

**Réseau HTM-NET de mesures des niveaux d'eau et des températures
sur le littoral provençal :
apports à l'étude de la dynamique océanique
de l'échelle littorale à l'échelle globale**

**Vincent Rey¹, Caroline Paugam¹, Christiane Dufresne², Isabelle Taupier-Letage¹, Jean-Luc Fuda¹,
Didier Mallarino¹, Samuel Meulé³, Tathy Missamou¹, Gilles Rougier¹, Damien Sous¹**

1. UTLN/AMU, CNRS/INSU, IRD, Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO), OSU PYTHEAS, Toulon/Marseille, France
2. ISMER, Université du Québec à Rimouski, Canada.
3. CEREGE - UMR 7330 - CNRS, Europole de l'Arbois - BP80 - 13545 Aix en Provence - Cedex 04, France.

e-mail : rey@univ-tln.fr

Réseau de stations HTM-NET

« Hydrodynamique et Transport de MES – Niveaux d'Eau et Température »

OBJECTIFS:

- Apporter des données de mesures originales pour une meilleure compréhension et modélisation des interactions et couplages entre la dynamique côtière et la dynamique littorale à l'échelle des baies
Thématique à l'interface des axes de recherche en dynamique du plateau continental et en dynamique littorale au M.I.O (zone d'étude forcée par le Courant Nord et les épisodes de vent)

MOTIVATIONS:

A l'origine, meilleure compréhension de la dynamique des échanges petite rade – grande rade de Toulon (thèse Christiane Dufresne, Coll. IRSN, 2014).

Plus généralement, dynamique à l'échelle des bassins et des baies, ondes, surcotes, submersions.

Actuellement, étude des seiches et basculements à l'échelle de bassins semi-ouverts (thèse C. Paugam)

PROJET:

Développement d'un système d'observation sur le long terme (le M.I.O fait partie de l'OSU Pytheas)

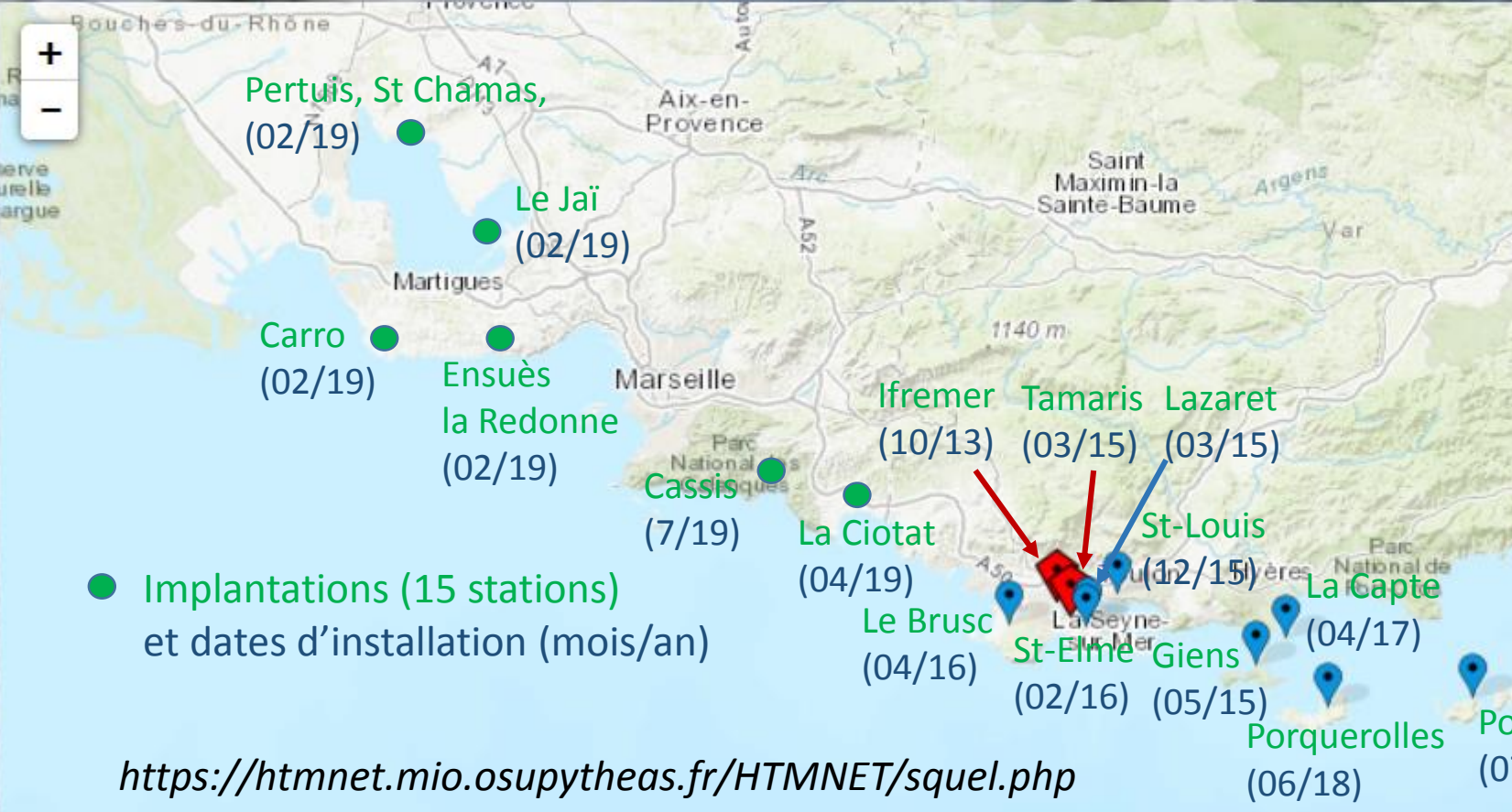
des niveaux d'eau et des températures

PRESENTATION:

VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU et de TEMPERATURE : origines locales et/ou globales?

Le réseau HTM-NET en 2019

- Accueil
- Stations
- Mesures
- Graphes
- Diaporama
- Liens et Contact



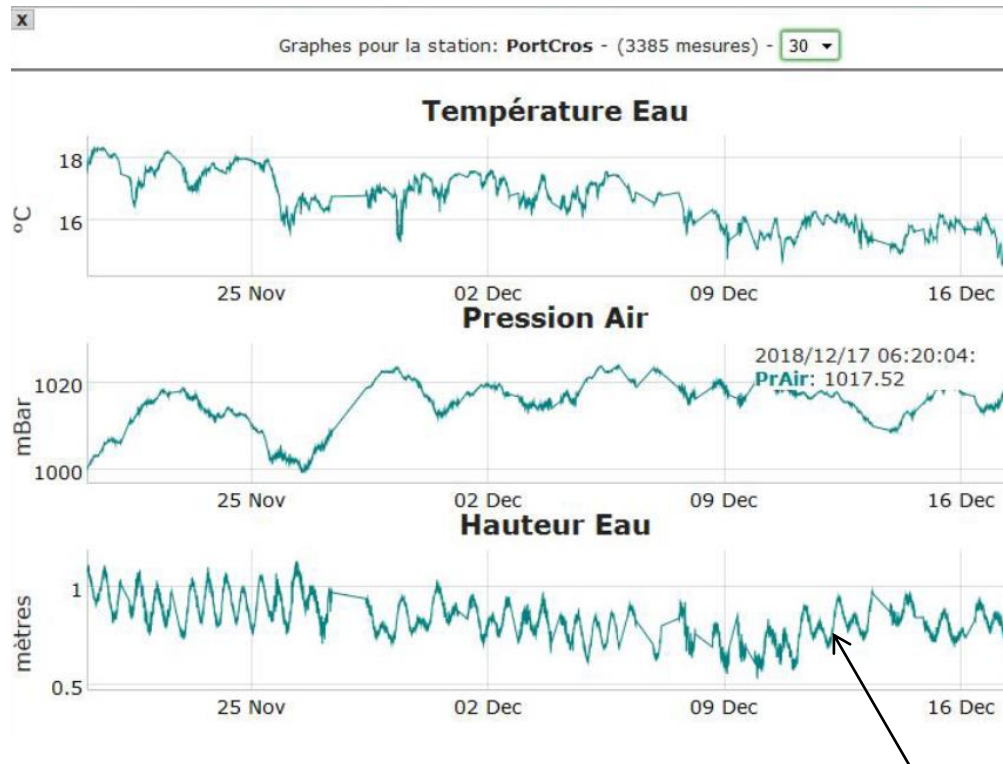
Programmes, partenaires et financements :
 Programme National d'Observation sur le Long Terme DYNALIT, ILICO
 Toulon Métropole TPM
 (Contrats HTM-NET, OLBIA, CAPTILE)
 Shom, REFMAR (référencement et diffusion des données)

