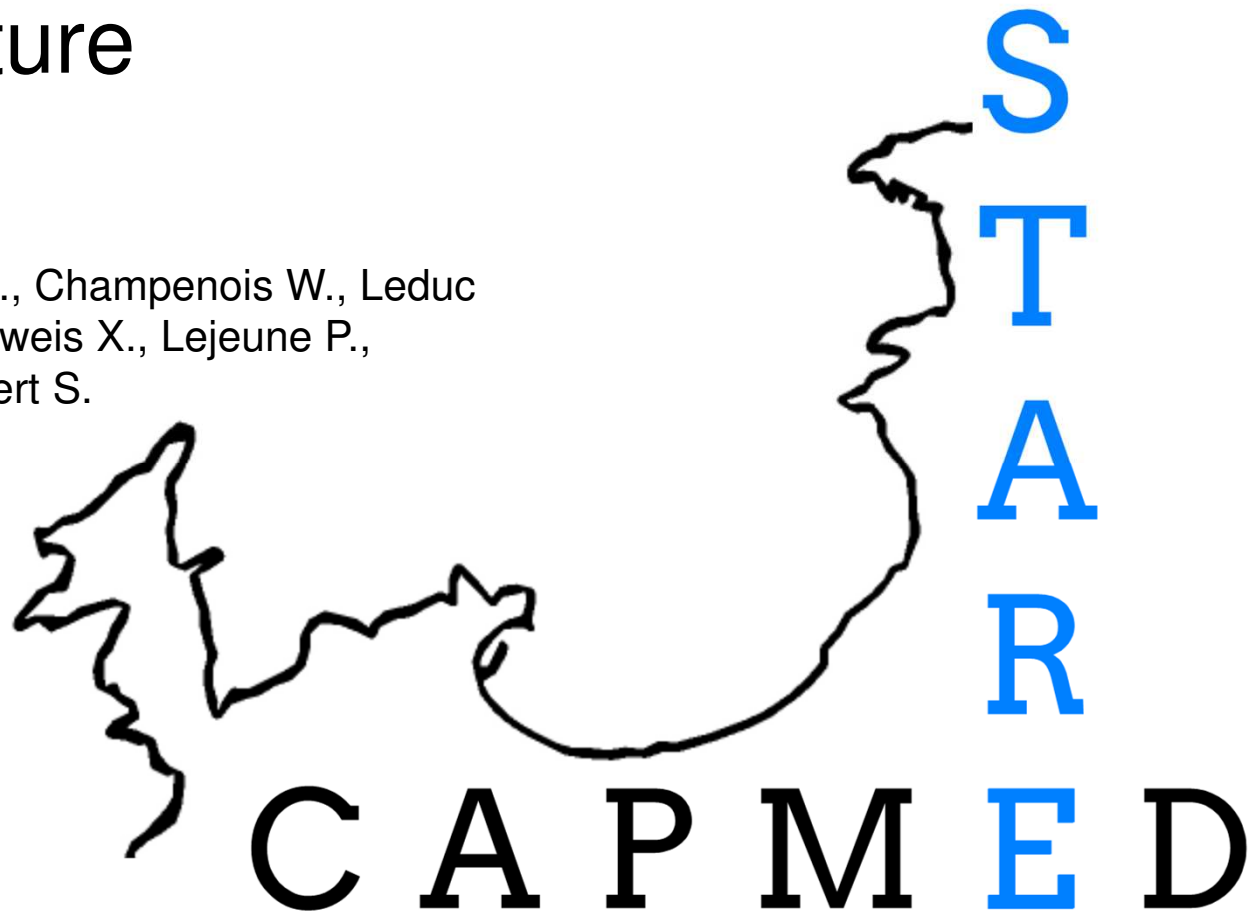


# Etude des séries temporelles : exemple de la température de l'eau

Richir J., Borges A., Champenois W., Leduc  
M., Binard M., Fettweis X., Lejeune P.,  
Boissery P. & Gobert S.

