



ETUDE DES OSCILLATIONS MARINES DE BASSE FRÉQUENCE POUVANT INDUIRE UNE POTENTIELLE SUBMERSION MARINE SUR UN LITTORAL MICROTIDAL. CAS DU LITTORAL ALGÉROIS (PORT D'ALGER)

Yacine Hemdane et Lazreg Benslama

Laboratoire de Géo-environnement, FSTGAT
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène
USTHB



Pourquoi les basses fréquences

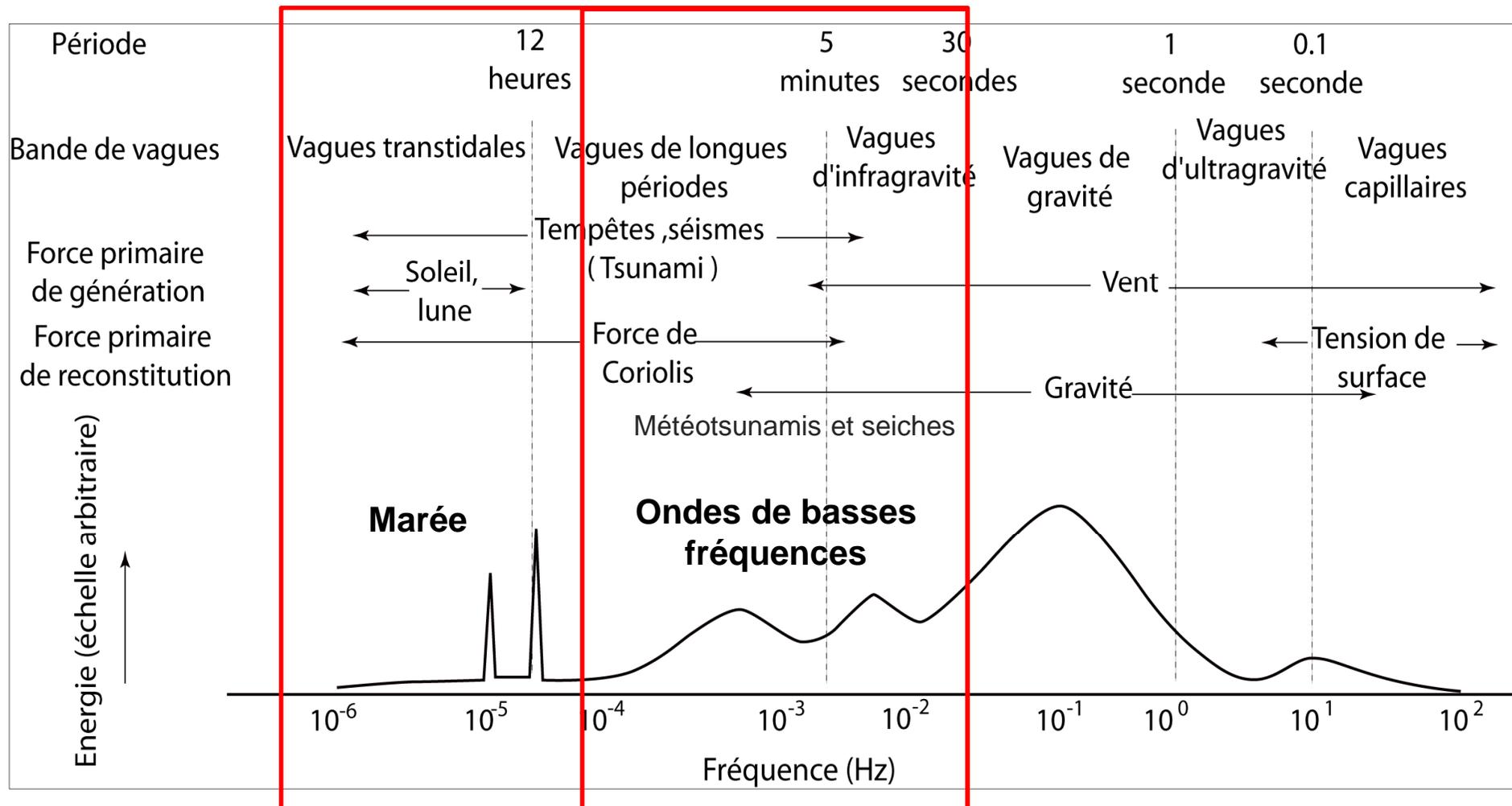
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

LES ONDES MARINES DE BASSES FRÉQUENCES ?



Représentation des énergies existantes dans les vagues de surface (Modifié, d'après Kinsman, 1984)

Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

L'ÉTUDE DES ONDES MARINES DE BASSES FRÉQUENCES SUR LE LITTORAL ALGÉRIEN ?

Avec un linéaire côtier de plus de 1600 km, le littoral algérien est exposé à plusieurs risques côtiers qui sont induits et/ou amplifiés par les ondes marines de basses fréquences. Ces risques concernent surtout :

✓ **L'érosion côtière**

✓ **La submersion marine**

De surcroît, le **faible marnage** rend les côtes microtidales plus sensibles (McLaughlin et Cooper, 2010 ; Mujabar et Chandrasekar, 2013).

Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

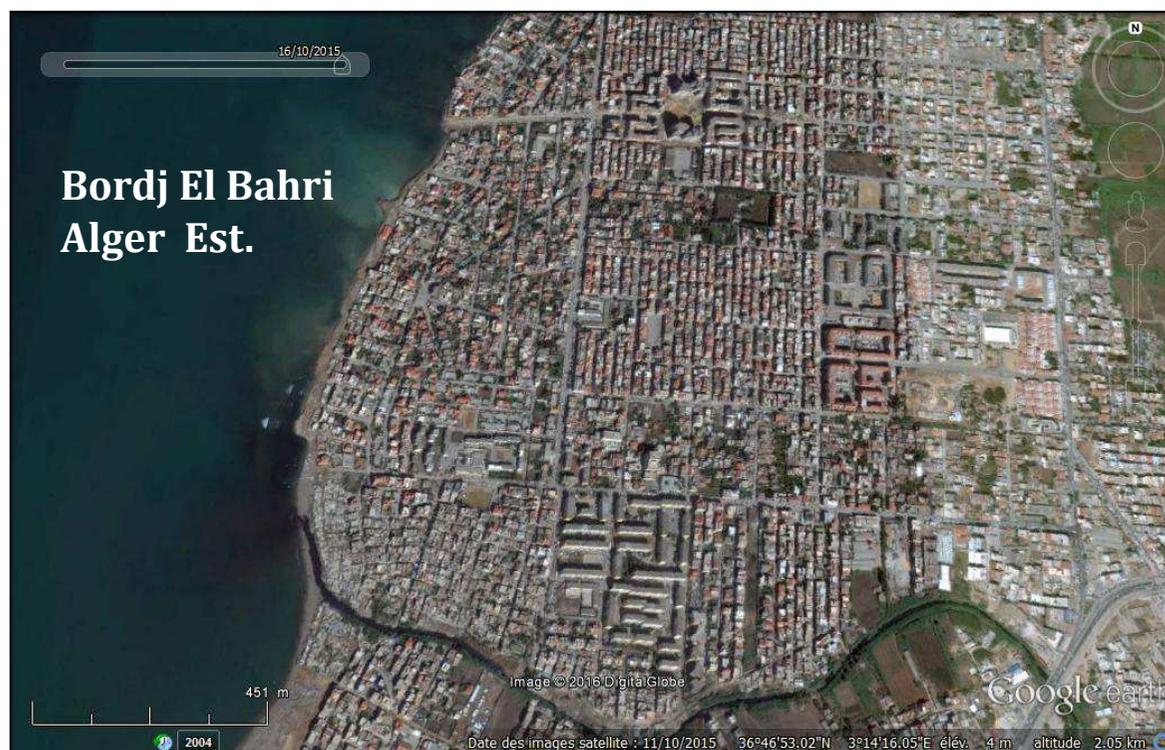
Perspectives de recherches

L'ÉTUDE DES ONDES MARINES DE BASSES FRÉQUENCES SUR LE LITTORAL ALGÉRIEN ?

Ces risques sont accrus par la forte littoralisation observée sur certains littoraux algériens.

Ces occupations concernent, par endroits, des **côtes basses (inondables)**.

La vulnérabilité côtière y est conséquemment plus élevée.



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Erosion côtière

Moins de 1 m au-dessus du niveau de la mer!!

Côte très sensibles aux run up des basses fréquences



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Erosion côtière



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Erosion côtière



Pourquoi les basses
fréquences

Quelques
exemples

Analyse du
niveau de la
mer ?

Exemple d'un
traitement du niveau
de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de
recherches

Erosion côtière

**Effondrement des
falaises (Ain Taya,
Janvier 2012, réseau
RASMER)**

*Pouvant possiblement
engendrer des vagues de
basses fréquences et
conséquemment des run
up potentiellement
dangereux sur les côtes
basses.*



Pourquoi les basses
fréquences

Quelques
exemples

Analyse du
niveau de la
mer ?

Exemple d'un
traitement du niveau
de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de
recherches

Surcote marines (Mardi 09/12/2014, port d'Alger) DPRH Alger

L'ingénierie côtière doit tenir compte des surcotes marines lors du dimensionnement des ouvrages côtiers. Il en est de même pour les décotes marines (accidents portuaires)



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

One dead and three sailors missing in violent storm at Algiers' port

الصحراء

[M. Oudina](#)

11 December, 2014 11:47:00



Three people are missing and a fourth died on Wednesday at Algiers' port, where violent force 9 storm was raging since Tuesday night, said the port company of Algiers (EPAL) adding that significant resources have been made to find missing sailors.

This violent storm, which was the subject of a special weather report (BMS) announcing force 9 winds with a speed of 80 to 100 km/h accompanied by a swell of 9 to 10 meters in the night from Tuesday to Wednesday, required the emergency evacuation of 15 ships threatened by this storm.

Epal said in a statement that "unfortunately, this storm has caused loss of life and property damage." "This is the grounding of the Epal pilot boat with its crew consisting of a pilot boat boss and two sailors, who were surprised by a huge wave of ten meters high".

"These sailors are missing," says EPAL. In addition, "it was recorded the accidental death of a sailor of foreign nationality after he had tried to strengthen the Maltese container ship's mooring lines, adds EPAL.

Transport Minister Amar Ghoual has moved to the scene to attend the Epal missing sailors' research operations. "Research is still underway late Wednesday afternoon," said Mr. Timizar, in charge of communication at Epal. Research is conducted by teams of EPAL and coast guards with their diving teams, and two

helicopters.

To avoid major damage from this storm, steps have been taken, including the decision to evacuate stranded 15 ships docked at the positions exposed before the arrival of the storm and the mobilization of all resources and equipment."

**Pourquoi les basses
fréquences**

**Quelques
exemples**

**Analyse du
niveau de la
mer ?**

**Exemple d'un
traitement du niveau
de la mer (Port d'Alger)**

**Perspectives de
recherches**

**Submersion marine observée lors de la tempête de 2010 (11/09/10)
Port d'El Djamila (source DPRH, Alger)**

Submersion marine



Pourquoi les basses
fréquences

Quelques
exemples

Analyse du
niveau de la
mer ?