Implantation des stations:
 Toulon Métropole
 Parc National de Port Cros (PNPC)
 Ville de Hyères
 Conseil Départemental 13
 La Ciotat Shipyards
 CCI du Var

MétéoFrance, données météorologiques

<https://htmnet.mio.osupytheas.fr/HTMNET/squel.php>

Réseau HTM-NET : Mesure du niveau d'eau



Niveau d'eau: $\eta = \Delta p / \rho g$
avec

Δp , différence de pression mesurée dans l'eau et dans l'air,
 ρ la masse volumique de l'eau fixée à 1.025 (valeur pour une salinité de $S=35$ et une température $T=19^\circ\text{C}$)
 $g=9.81 \text{ m/s}^2$ l'accélération due à la gravité

Oscillations dues à la marée

Station HTM-NET



Mesure de la pression et de la température au niveau de chaque Capteur (toutes les 10 min jusqu'à fin 2018):

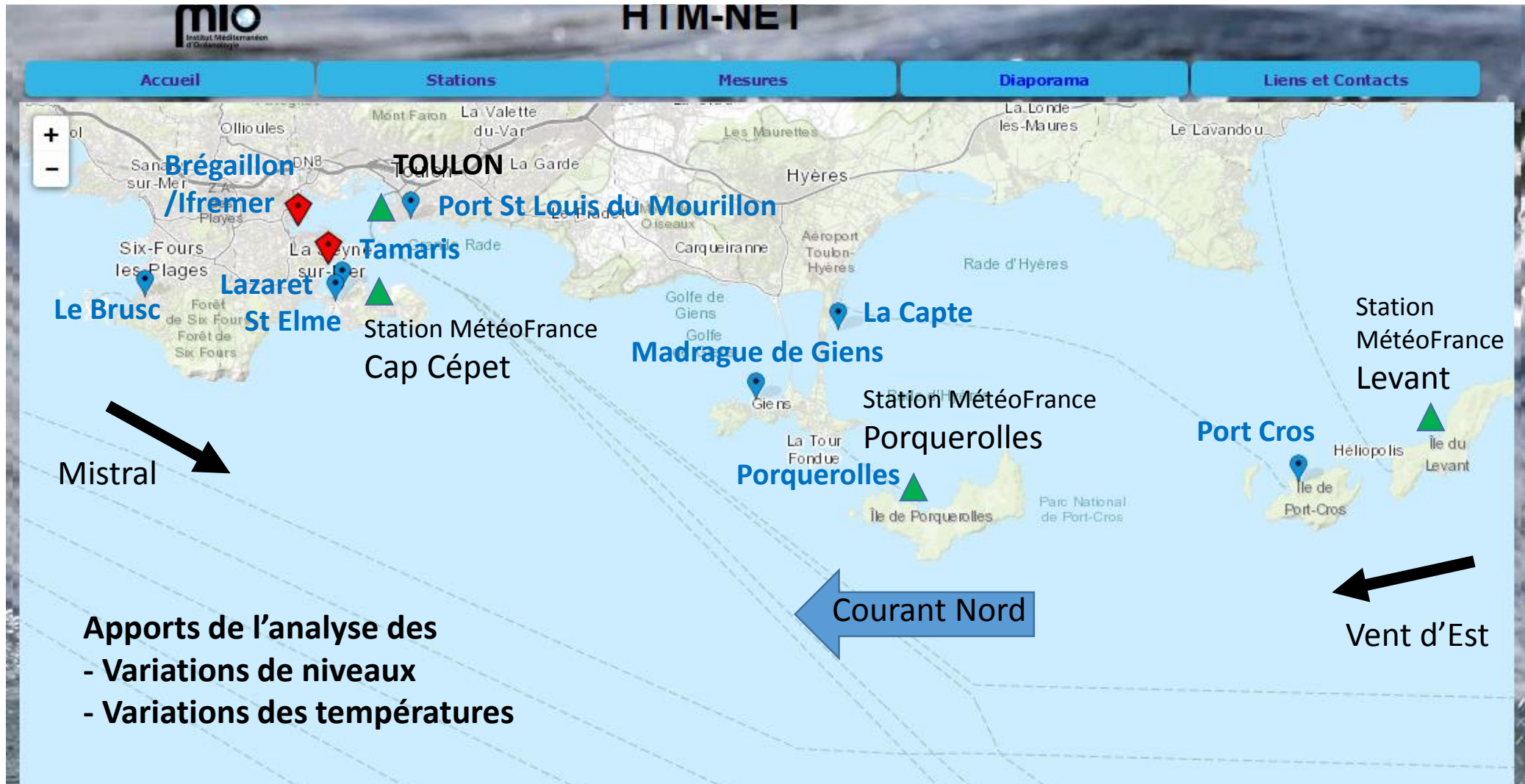
Données :

- Pression atmosphérique
- Niveau d'eau

(référencement niveau absolu en cours avec collaboration Shom)

- Température de l'eau

Dynamique à l'échelle de l'aire Toulonnaise

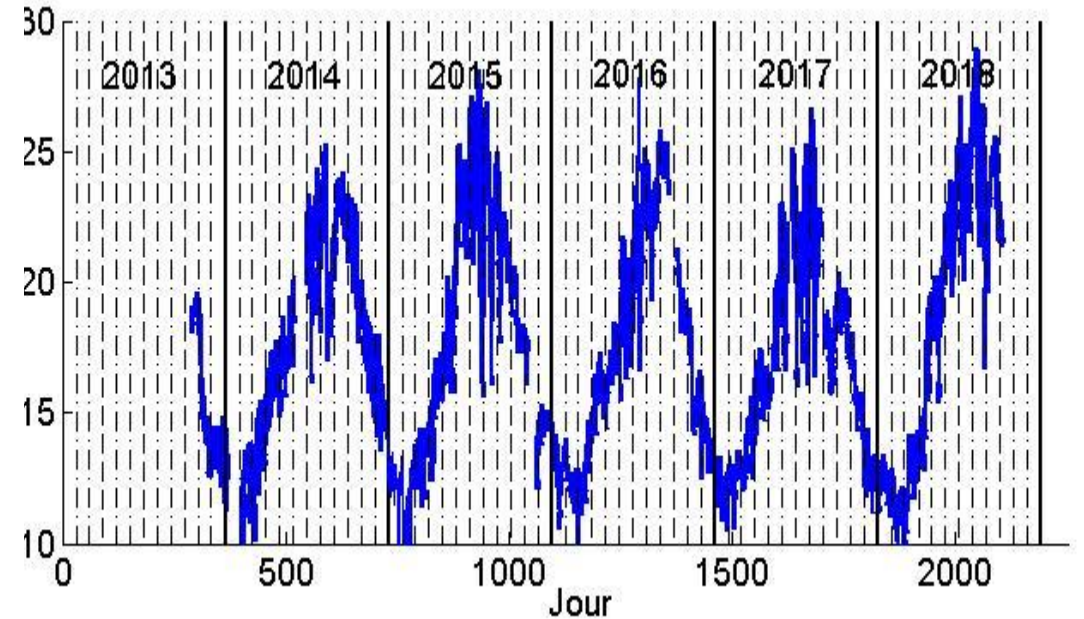
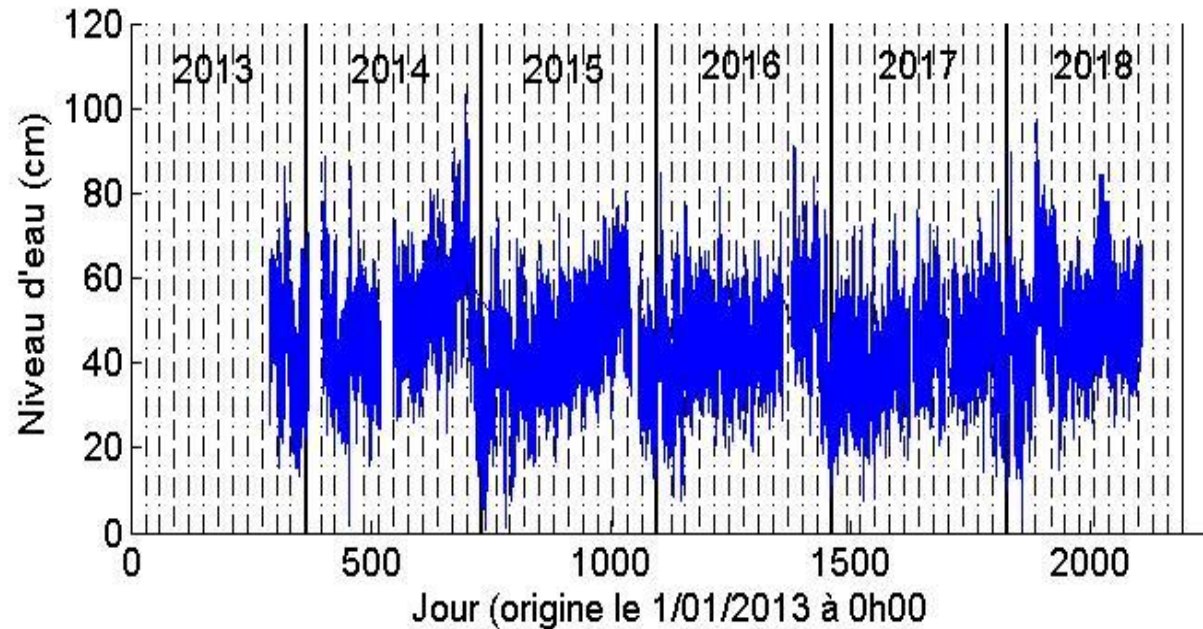


