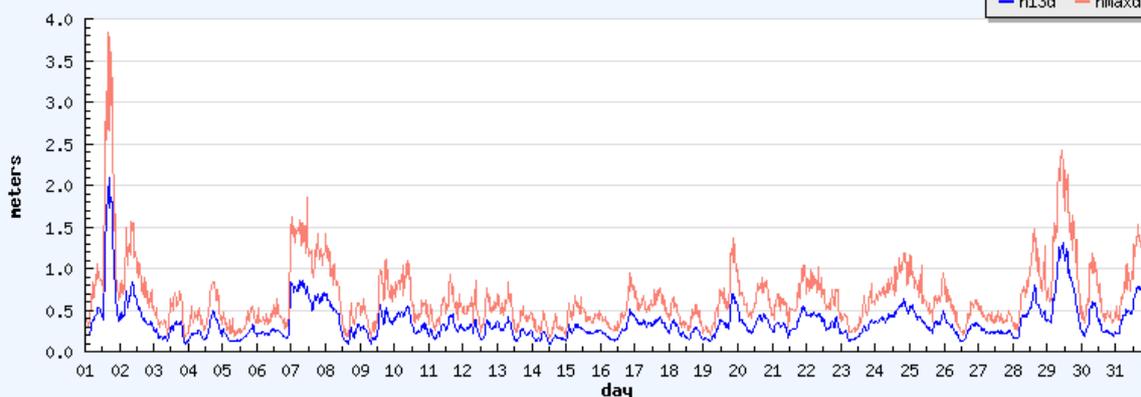
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Aout 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Aout 2009



CANDHIS

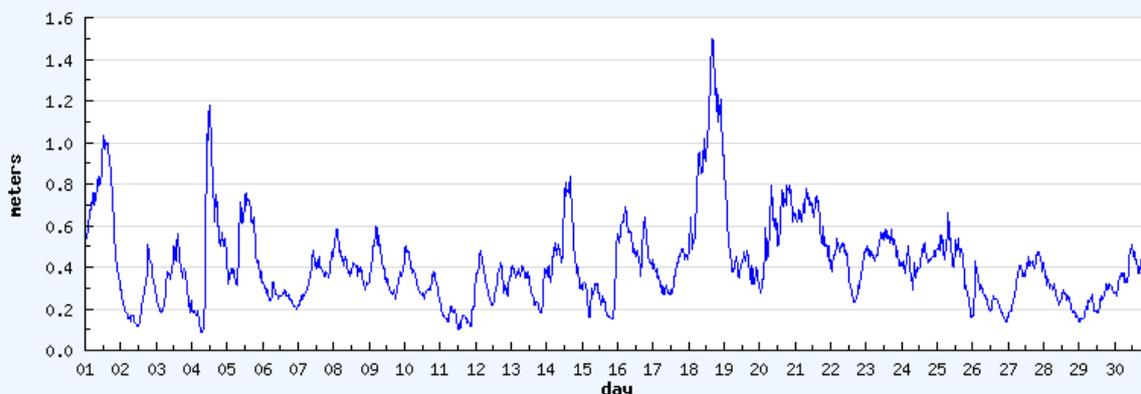
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

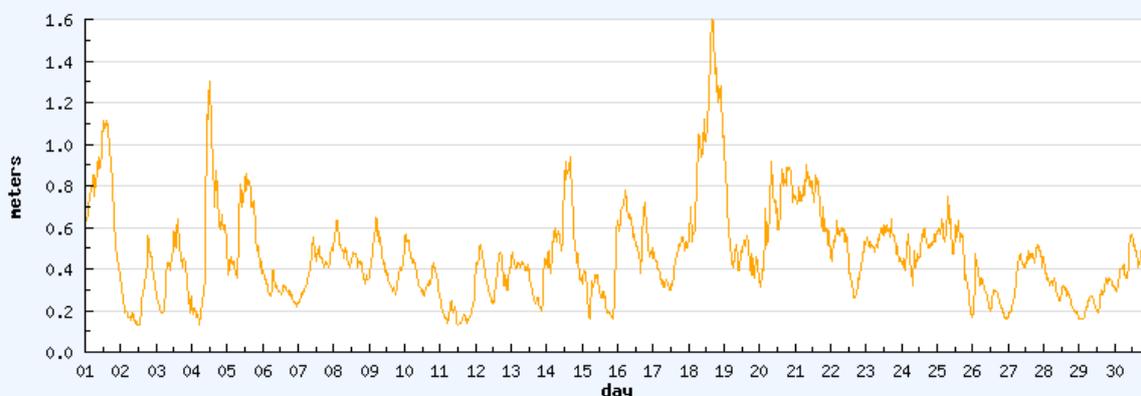
Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

