



EVolution à Long terme des Ecosystèmes Côtiers
5-7 décembre 2017 – Campus de l'Université de Bordeaux, Pessac

Soixante-cinq ans de mesures de la température de l'eau de mer en Manche Occidentale, au large de Roscoff. Description, tendance et comparaison avec d'autres sites de la Manche.

Auteurs : T. Cariou¹, E. Breton².

¹ Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, Fédération de Recherche (FR2424), Station Biologique de Roscoff, 29680, Roscoff, France.

² Laboratoire d'Océanologie et Géosciences (LOG), UMR CNRS 8187, Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), 32 av. Foch, 62930 Wimereux, France



Préambule

- Nouveaux développements des traitements des données SOMLIT
- Libérons les données !
- Initier discussions et interactions

Introduction

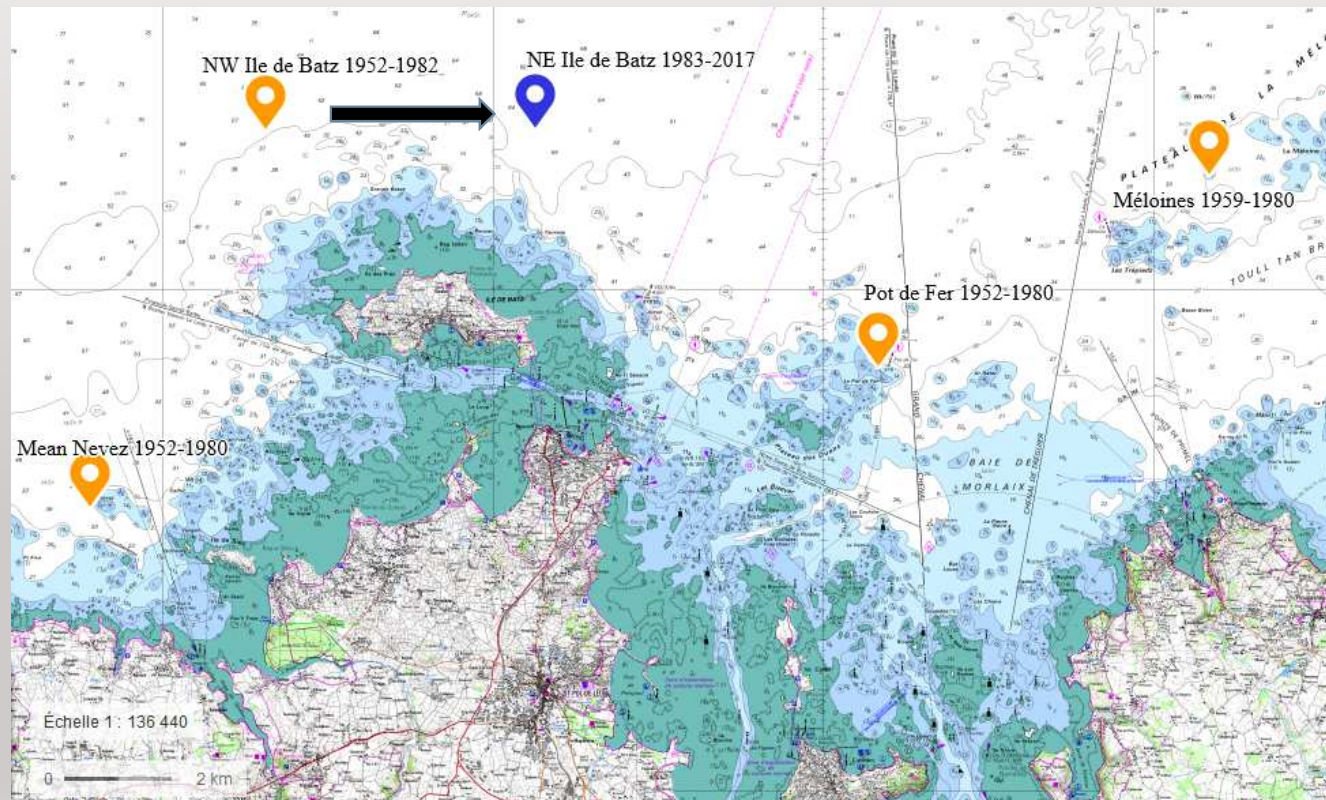
- Séries temporelles: une ancienne tradition en Océanographie
- Origine: demandes gouvernementales et sociétales = gestion halieutique pour la pêche,... Avec le temps, les objectifs ont changé et l'océanographie a pris le relais (étude du climat et des écosystèmes)
- Données: A l'origine, la température et la salinité de l'eau de mer étaient principalement mesurées...
- Exemples de séries temporelles anciennes:
 - CalCoFi: California Cooperative Fisheries Investigator débute en 1949 étude de la baisse de la population de sardines au large de la Californie
 - E1 Time series Marine Biological Association Plymouth: 1903, 1ere station du transect effectué entre Plymouth et Ouessant
- Actuellement ... SOMLIT entre autres