Réseau HTM-NET : Mesure du niveau d'eau

Stations : nom et dates d'installation

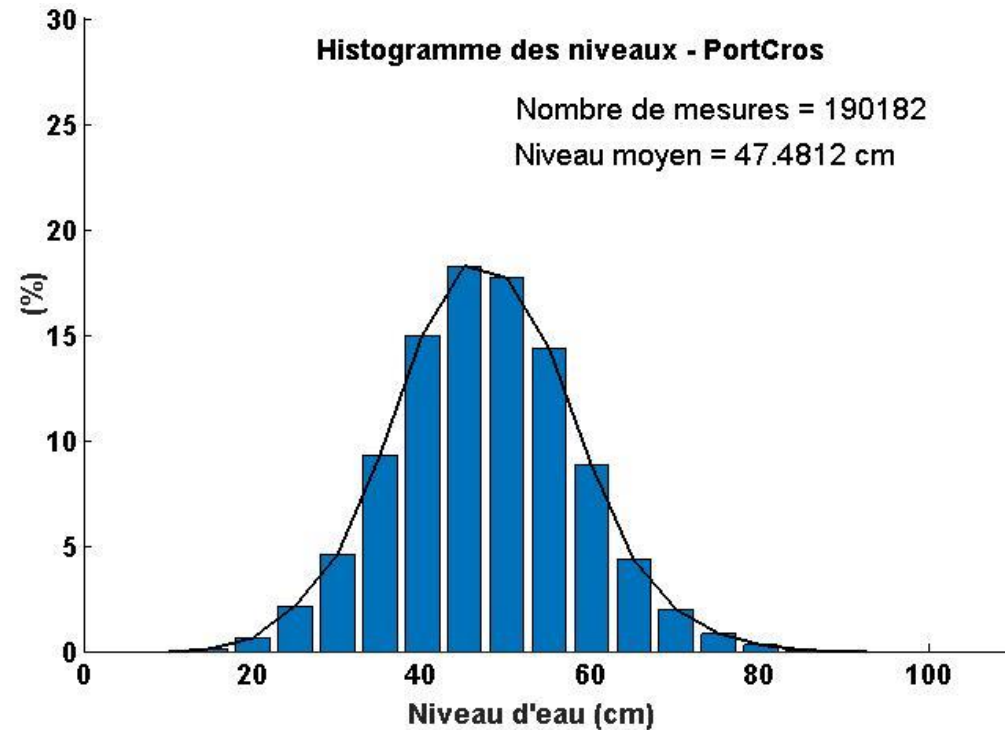
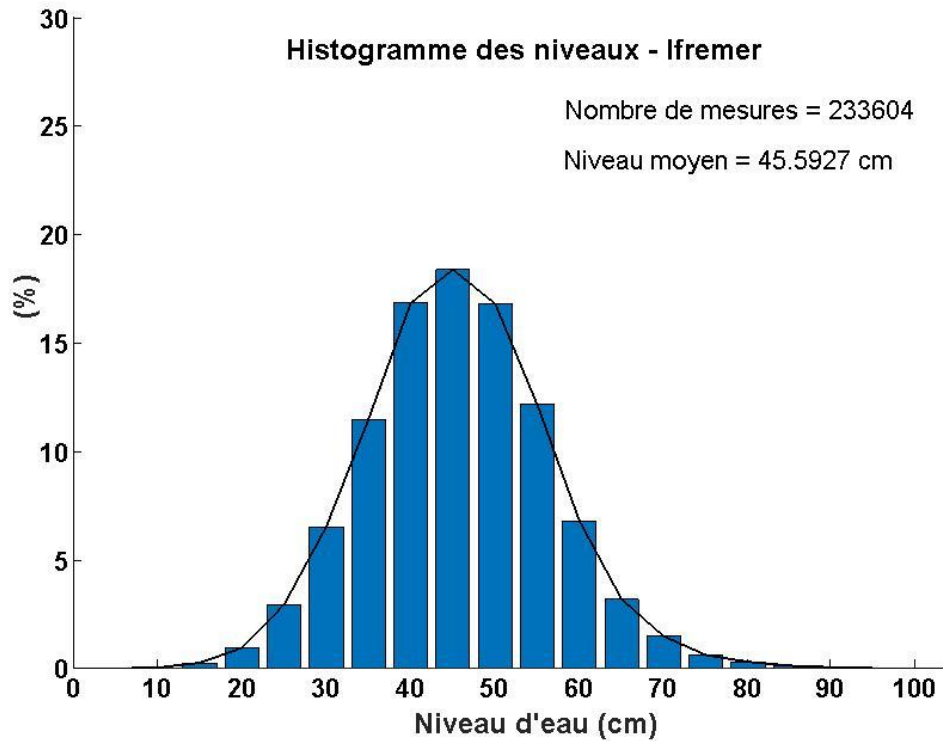
Site	Date d'installation
Ifremer	17 octobre 2013 (prototype)
Port-Cros (GSM après le 21/09/2016)	1 ^{er} juillet 2014
Lazaret (GSM après le 5/09/2017)	13 mars 2015
Tamaris	18 mars 2015
Madrague of Giens (GSM)	6 mai 2015
Port Saint Louis of Mourillon (GSM)	18 décembre 2015
Saint Elme (GSM)	12 février 2016
Brusc (GSM)	20 avril 2016
La Capte (GSM)	6 avril 2017
Porquerolles (GSM)	14 septembre 2018

Exemple des séries temporelles d'ifremer:



VARIATION DES NIVEAUX D'EAU

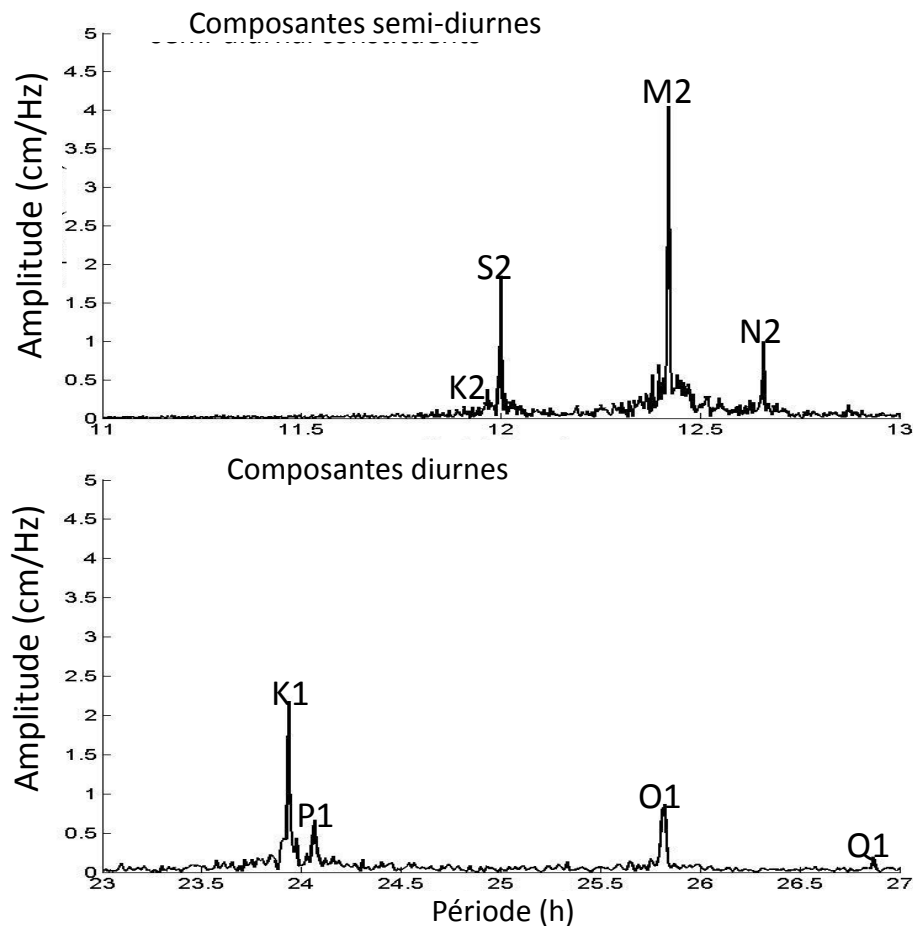
Histogrammes des stations d'Iframer et de Port Cros



Variation des niveaux d'eau d'environ 1m

CONTRIBUTIONS DE DIFFERENTS FACTEURS agissant sur les VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU

Echelle globale : LA MAREE



Amplitude (écart-type) (en cm) Composante de marée	Ifremer (*)	Port-Cros (*)	Maregraphe de Toulon (*)	Maregraphe de Marseille (**)
K2 (T=11.967 h)	0.68 (0.20)	0.63 (0.34)	0.53 (0.09)	0.60 (0.06)
S2 (T=12.00 h)	2.34 (0.36)	2.10 (0.57)	2.30 (0.23)	2.42 (0.09)
M2 (T=12.4206 h)	6.33 (0.80)	5.72 (1.56)	6.06 (0.71)	6.80 (0.08)
N2 (T=12.658 h)	1.34 (0.35)	1.16 (0.37)	1.30 (0.22)	1.41 (0.09)
K1 (T=23.935 h)	2.77 (0.47)	2.57 (0.78)	2.86 (0.26)	3.17 (0.07)
P1 (T=24.066 h)	1.04 (0.29)	1.01 (0.39)	1.19 (0.17)	1.14 (0.09)
O1 (T=25.891 h)	1.44 (0.26)	1.27 (0.36)	1.42 (0.22)	1.74 (0.08)
Q1 (T=26.87 h)	0.28 (0.12)	0.27 (0.10)	0.25 (0.05)	0.32 (0.07)

(*) calculs à partir de séries temporelles de 181.26 jours, avec fenêtre glissante entre 2014 et 2018.
 (**) données issues de Wöppelmann et al, *J. Geod.*, 2014.

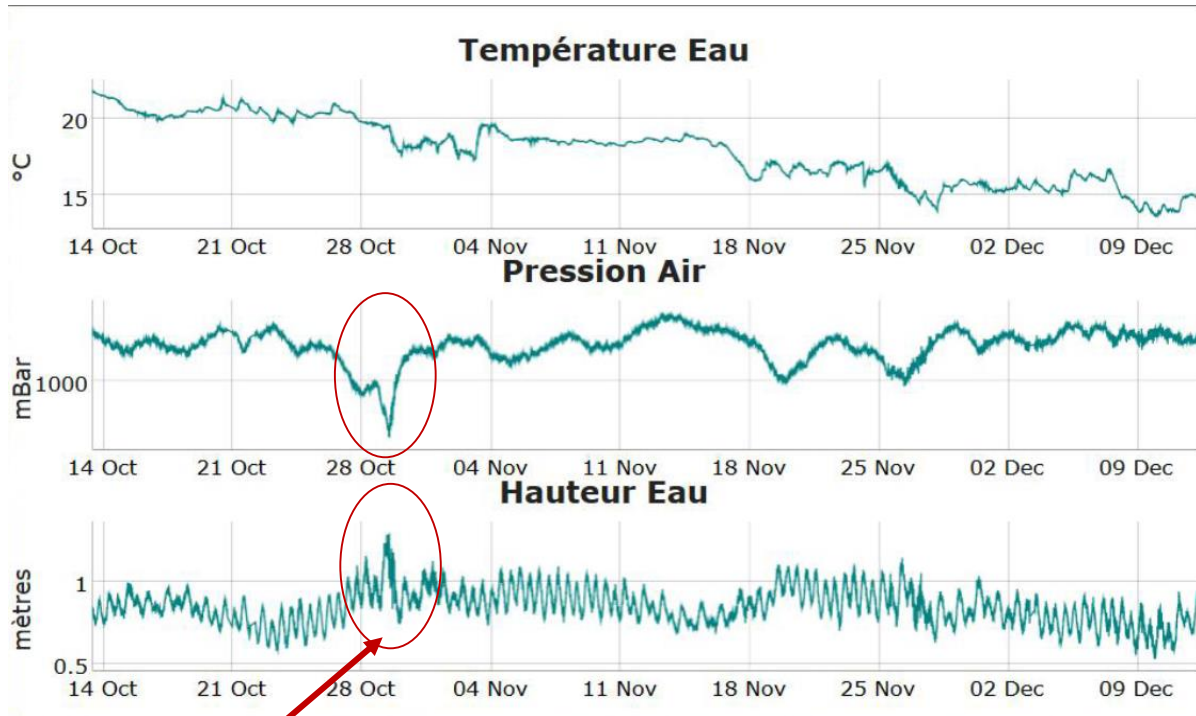
ORDRES DE GRANDEUR

- Marnage : 20 à 30 cm
- Dilatation stérique : 10 cm

ET dilatation stérique : Amplitude semi-annuelle S_{sa} , 1.5cm, annuelle S_a , 5.77cm

CONTRIBUTIONS DE DIFFERENTS FACTEURS agissant sur les VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU

LA PRESSION ATMOSPHERIQUE



Tempête du 28 octobre 2018 :

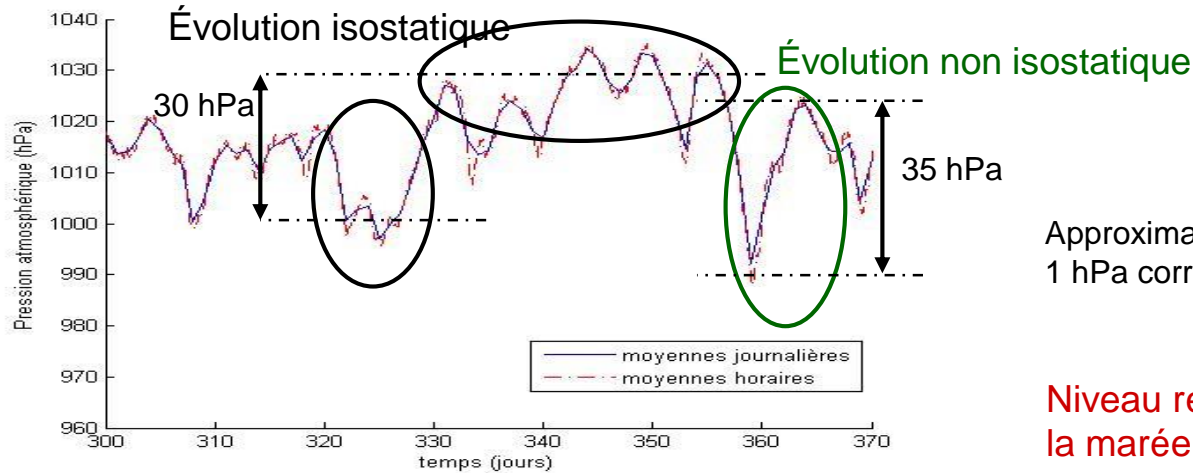
Passage rapide d'une dépression avec forte surcote

Inondation des quais et de la route à La Seyne sur Mer

ORDRE DE GRANDEUR EFFET DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE : 50 cm dans l'hypothèse ISOSTATIQUE (si 50 hPa entre anticyclone et dépression)

CONTRIBUTIONS DE DIFFERENTS FACTEURS agissant sur les VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU

LA PRESSION ATMOSPHERIQUE, effet local et/ou effet global?