Exemple d'un
traitement du niveau
de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de
recherches

**Submersion marine observée lors de la tempête de 2010 (11/09/10)
Port d'El Djamilia (source DPRH, Alger)**



Source : Envoyés spéciaux Algériens

Risques côtiers et niveau de la mer

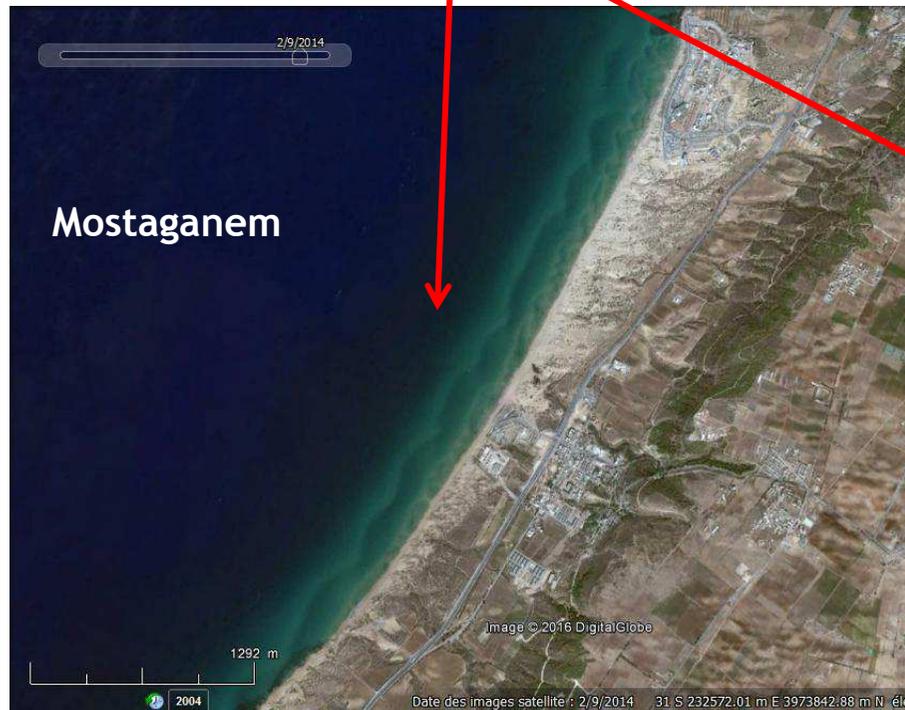
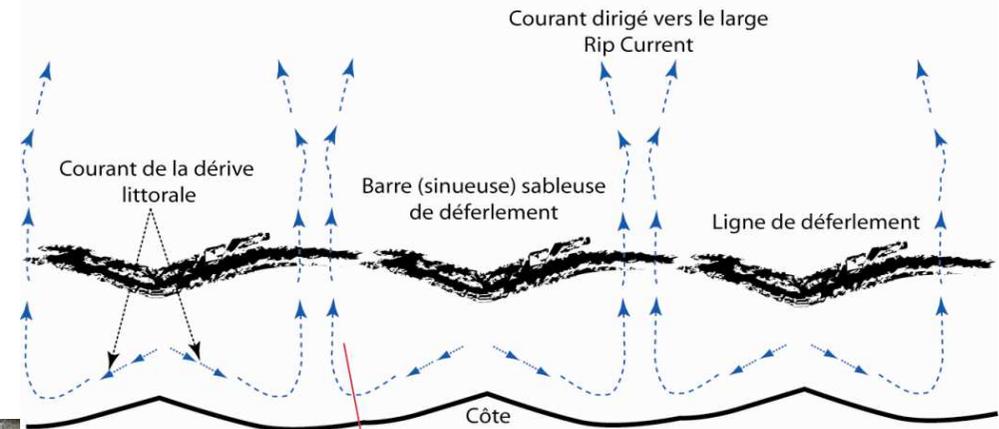
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

ONDES INFRAGRAVITAIRES potentielles *Barres sous-marines et plages intermédiaires*



*Leurs faibles hauteurs rendent difficile leur déferlement dans la zone du nearshore.
Par conséquent, ces vagues peuvent provoquer des run up conséquents sur la côte*

Pourquoi les basses
fréquences

Quelques
exemples

Analyse du
niveau de la
mer ?

Exemple d'un
traitement du niveau
de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de
recherches

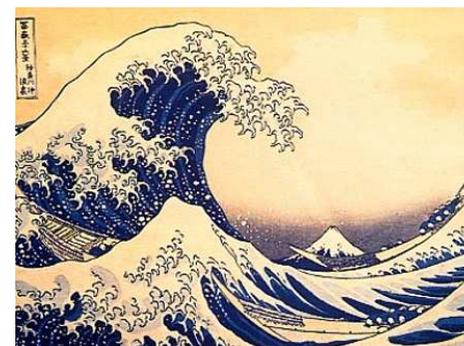
Tsunamis

Le littoral Algérien a connu plusieurs événements de tsunamis dans le passé.

Deux tsunamis ont été rapportés par des témoignages contemporains. Ces deux tsunamis ont été observés en:

❖ 1365 à Alger

❖ 1856 à Jijel



Et le dernier en date est celui qui a été généré suite au séisme de 2003 de Zemmouri.

Durant ce séisme, des vagues de tsunamis d'environ 2 m de hauteur ont été enregistrées sur les côtes des Îles Baléares (notamment).