1952-2017: 65 ans de mesures de paramètres hydrologiques au large de Roscoff

- Série temporelle débutée en 1952 par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (ISTPM antenne SBR)
- Plusieurs points de mesures

Cartographie des prélèvements

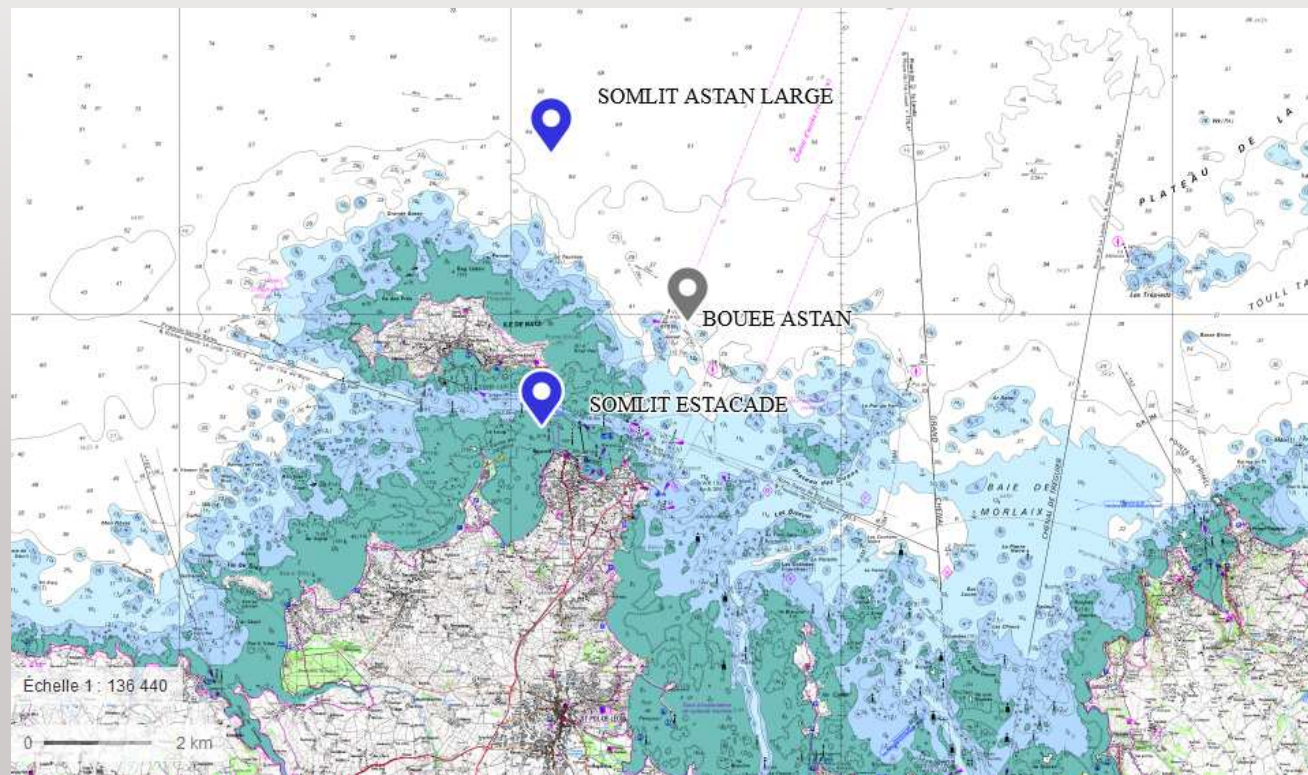
Evolution de 1952 à nos jours



Mesures mensuelles
pour les premiers
points puis
bimensuelles à partir
de 1981 au seul point
NW Ile de Batz