09-04-2018,  
Stareso



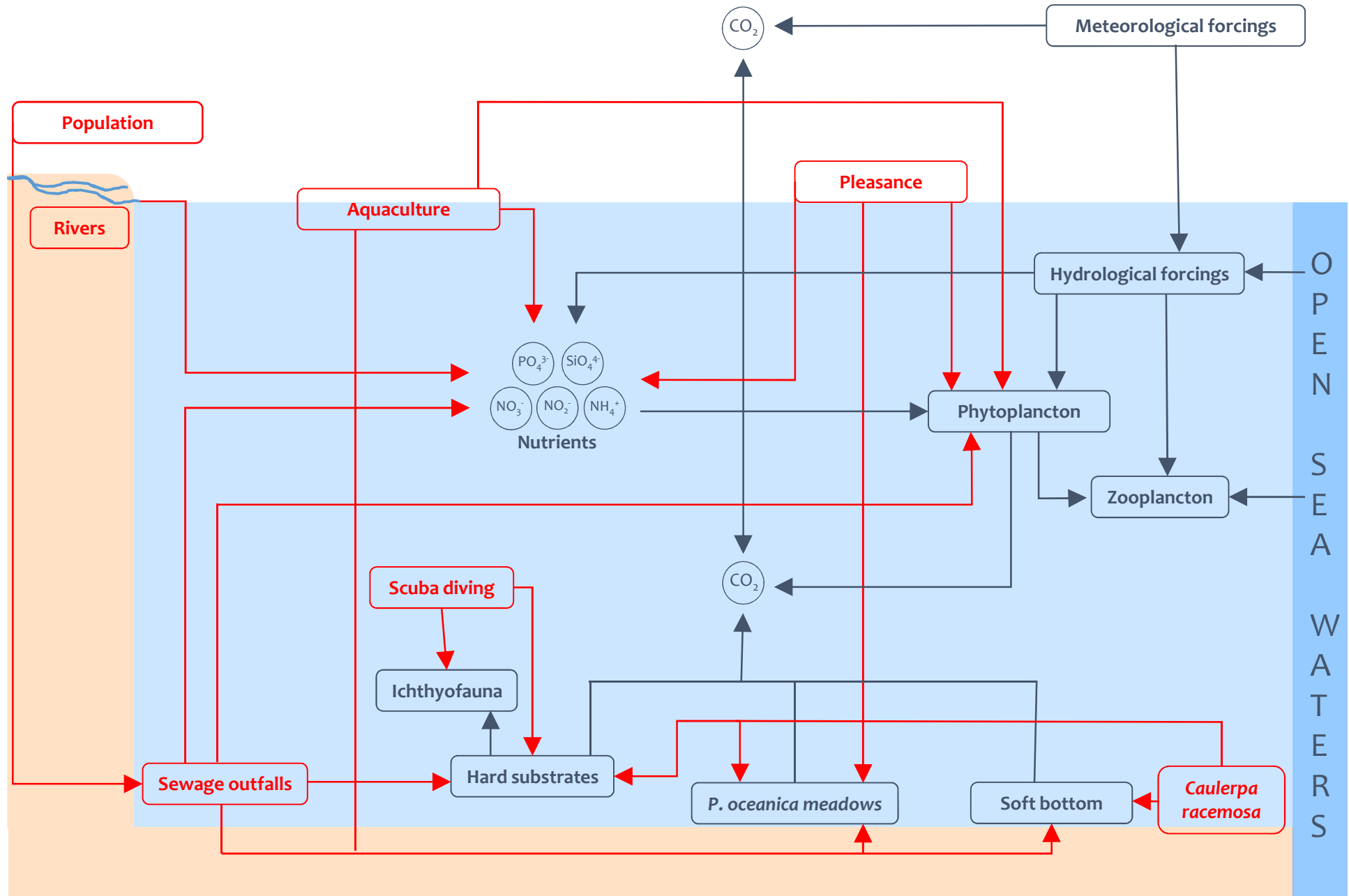
# STation de REference – la Baie de Calvi

La Baie de Calvi rassemble tous les écosystèmes caractéristiques du littoral méditerranéen.