Pourquoi les basses fréquences

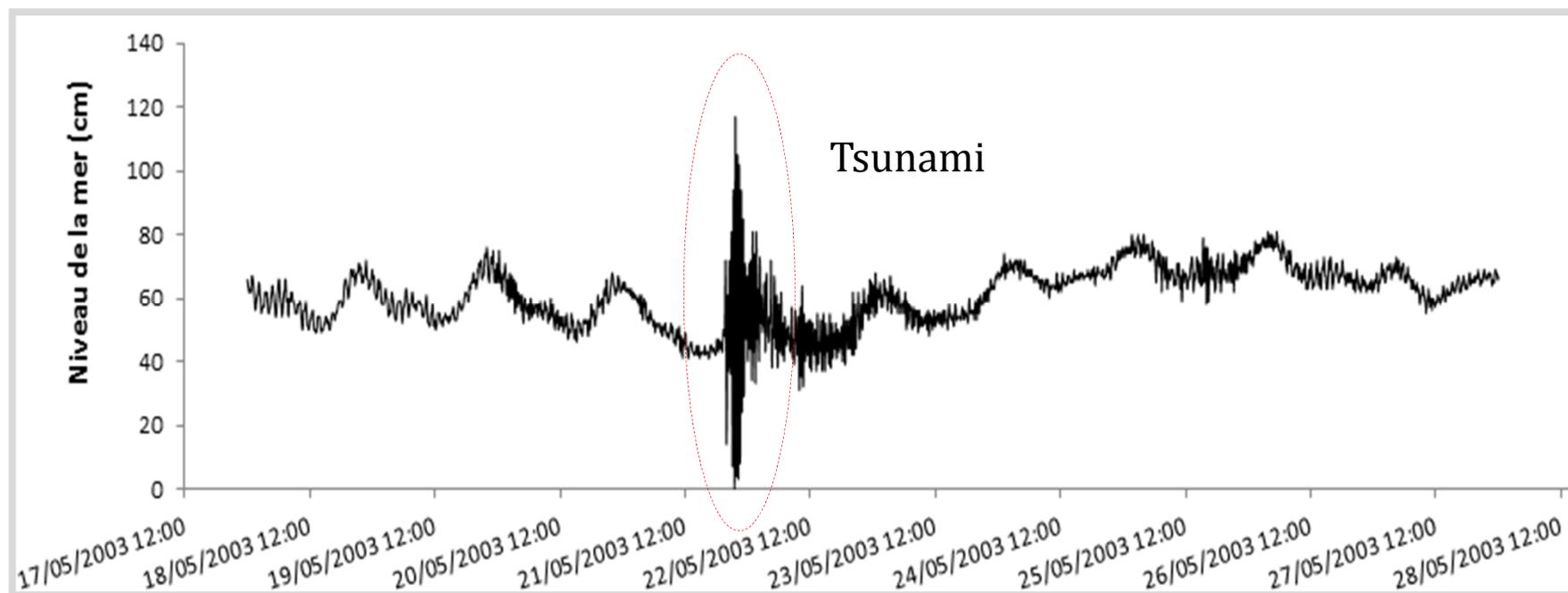
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Tsunamis



Le tsunami généré lors du séisme de Boumerdes (21 mai 2003), Palma De Mallorca, Espagne (Hemdane and Garcia Fernandez, 2013).

Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

EXEMPLE D'UN TRAITEMENT DU NIVEAU DE LA MER (PORT D'ALGER)

L'analyse des oscillations marines de basses fréquences (<0.016 Hz) peut aider à comprendre la dynamique de certains processus côtiers. La donnée transformée en connaissance peut ainsi aider à la réduction du risque et l'aménagement durable des territoires côtiers.

Exemple d'une analyse effectuée sur un signal du niveau de la mer obtenu à l'aide d'un marégraphe numérique au niveau du port d'Alger, lors de la tempête de juillet 2002.

- 1) Analyse spectrale (méthode de Welch)**
- 2) Analyse Temps/Fréquence (spectrogramme)**
- 3) Traitement du signal par filtres pour la détection des ondes extratidales**

Pourquoi les basses fréquences

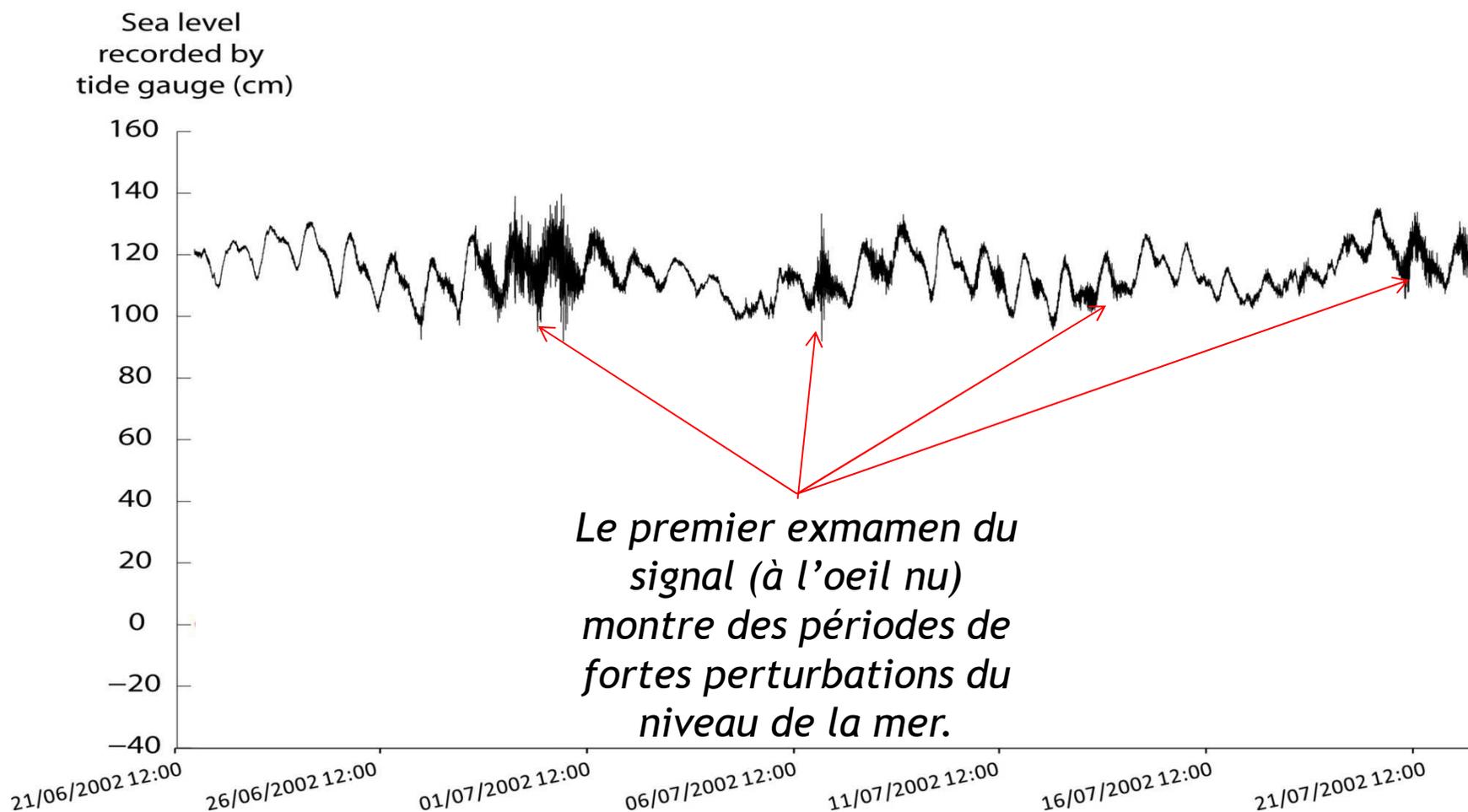
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Perturbation du niveau de la mer observé durant le mois de juillet 2002 (évènement purement météorologique)