Cartographie des prélèvements

Evolution de 1952 à nos jours

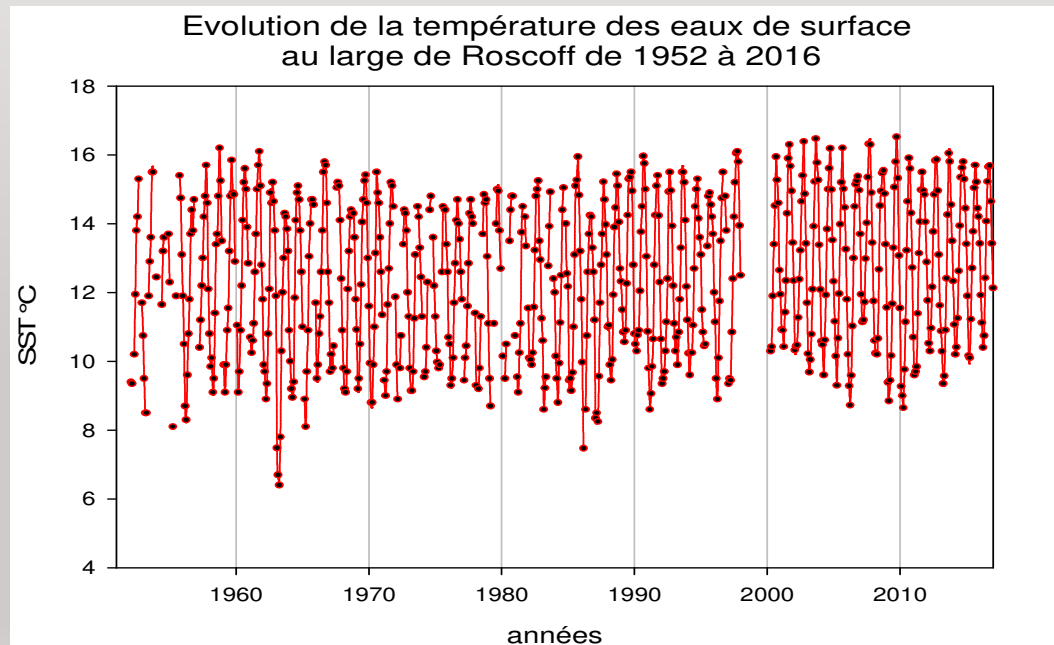


- 1983-1997 : point unique NE Ile de Batz
- 1997 : SOMLIT Estacade
- 2000 : SOMLIT large (*appelé aussi Astan large*)= point NE Ile de Batz

Situation actuelle (sans les autres points de suivis biologiques)

1952-2017: 65 ans de mesures de paramètres hydrologiques au large de Roscoff

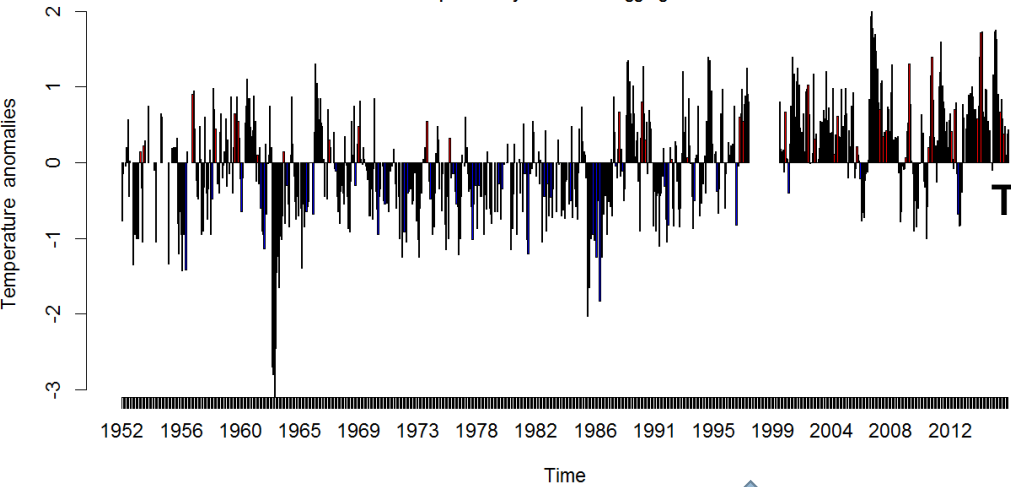
- Paramètres mesurés : température et salinité en surface et au fond
- Tests réalisés sur la température des eaux de surface dans un premier temps