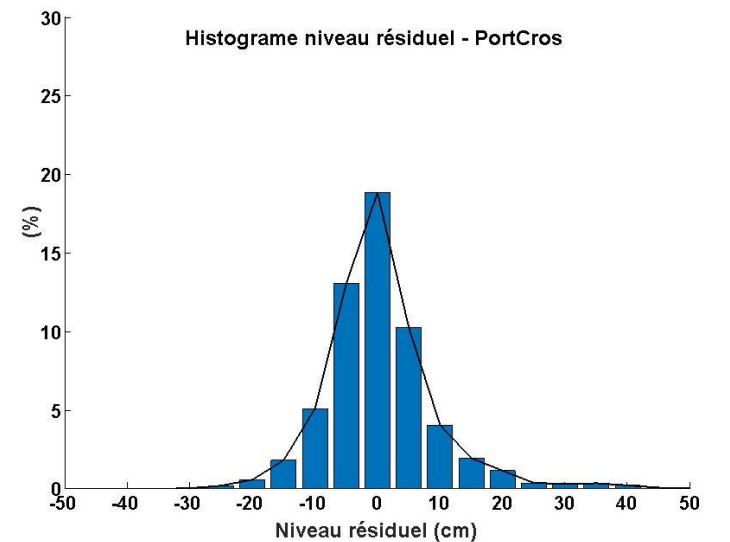
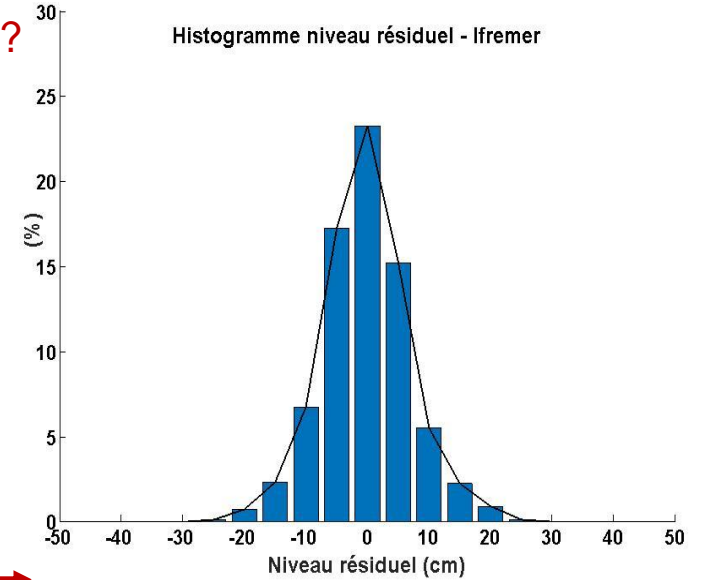


Approximation isostatique:
1 hPa correspond à 1 cm d'eau

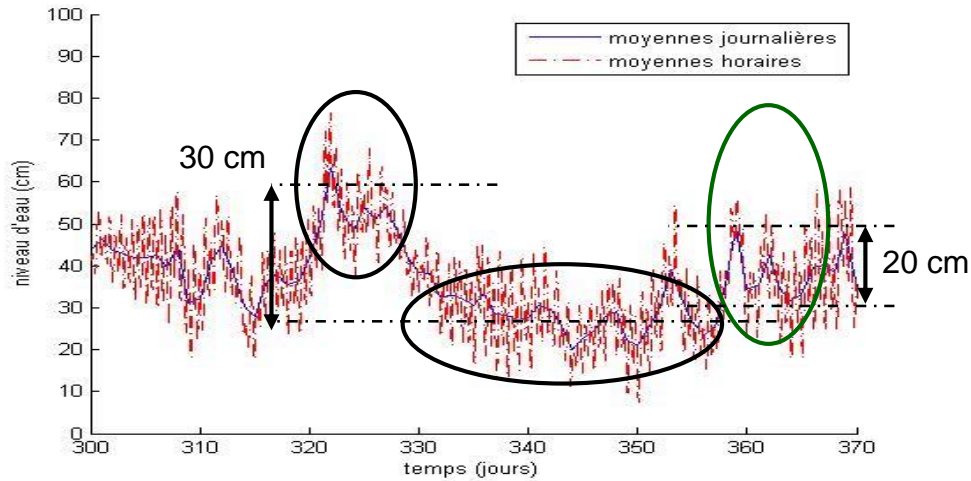
Niveau résiduel après avoir filtré la marée, et retranché la hauteur liée à la pression atmosphérique dans l'hypothèse « isostatique »

L'évolution du niveau d'eau ne suit pas toujours l'opposé de l'évolution de la pression atmosphérique.

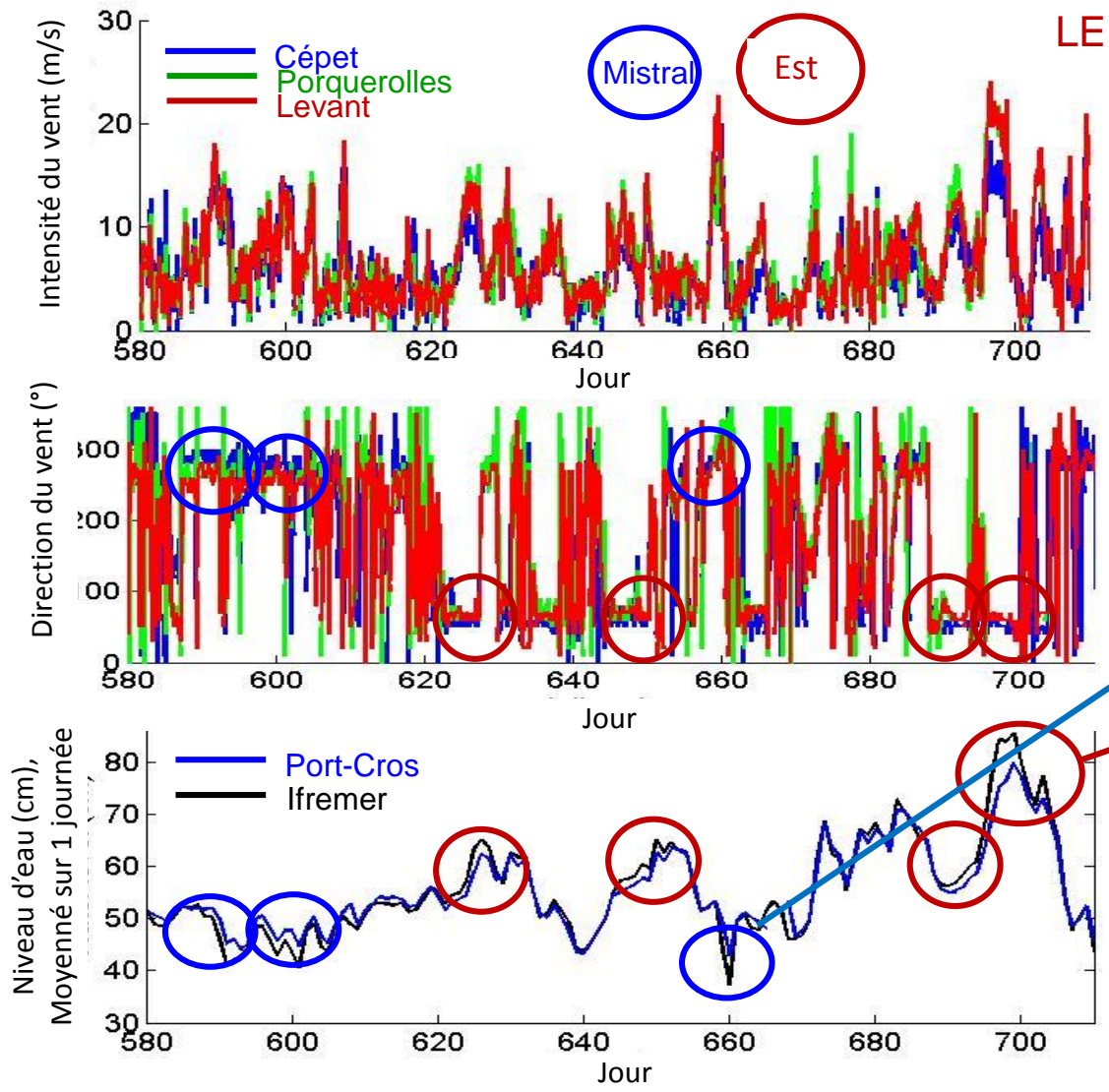
Variations liées à la dynamique à l'échelle du bassin méditerranéen occidental (et flux au niveau des détroits)