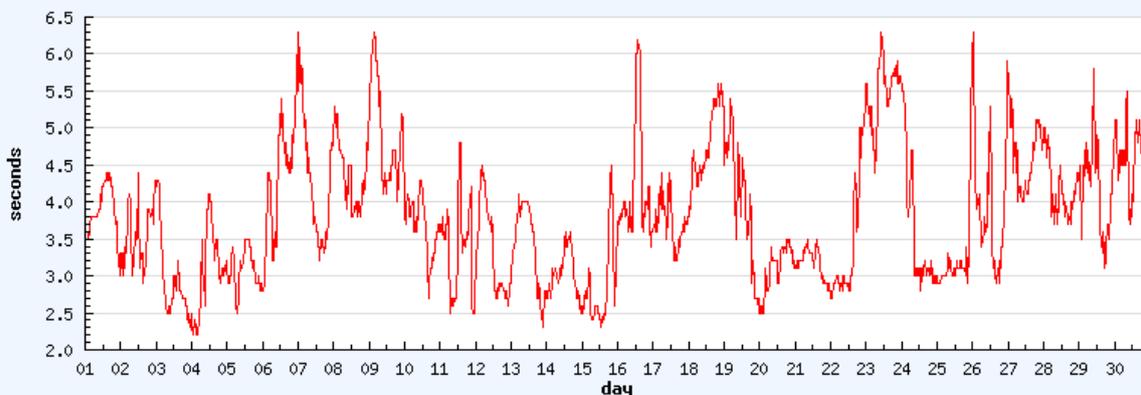
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2009



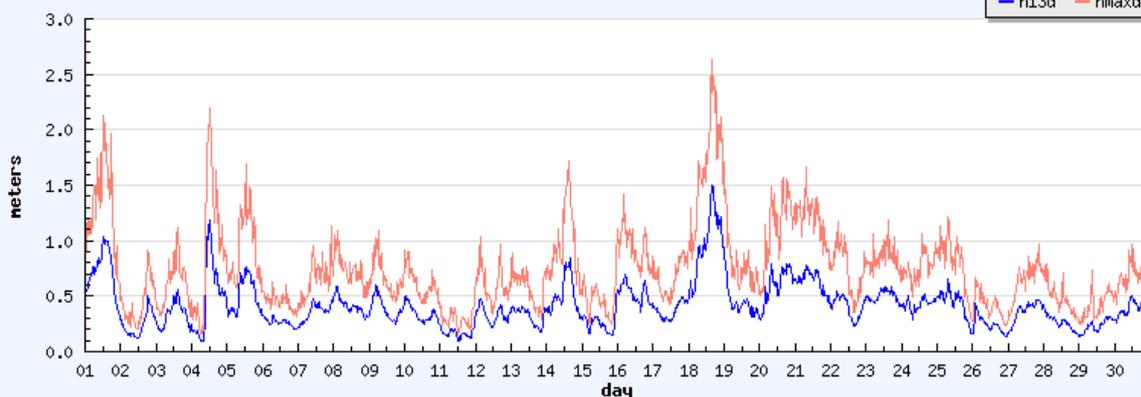
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Septembre 2009



CANDHIS

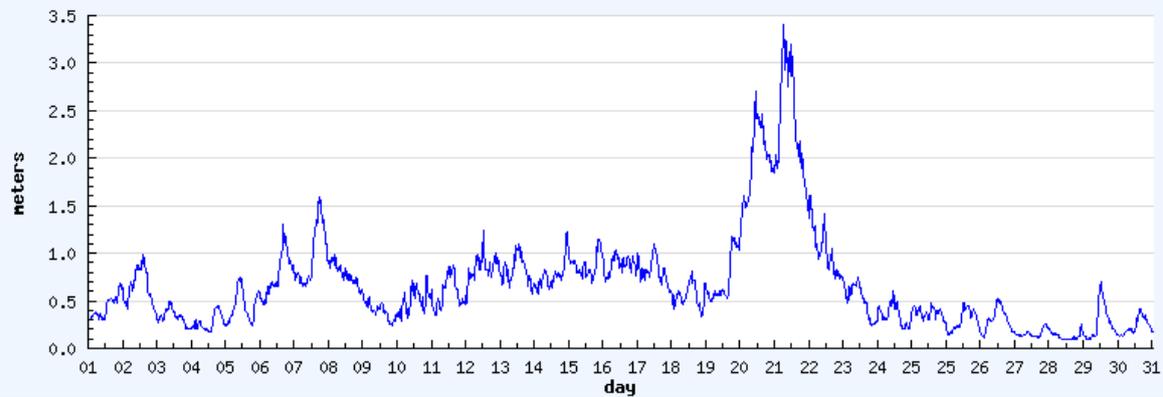
Centre d'Archivage National de Données de Houle In-Situ