Représentation graphique de la série temporelle : anomalies de température

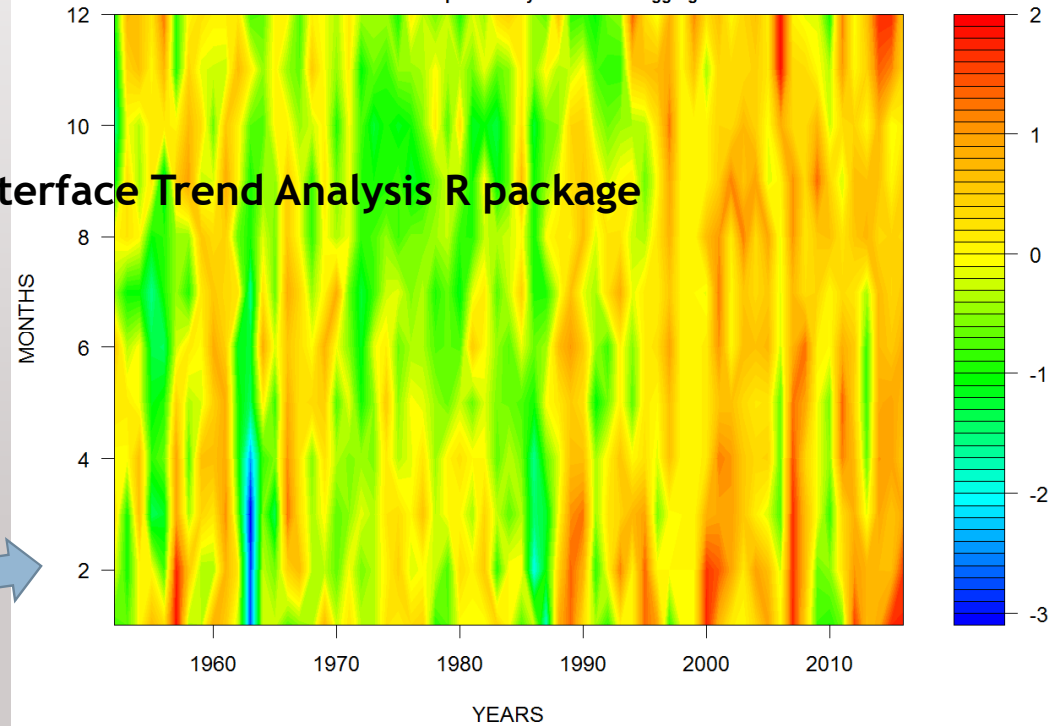
Time series anomaly of Temperature

Categorical factor(s): time series
Time step: Monthly Method of aggregation: Mean

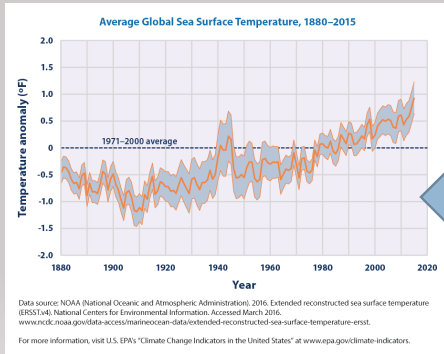


Time series anomaly of Temperature

Categorical factor(s): time series
Time step: Monthly Method of aggregation: Mean



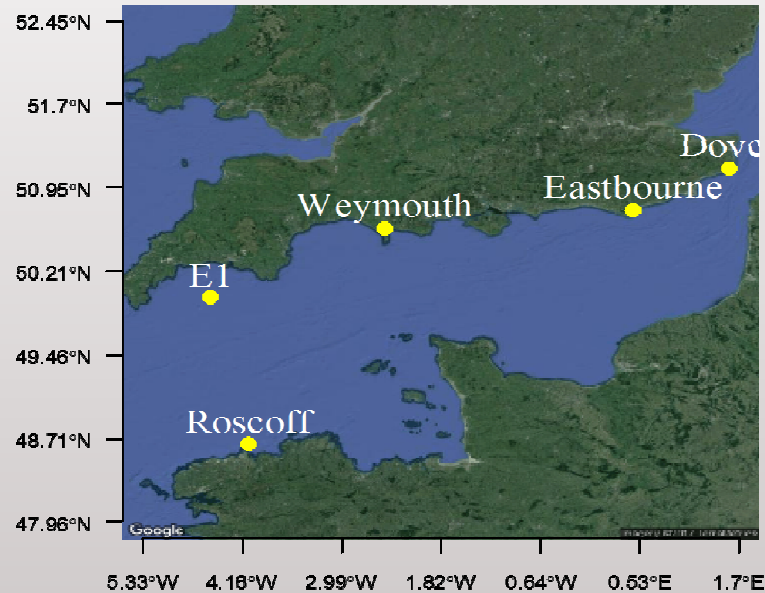
TTA Interface Trend Analysis R package



Roscoff

Global

Ensemble des séries temporelles utilisées



Station	Source	Latitude / Longitude	period	% missing data
Dover	District Council and Cefas	51.116N 1.350E	1952-2012	4,51
Eastbourne	Borough Council	50.766N 0.300E	1949-2012	0,00
Weymouth	Cefas	50.616N 2.450W	1966-2012	3,72
Plymouth-E1	Western Channel Observatory	50.033N 4.367W	1949-2016	39,85
Roscoff	SOMLIT	48.778N 3.937W	1952-2016	11,15

Méthodologie et définitions

Série temporelle $Y_t = S_t + T_t + E_t$: Saisonnalité + Tendance + Reste (erreurs, irrégularités ...)