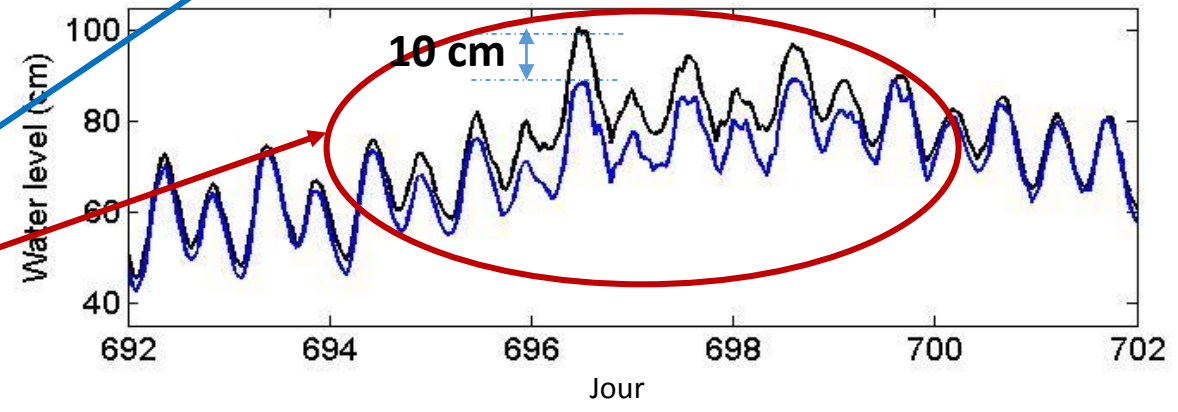
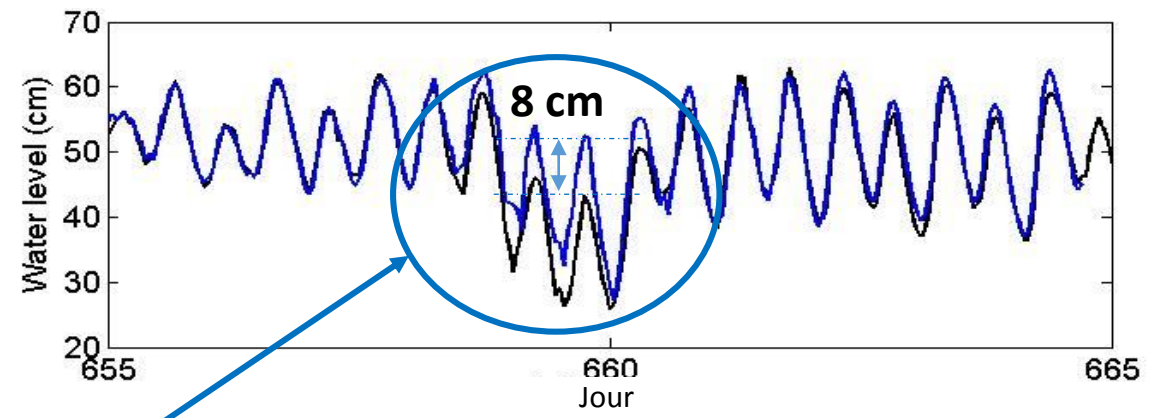
Séries temporelle station Ifremer



CONTRIBUTIONS DE DIFFERENTS FACTEURS agissant sur les VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU



LE VENT



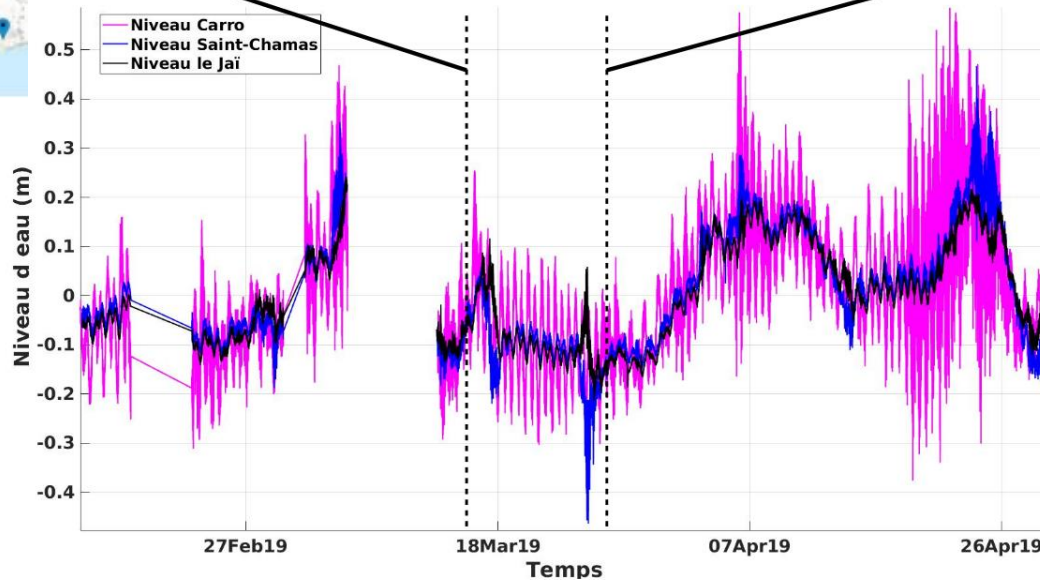
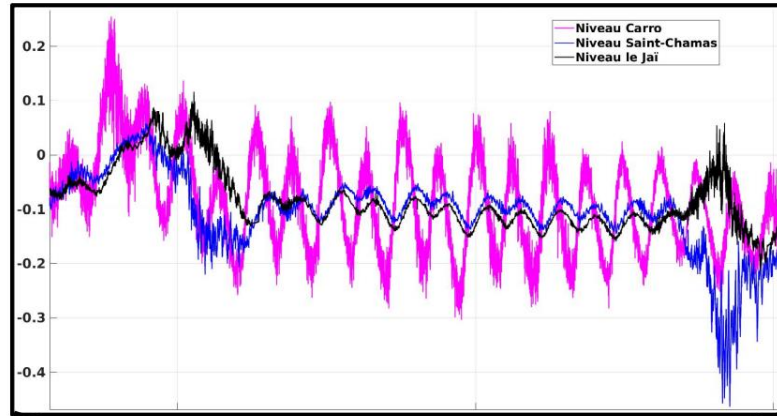
Au 1^{er} ordre, variation du niveau associé à la pression atmosphérique (conditions anticycloniques par Mistral, dépressionnaires par vent d'est)
MAIS écarts entre fond de baie et « large »

ORDRE DE GRANDEUR VENT à l'échelle des baies : 10 cm

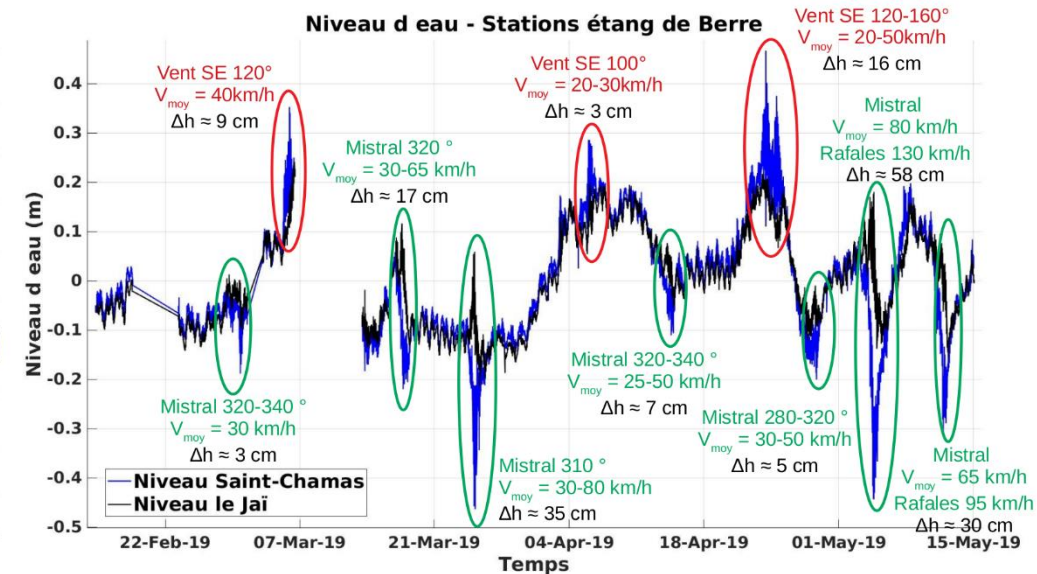
CONTRIBUTIONS DE DIFFERENTS FACTEURS agissant sur les VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU

Marée, marée barométrique et Vent en bassin fermé

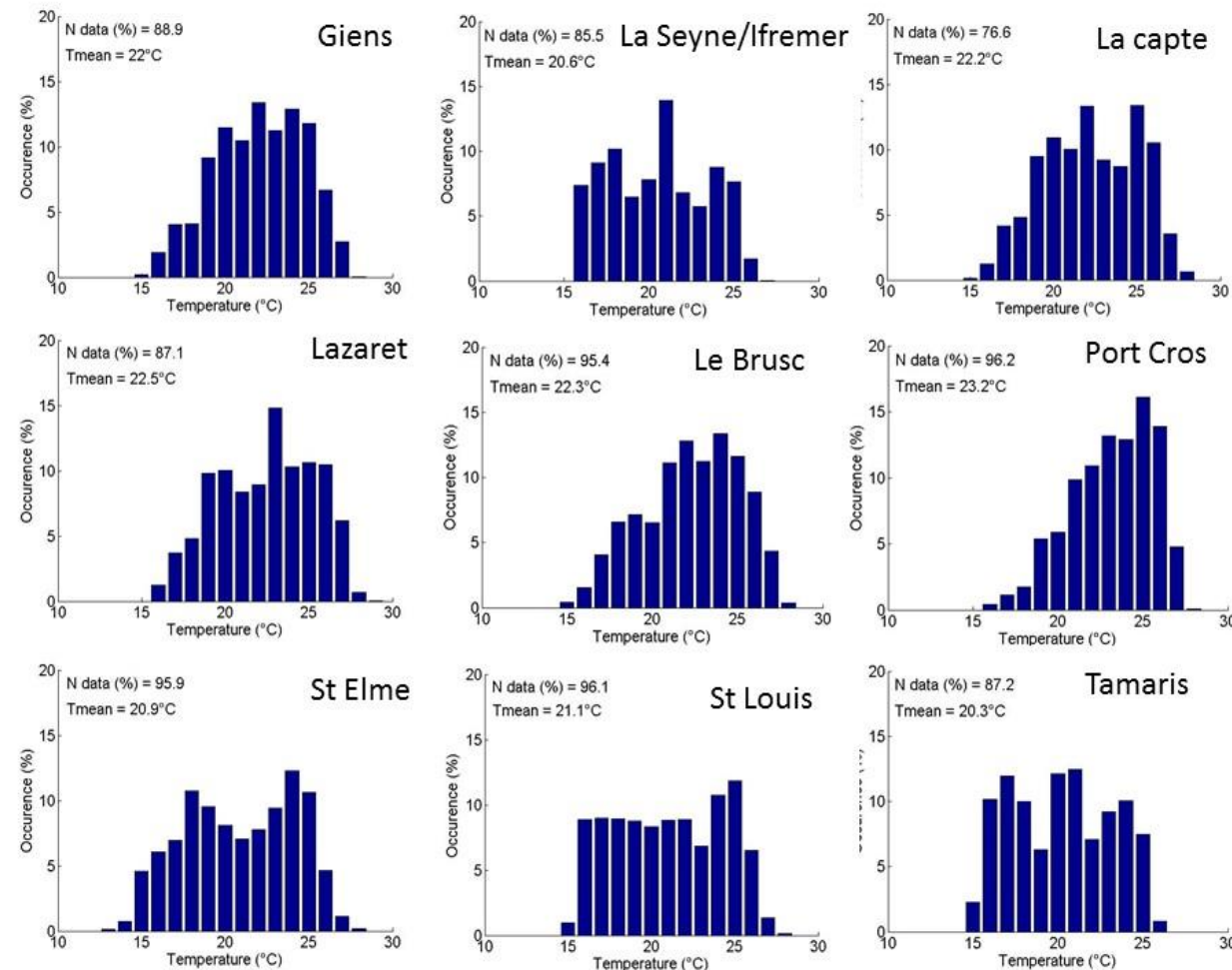
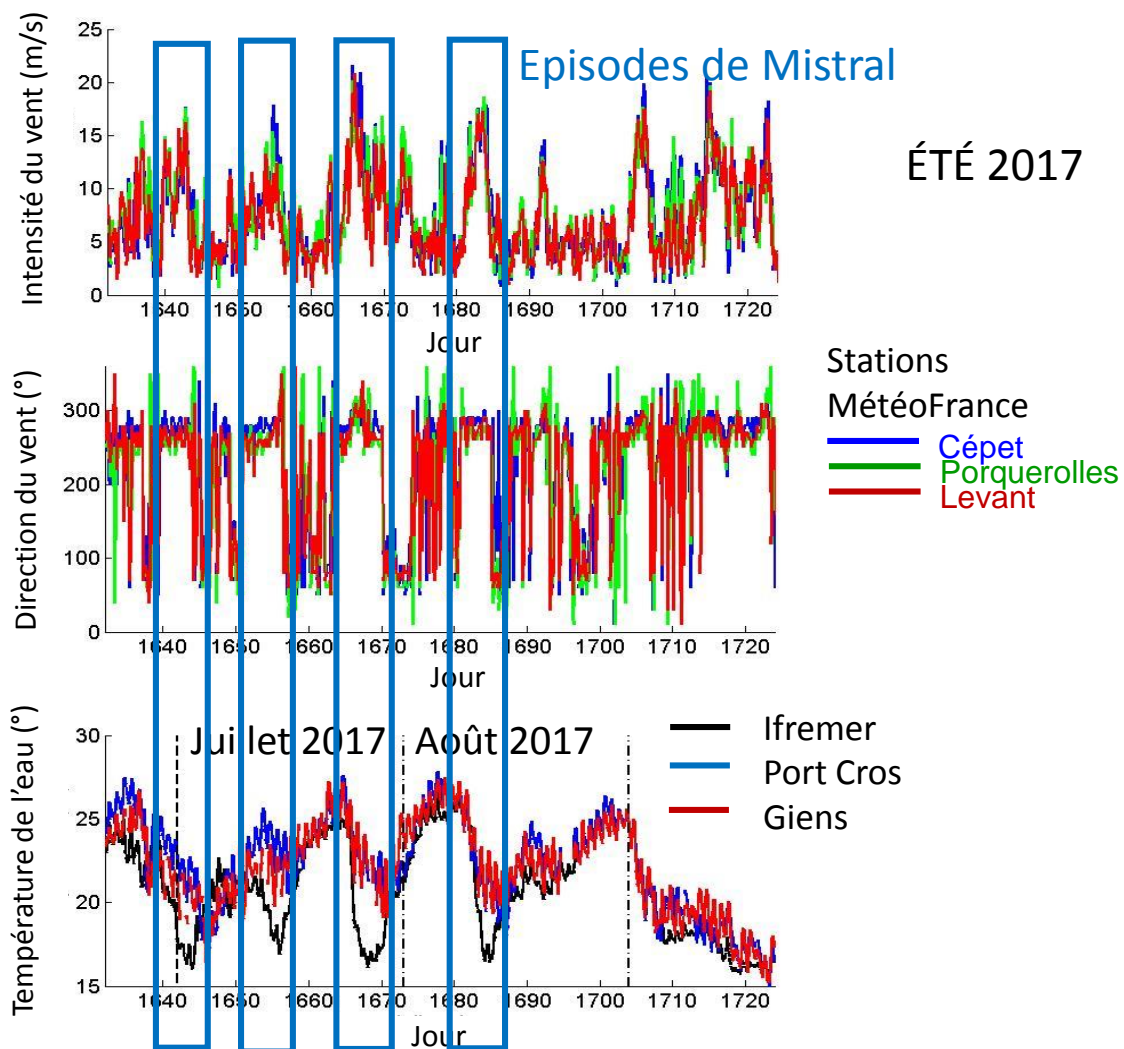
thèse C. Paugam