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

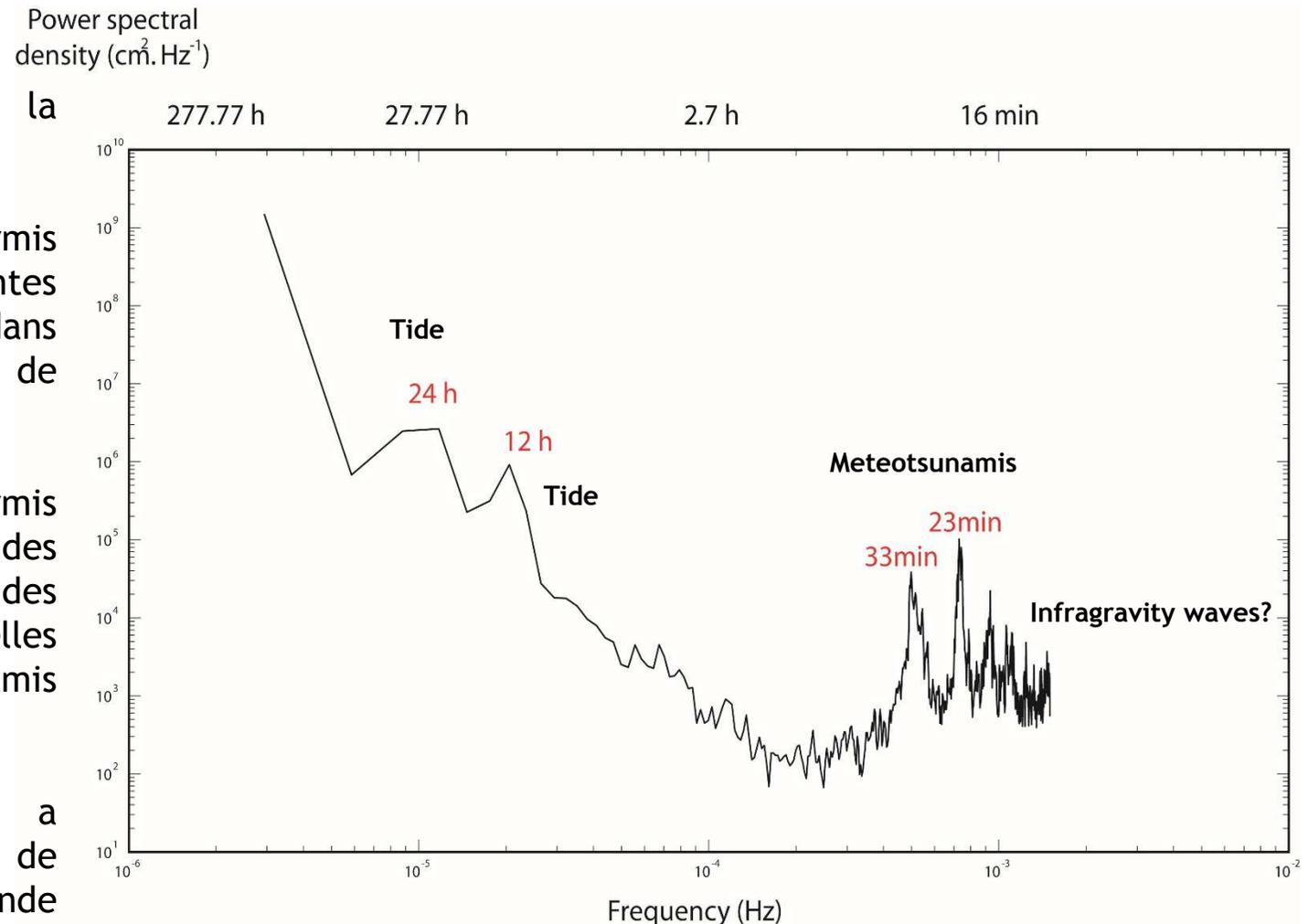
Perturbation du niveau de la mer observé durant le mois de juillet 2002 (évènement non-sismique)

Analyse spectrale par la méthode Welch

Cette méthode a permis d'identifier les différentes fréquences contenues dans le signal global du niveau de la mer.

Elle a surtout permis l'identification des ondes non-tidales qui ont des fréquences similaires à celles des tsunamis (Météotsunamis).

L'analyse spectrale a également montré de potentielles traces d'onde infragravitaires.