La tendance = ensemble des variations d'une série temporelle lorsque S_t et E_t sont retirés

(Attention cycle \neq saisonnalité; période non fixe et > 2 ans)

STL DECOMPOSITION Seasonal and Trend decomposition using Loess (locally weighted scatterplot smoother, méthode de régression non paramétrique, estime les relations non linéaires)

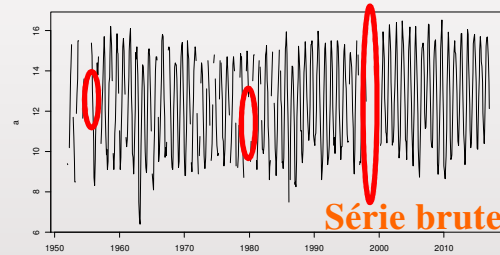
STL DECOMPOSITION : méthode robuste et applicable dans de nombreux domaines pour la décomposition de séries temporelles

Test de Mann-Kendall modifié: test non-paramétrique permettant de déterminer s'il existe une tendance monotonique après correction de l'autocorrélation potentielle des séries

Pente de Sen : équivalent non paramétrique de la pente classique (linéaire); Adaptée aux séries temporelles car intègre les fortes variations et valeurs potentiellement aberrantes qui ne sont pas prises en compte

Méthodologie

1- Mensualisation+Inspection graphique



X5

2- Traitement des données manquantes =Filtre Kalman (Kalman 1961)



X5

3- Ajustement saisonnier =Méthode STL avec saisonnalité modulable



X5

4- Test de tendance monotonique =Test Mann-Kendall modifié → Tendance (Hamed & Rao 1998)