Campagne : **01101 - Leucate**

Coordonnées : 042°55,000'N - 003°07,500'E

Profondeur : 40.00 mètres

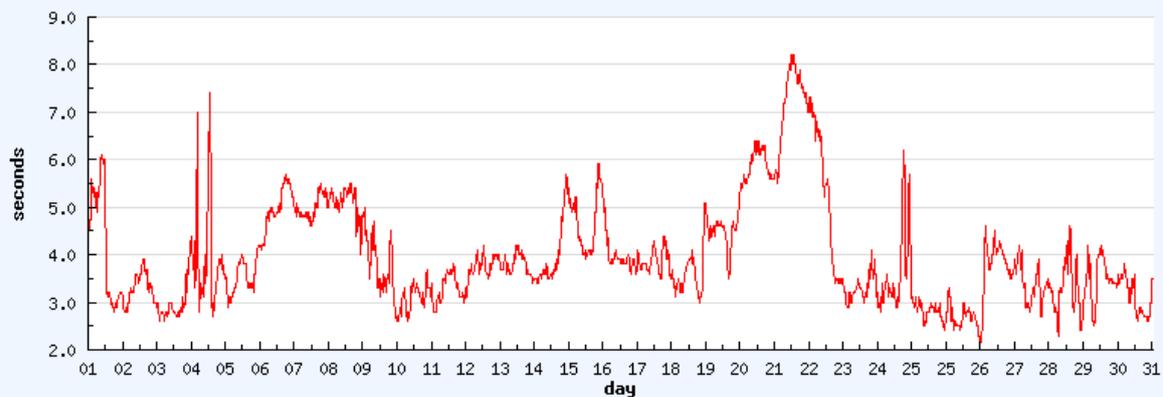
Evolution de la Hauteur significative des vagues (H13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2009



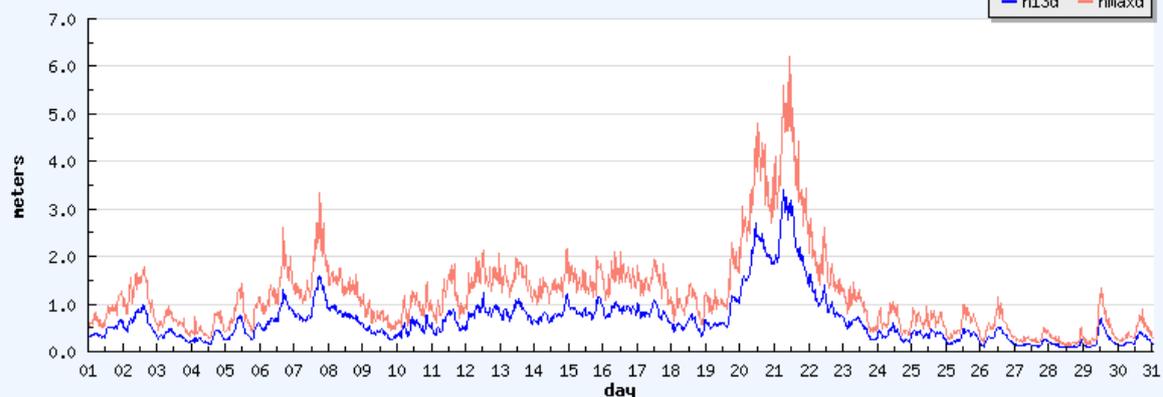
Evolution de la Hauteur significative spectrales des vagues (HM0) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2009



Evolution de la Priode significative des vagues (TH13D) pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2009



Evolution de la comparaison h13d / hmaxd pour la campagne 01101 au mois de Octobre 2009