Pourquoi les basses fréquences

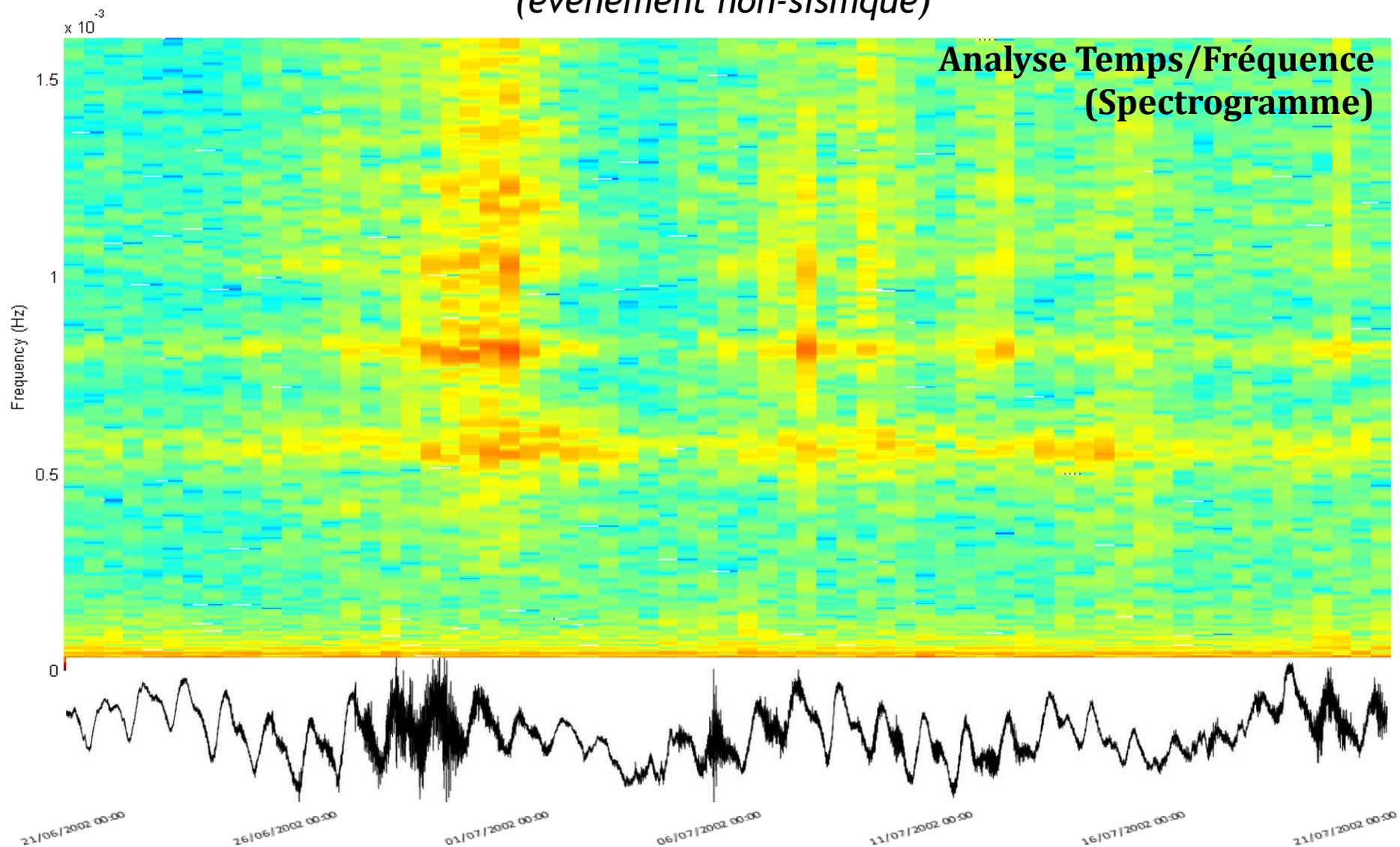
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

*Perturbation du niveau de la mer observé durant le mois de juillet 2002
(évènement non-sismique)*



Pourquoi les basses fréquences

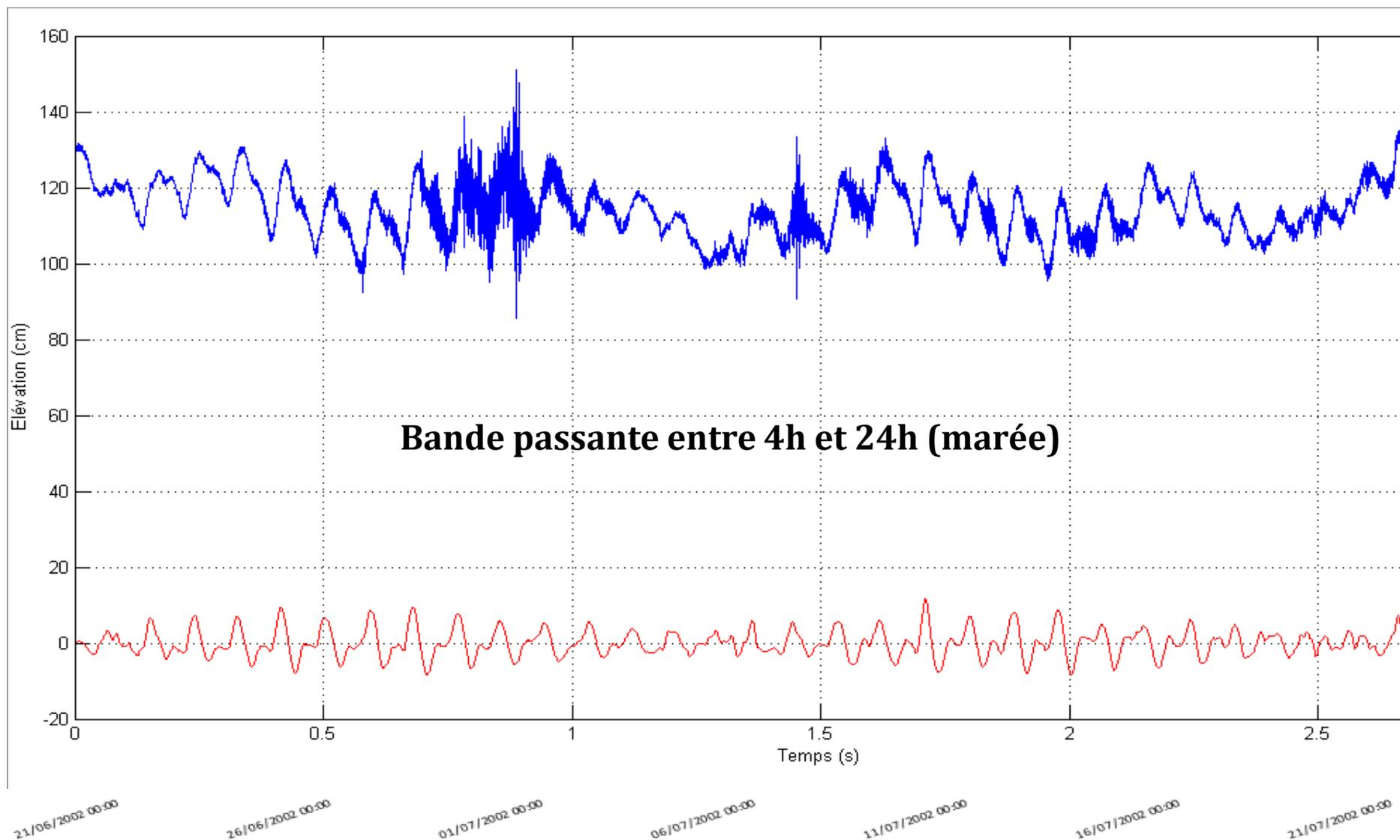
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Traitement du signal par filtres pour la détection des ondes de marée