-Valeur de p corrigée de l'autocorrélation

-Pente de Sen

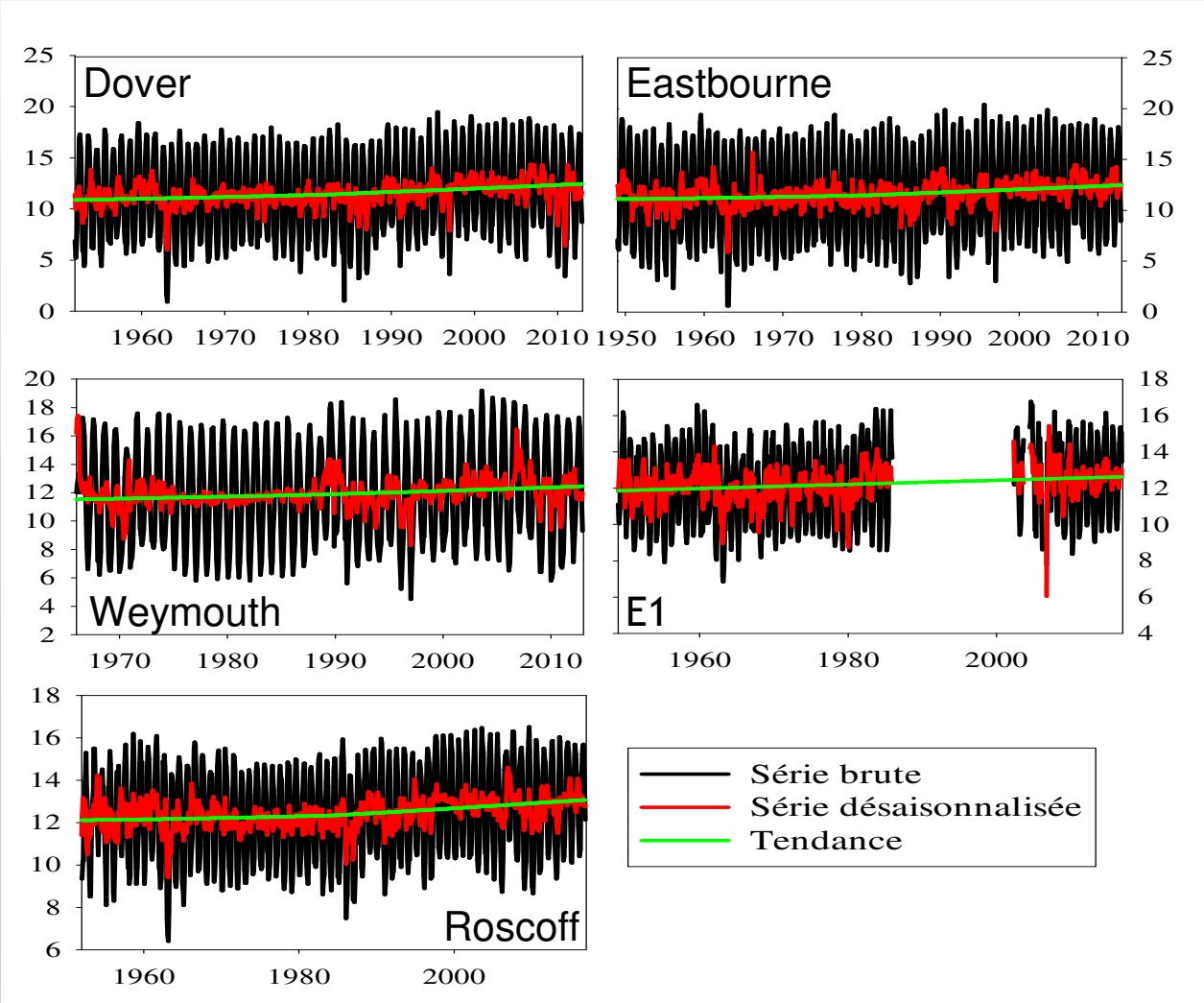
5- Test de parallélisme de tendances

X1

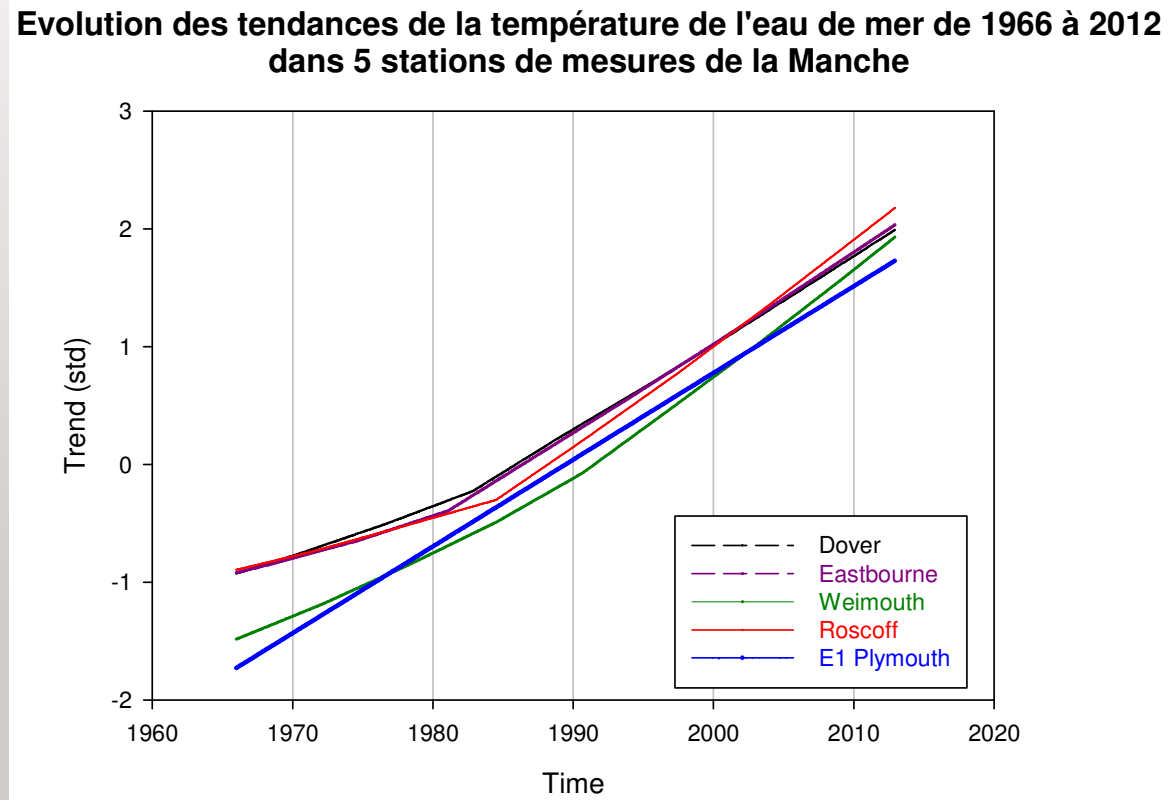
=Test non paramétrique d'égalité de courbes sur la base d'estimateurs de variance (Wang & Ye 2010)