Forçage du niveau dans l'étang par le niveau dans le golfe de Fos
 Réponse « atténuée » pour la marée (marnage 5cm), totalement transmise pour la marée barométrique.
 Basculement important par vent fort (env. 50cm)
PARAMETRISATION du cisaillement du vent (fonction du fetch et de la profondeur du bassin)

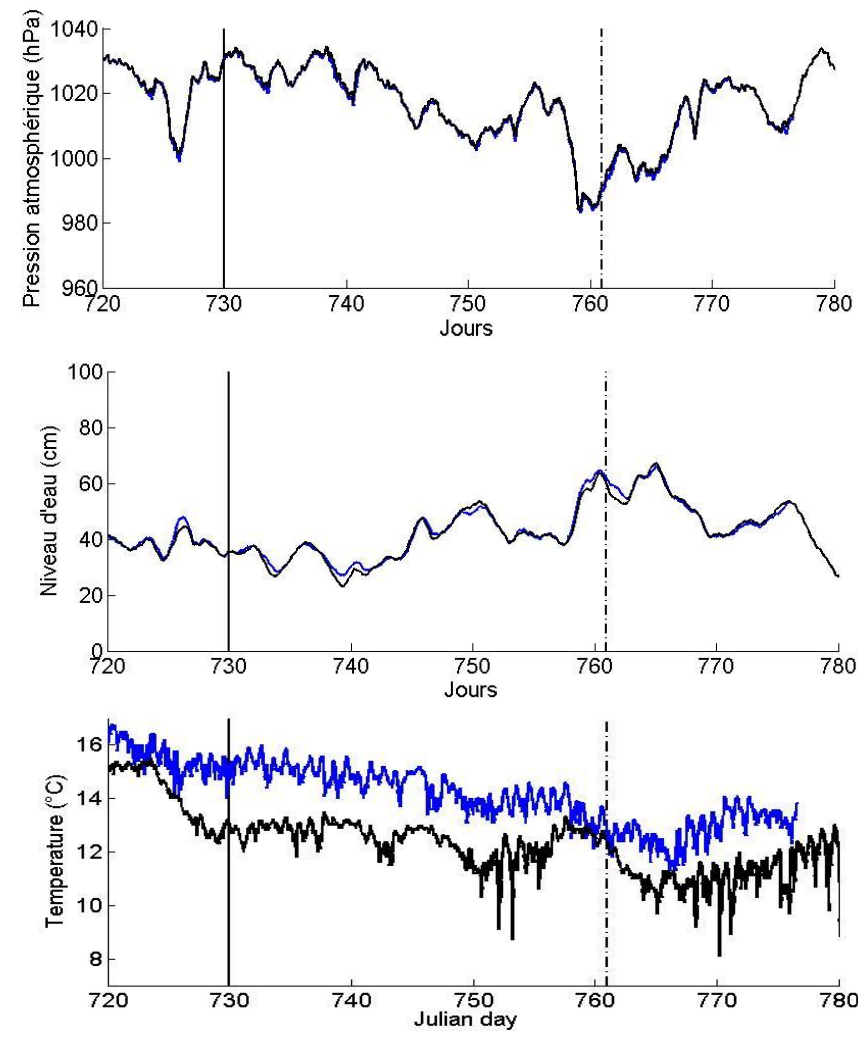
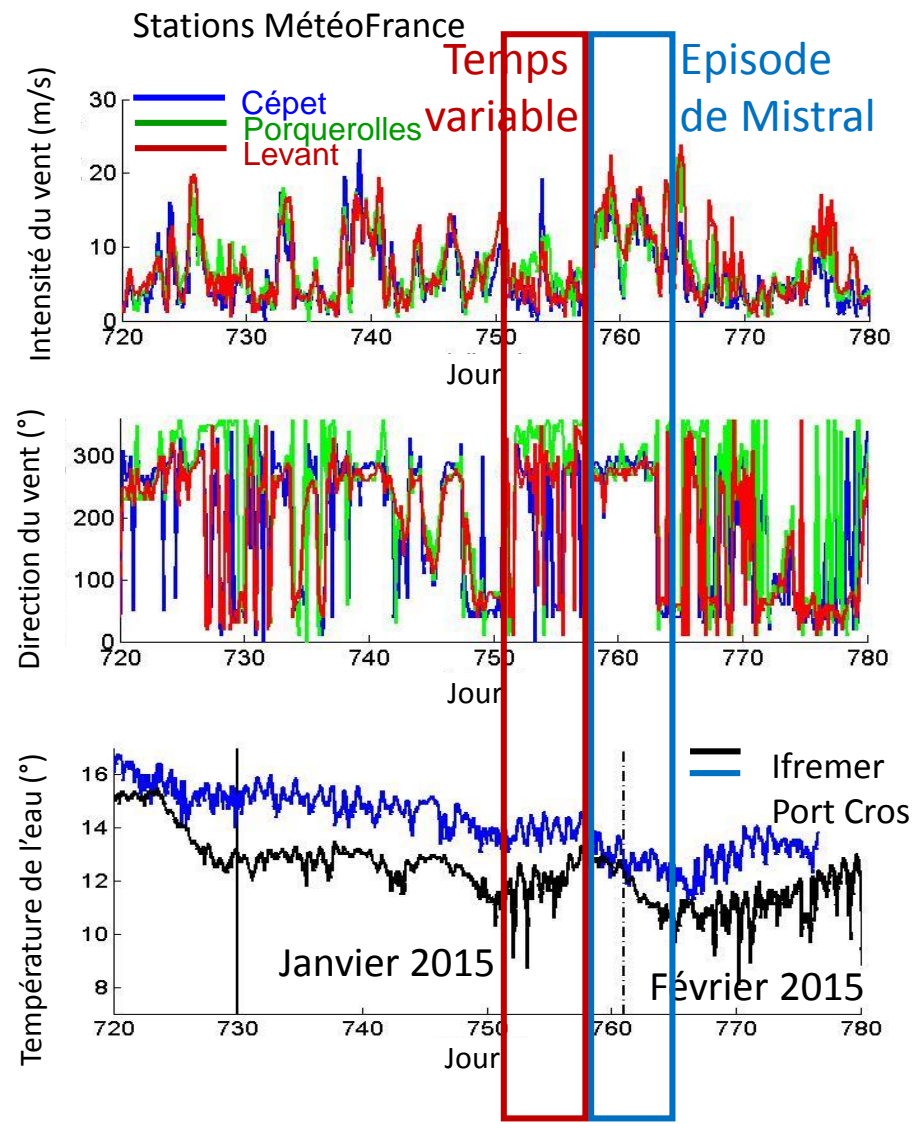


Mouvement des masses d'eau et évolution des températures : période estivale



La température de l'eau baisse plus fortement dans la rade par épisodes de Mistral, Le Brusc et Port Cros sont les sites les moins affectés
Phénomènes de remontées d'eaux froides ou upwelling, Dufresne et al, Ocean Dyn, 2014.

Mouvement des masses d'eau et évolution des températures : période hivernale HIVER 2015



De fin décembre au 20 Janvier:
Température de l'eau dans la rade inférieure d'environ 2°C de celle à Port Cros.

25 janvier :
Une dépression accompagnée d'une augmentation du niveau d'eau conduit à une élévation de la température dans la rade de Toulon.

Après le 25 janvier:
Baisse à nouveau des température dans la rade.

Dynamique dans la rade de Toulon fortement influencée par la circulation forcée par le Courant Nord.

CONCLUSIONS

RESEAU D'OBSERVATION à ECHELLE REGIONALE :

- Variations de NIVEAU :

Dynamique à l'échelle du bassin méditerranéen:

Contributions de la marée (env. 20-30cm), de la dilatation (effet stérique, env. 10cm)

et de la pression atmosphérique (env. 50cm ou plus),

+ à l'échelle littorale :

- contribution du vent (env. 10cm),

- Variations de TEMPERATURE :

Aide à la compréhension de la dynamique des masses d'eaux en compléments des données de niveau

Forte variabilité spatiale et temporelle à l'échelle littorale

LE RESEAU et SES EVOLUTIONS:

- Référencement des stations par rapport au niveau de référence NGF (en cours, coll. Shom)
- Depuis 2019, période d'acquisition de 2 min.
- Depuis 2019, extension du réseau du Var aux BdR (jusqu'au Cap Couronne (Est du golfe de Fos).