Pourquoi les basses fréquences

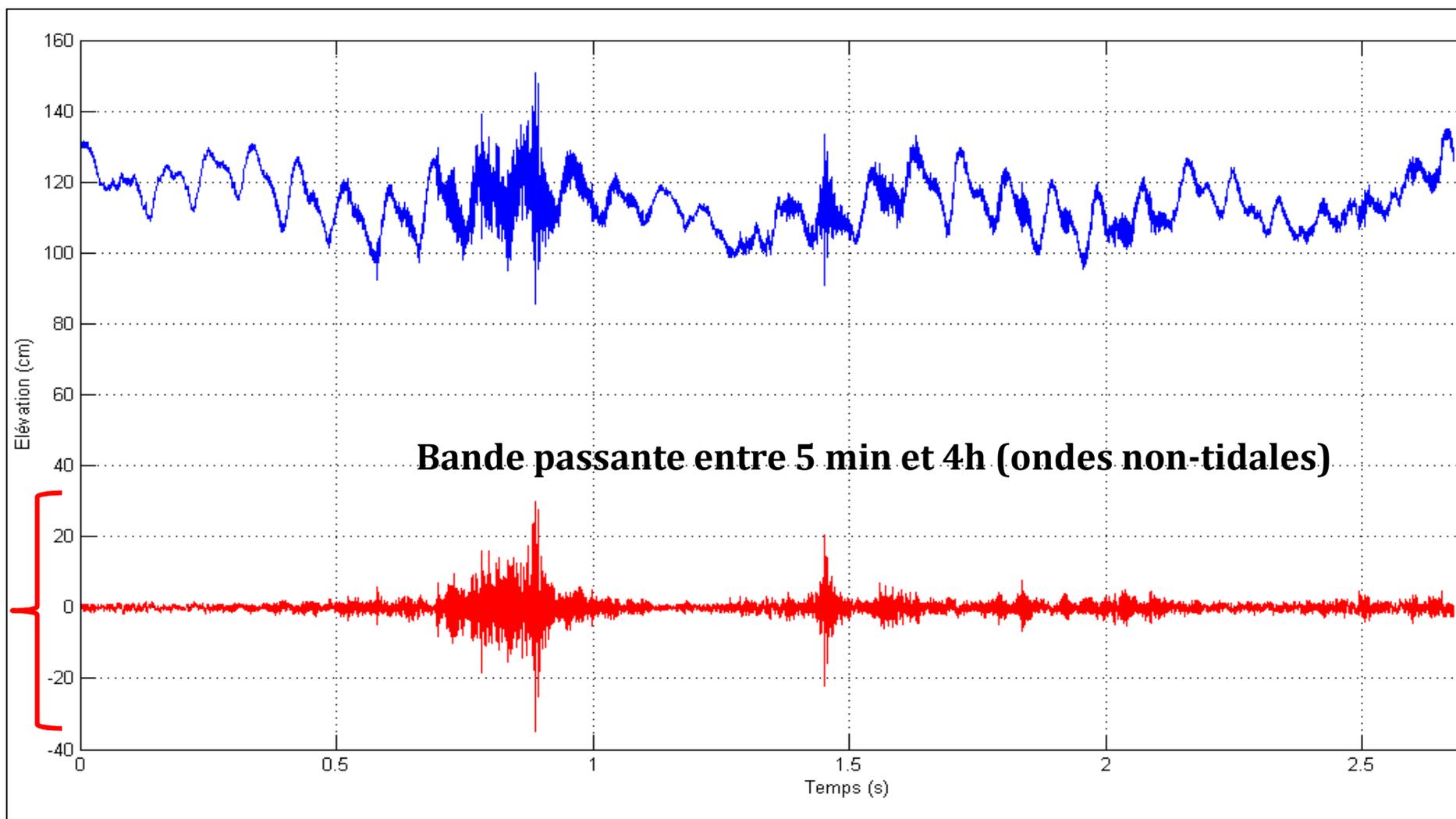
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Traitement du signal par filtres pour la détection des ondes extratidales