Résultats

Représentation graphique de la tendance pour les 5 stations étudiées



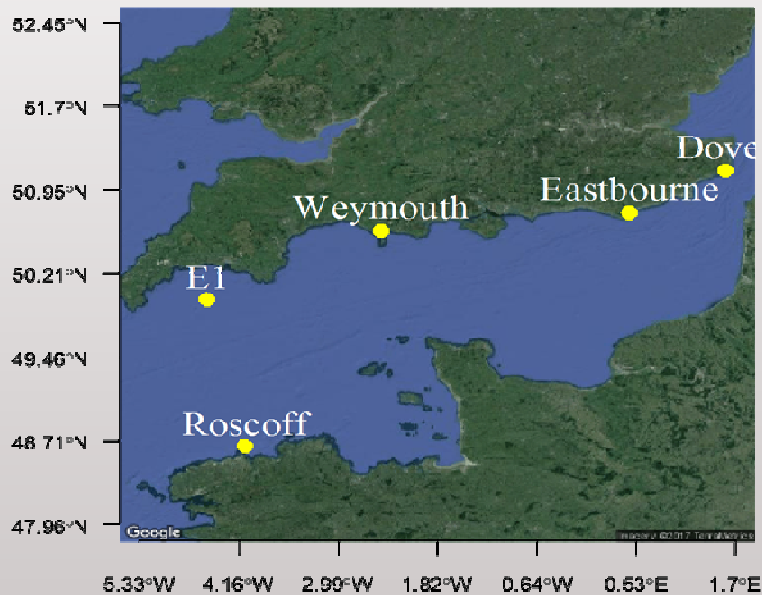
Résultats : comparaison des tendances des séries temporelles étudiées



Période commune: 1966-2012 (47 ans)

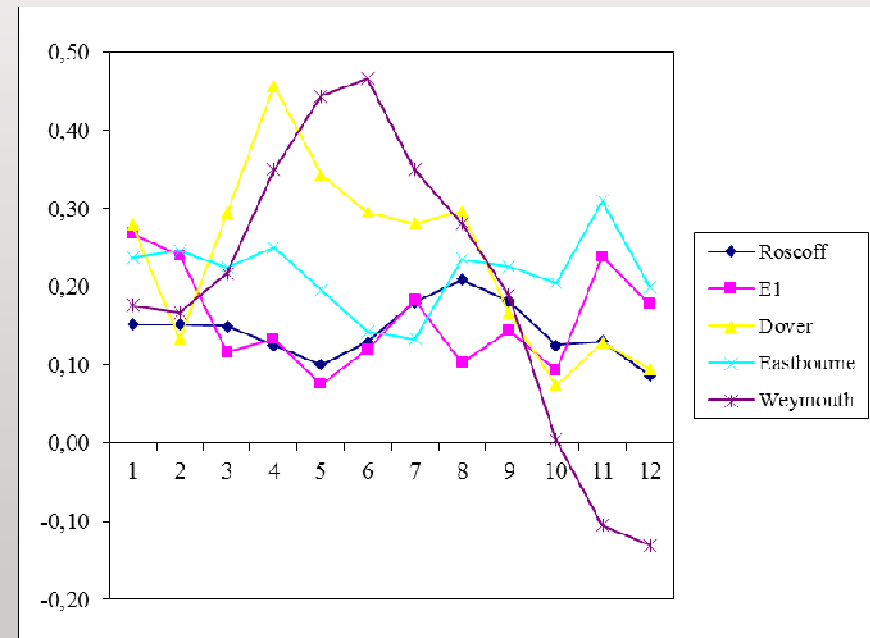
Null hypothesis: there is no difference between the 5 curves. $T = 0.03242$ $p\text{-value} = 0.004975$

Résultats : saisonnalité des tendances



2 stations (Dover et Weymouth) avec forte saisonnalité = tendance forte printemps-été