AVERTISSEMENT QUANT À L'UTILISATION DES RÉSULTATS **INFORMATIONS SUR LA PRISE EN COMPTE DES DONNÉES** **MÉTHODOLOGIE D'AJUSTEMENT DES EXTRÊMES**

Avertissement quant à l'utilisation des résultats de cette étude

Les données sont issues d'une campagne de mesure in situ. Des valeurs aberrantes peuvent apparaître :

- en cas de collision ou manipulation du houlographe ;
- si le matériel est en limite d'autonomie ;
- en cas de défaillance du système ;
-

Un certain nombre de tests sont effectués afin de limiter l'influence de ces valeurs mais le résultat ne peut être garantis.

En cas de tempêtes, des problèmes de transmission peuvent engendrer une interruption des mesures. Cela entraîne une perte d'information sur les événements extrêmes.

Il est important de prendre en compte ces éléments pour toute utilisation des résultats présentés. **La responsabilité du CETMEF ne pourra être engagée quant à l'utilisation des résultats de cette étude.**

Qualité des données

Un certain nombre de contrôle est effectué afin de limiter la présence de valeurs aberrantes.

1er niveau de contrôle des données

Des tests sont réalisés directement au niveau de la base de données par le logiciel VagueDir du CETMEF afin d'écartier les valeurs aberrantes :

- suppression de l'horodate si le nombre de vagues est insuffisant ;
- vérification des ordres de grandeurs de H1/3, Hmax, TH1/3.

Les histogrammes, corrélogrammes et évolutions mensuelles présentés en annexe portent sur les données en sortie du logiciel VagueDir.

2eme niveau de contrôle des données

Des contrôles supplémentaires ont été effectués pour l'analyse des données (analyse statistique, sélection des événements tempêtes, calcul des extrêmes, détail du nombre de mesures et le taux de disponibilité du houlographe).

Les données correspondant aux jours d'intervention sur le houlographe ne sont pas prises en compte.

La distribution des hauteurs de vagues lors de l'analyse vagues par vagues est contrôlée par des tests de skewness et kurtosis. Suppression des horodates ne répondant pas au critères suivants :

- test du skewness : valeurs inférieures à 0,3 ;
- test de kurtosis : valeurs inférieures à 5.

La résolution du houlographe étant de l'ordre de 0,10m sur les hauteurs, les horodates caractérisées par une hauteur significative inférieure à 0,2m ne sont pas prises en compte.

Estimation des valeurs extrêmes par extrapolation statistique

Le climat de houle est considéré comme stationnaire.

Théorie des valeurs extrêmes dans un cadre stationnaire (Coles, 2001)

Méthode des maxima par bloc (typiquement maxima annuels) :

- Sélection des maxima de blocs de durées égales (typ. 1 an) ;
- Ajustement à une loi Généralisée de Valeurs Extrêmes (GEV).

Méthode à seuil (POT) :

- Hypothèse : les occurrences des tempêtes suivent un processus de Poisson ;
- Sélection des pics de tempête indépendants supérieurs à un seuil ;
- Ajustement à une loi de distribution analytique, de type :
 - exponentielle,
 - Weibull,
 - Gumbel
 - Distribution Généralisée de Pareto.

Dans les 2 cas : estimation des hauteurs associées à des durées de retour et un intervalle de confiance (par la delta-méthode par exemple).

Méthodologie appliquée

Ajustement par la méthode à seuil à une loi de distribution analytique. Deux lois sont testées permettant de refléter des comportements différents et offrir dans certains cas une approche plus ou moins sécuritaire :

- loi Exponentielle (EXP) ,
- loi Distribution Généralisée de Pareto (GPD).

L'ajustement est réalisé à l'aide du logiciel Astex (EDF/LNHE). La méthodologie employée est la suivante :

- Qualité d'ajustement : test de Khi2 à 90% (10 classes) ;
- Sélection des événements : 2 à 8 événements par an (voire 10) ;
- Test de stationnarité : égalité des moyennes et variances de 2 sous-échantillons ;
- Test de répartition uniforme des occurrences : comparaison des moyennes des dates observées et théoriques (relation linéaire avec le temps) ;
- Test d'indépendance : test d'auto-corrélation entre les événements sélectionnés ;
- Recherche d'une plage de seuils avec stabilité des résultats ;
- Préférence pour un seuil commun aux ajustements aux lois EXP et GPD.