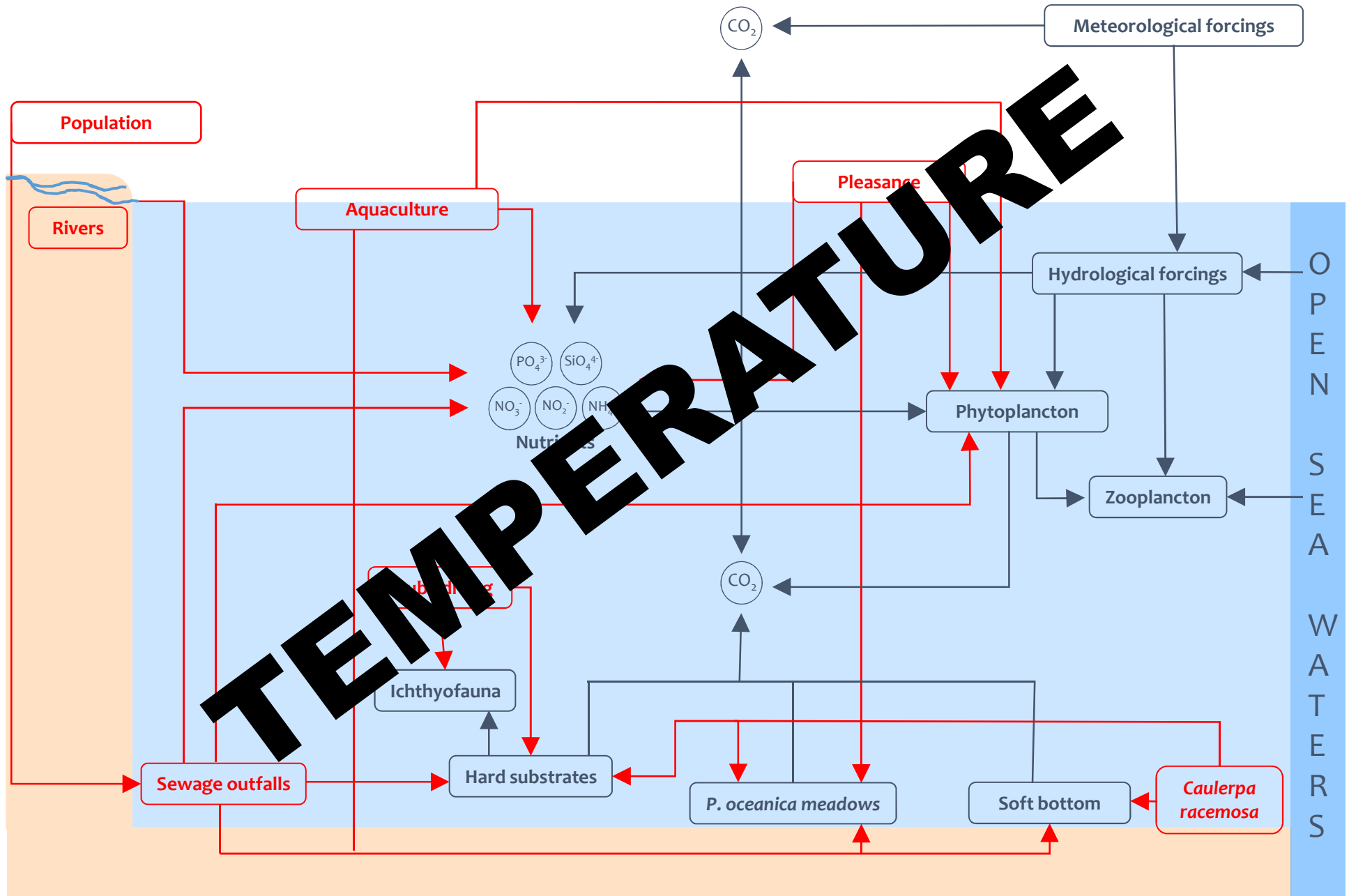


- Processus fondamentaux operant en Baie de Calvi.

- **Stresseurs.**

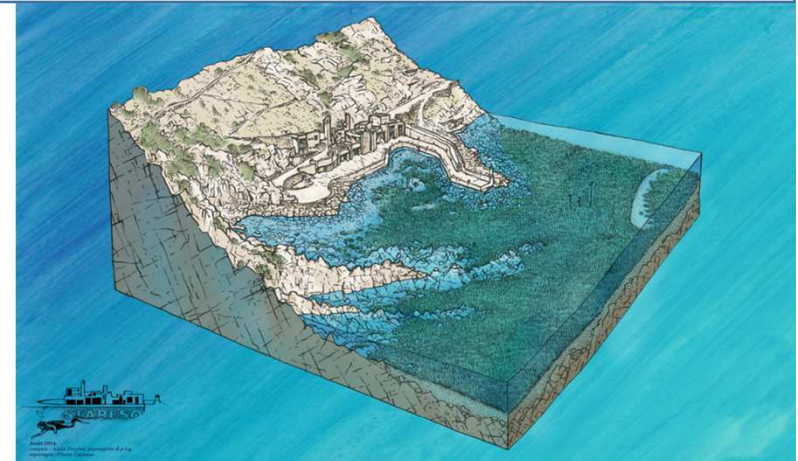


- Processus fondamentaux operant en Baie de Calvi.
- Stresseurs.