3 stations avec saisonnalité moins marquée



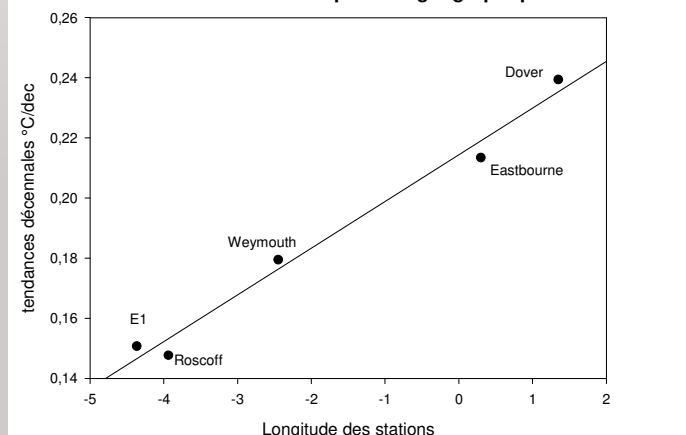
Tendances décennales suivant les mois de l'année

Résultats : valeurs des pentes de Sen

- Valeurs des tendances décennales

	LAT	LON	Zc	p-value	Tau	Sen' slope	warming (°C/decade)	
Dover	51,116	1,350	3,902963	9,5E-05	0,275	0,001995	0,24	
Eastbourne	50,766	0,300	4,484361	7,3E-06	0,260	0,001779	0,21	
Weymouth	50,616	-2,450	2,729626	6,3E-03	0,211	0,001496	0,18	
E1	50,033	-4,367	3,112576	1,9E-03	0,184	0,001256	0,15	
Roscoff	48,778	-3,938	3,107098	1,9E-03	0,265	0,001231	0,15	
							0,19	moyenne globale
							0,04	écart-type

Valeurs des tendances décennales de 5 stations marines de la Manche en fonction de leur position géographique



Valeurs des tendances décennales en fonction de la répartition géographique des stations

L'augmentation décennale depuis 1966 (période commune) est de $0,15^{\circ}\text{C}\cdot\text{dec}^{-1}$ à Roscoff et Plymouth.

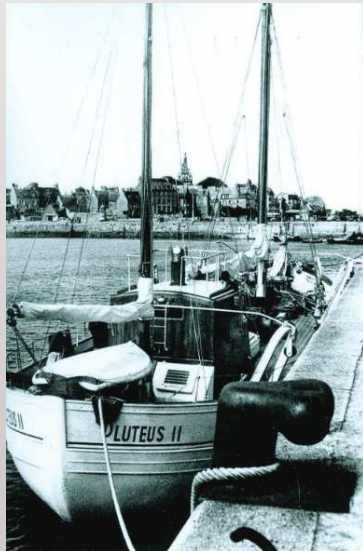
Valeur moyenne globale de l'augmentation = $0,19 \pm 0,04^{\circ}\text{C}\cdot\text{dec}^{-1}$.
 IPCC 2013, pour les eaux côtières = $0,18^{\circ}\text{C}\cdot\text{dec}^{-1}$

Ces tendances augmentent d'Ouest en Est.

Conclusions

- Validation des observations
- Augmentation décennale à Roscoff = $0,15^{\circ}\text{C.dec}^{-1}$ vs augmentation moyenne décennale sur la Manche (5 stations étudiées) = $0,19^{\circ}\text{C.dec}^{-1}$
- L'augmentation multi-décennale semble suivre une répartition géographique : plus important en Manche Orientale qu'Occidentale
- D'un point de vue général : On observe au niveau mondial, une augmentation moyenne de la température des eaux côtières de $0,18^{\circ}/\text{dec.}$ et $0,11^{\circ}\text{C}/\text{dec.}$ de l'océan global (couche des 75 m, 1970-2010) (IPCC, 2013)
- Cas du Golfe de Gascogne (Costoya et al, 2015) : Réchauffement peut-être principalement dû à une augmentation de la durée de la saison chaude plus qu'à des étés plus chauds ou hivers moins froids : la période de réchauffement des eaux auraient augmenté d'un mois en 30 ans avec notamment des épisodes plus chauds au printemps et en automne.
- Utilisation d'autres outils, notamment dans le domaine fréquentiel

Remerciements



Remerciements pour la contribution de tant de personnes depuis tant d'années : L. Faure, T. Guéguen, J. Audouin, A. Campillo, R. Fouilland, G. de Kergariou, M. Légise, W. Desprez, F. Fallourd, G. Raguénés, D. Latrouite, J.C. Dauvin, M. Joncourt, J.L. Birrien, C. Conq, J.C. Lorgeré, E. Macé, P. Morin, M. Vernet, M. Latimier... et l'ensemble des équipages de la Station Biologique de Roscoff