21/06/2002 00:00

26/06/2002 00:00

01/07/2002 00:00

06/07/2002 00:00

11/07/2002 00:00

16/07/2002 00:00

21/07/2002 00:00

Pourquoi les basses fréquences

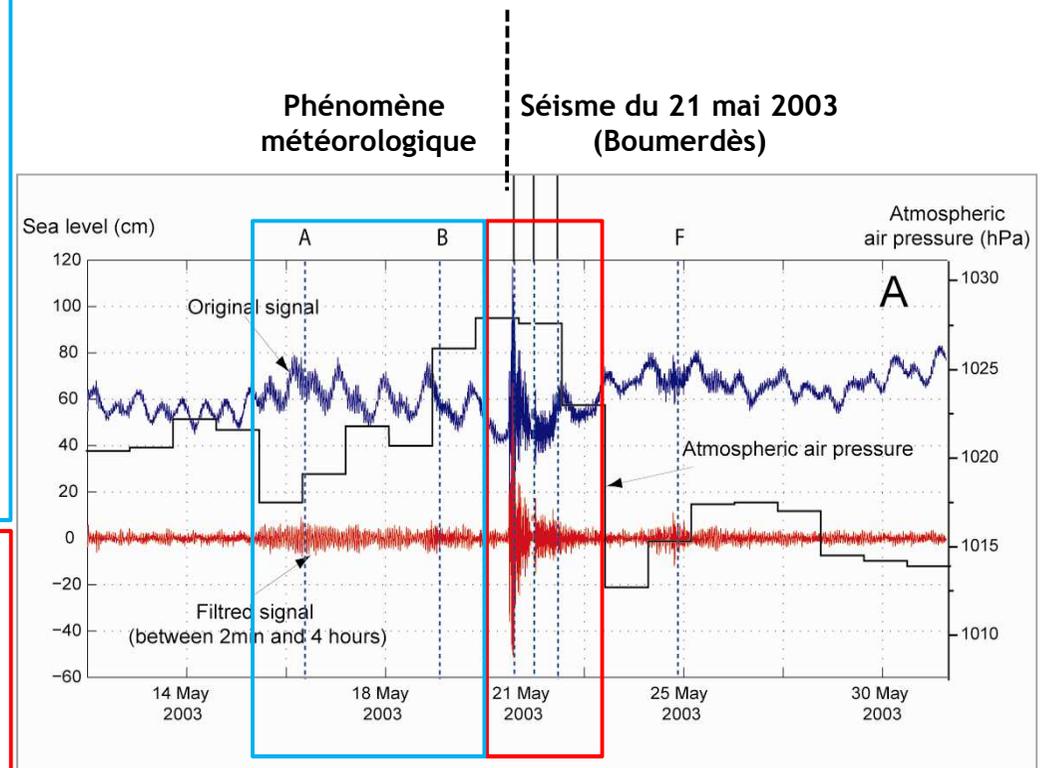
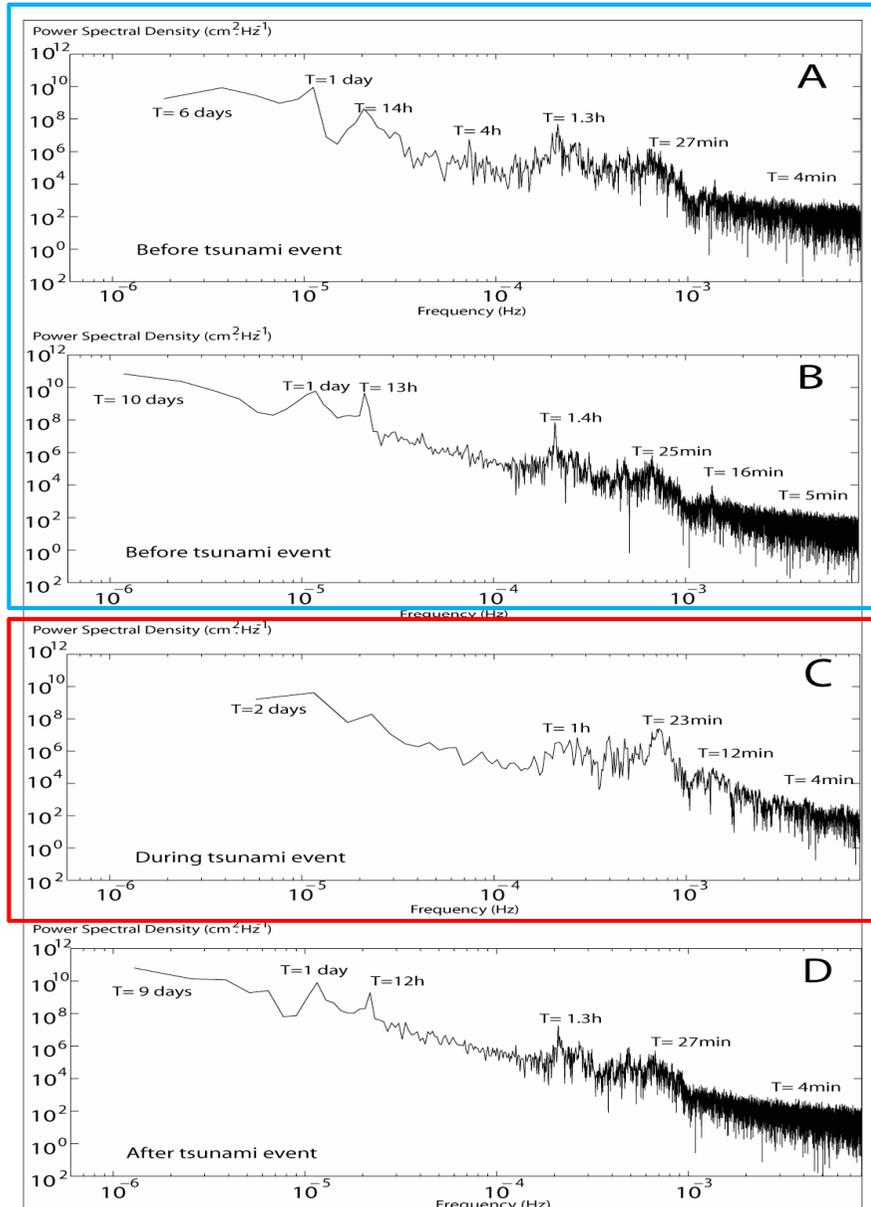
Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Tsunami de Boumerdès 2003, Palma de Majorca (Hemdane et Garcia, 2013)



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

Marégraphes numériques (côte Algérienne)

⊕ Marégraphes en mer ouverte (en projet)



Pourquoi les basses fréquences

Quelques exemples

Analyse du niveau de la mer ?

Exemple d'un traitement du niveau de la mer (Port d'Alger)

Perspectives de recherches

PERSPECTIVES DE RECHERCHE:

- ❖ Etude de la modulation des ondes de basses fréquences entre les eaux peu profondes et la zone du nearshore;
- ❖ Détection de risques de submersion marine à l'aide des méthodes de *data mining* et d'apprentissage;
- ❖ Modélisation des tsunamis anciens et potentiels (sources sismiques) pour l'étude du premier mouvement de la mer arrivant à la côte suite à un tsunami (crête ou creux).

Coastal hazards

Coastal vulnerability

Some cases of coastal hazards

Other coastal problems

The needed Operational Coastal oceanography

Merci pour votre attention