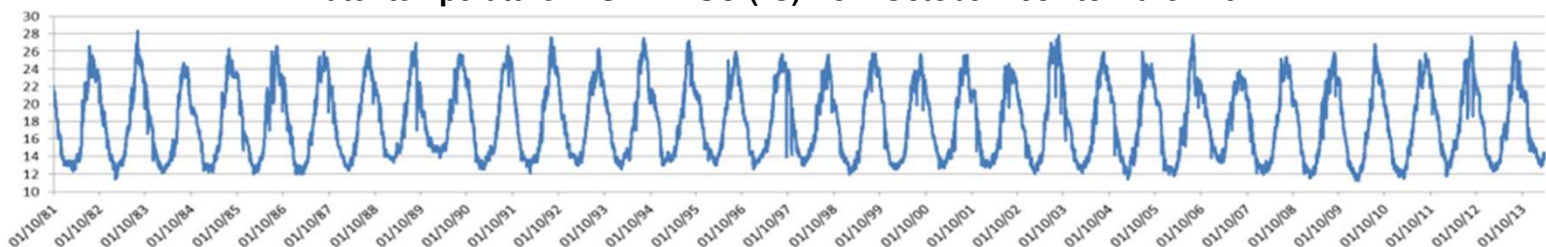
# STARECAPMED - STARESO

- ▶ La Station STARESO est un outil unique dans un site naturel préservé.
- ▶ La Station archive des données environnementales depuis des décennies.

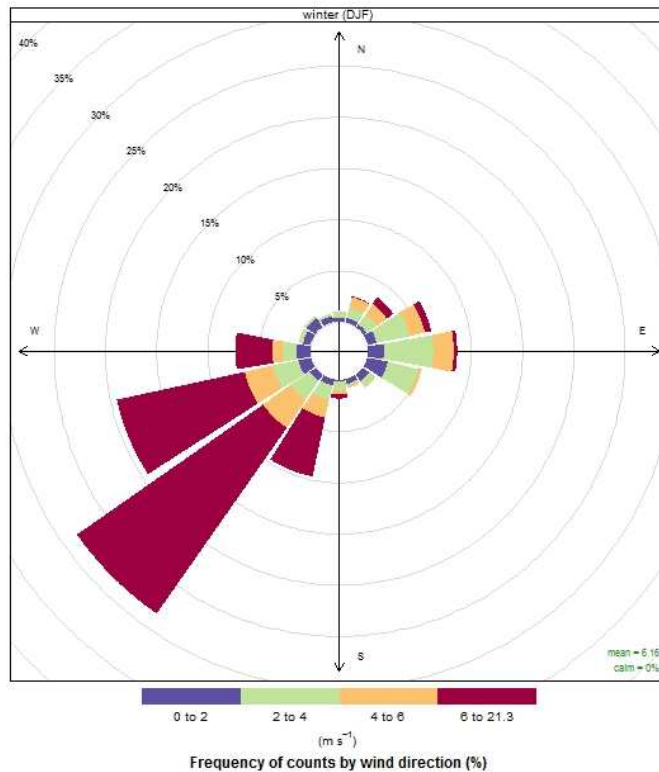


DATA ACQUISITION

Water temperature in STARESO (°C) from October 1981 to March 2014



# DATABASE RACE



Query - race\_db\_v2 sur race@10.16.8.17 : 5432 \*

Fichier Édition Requetes Favoris Macros Affichage Aide

Éditeur SQL Constructeur graphique de requêtes

Requetes precedentes

```

8 from
9 (SELECT
10   data_an.daytime,
11   timeseries.tssta_codesta,
12   timeseries.depth,
13   data_an.datavalue as speed,
14   cast(NULL as real) as direction /* cela reste vide */
15 FROM
16   public.data_an,
17   public.timeseries

```

Panneau sortie

Sortie de données Expliquer (Explain) Messages Historique

	my_ye	my_i	my_i	tssta_c	depth	max_sp	min_sp	avg_spe	nb_vale	max_re	min_d	avg_direc	nb_valeu
	double	doub	dou	charac	real	real	real	numeric	bigint	real	real	numeric	bigint
1	1996	10	10	AN004	21	16.21	3.42	12.814	49	331	274	296.334	49
2	1996	10	11	AN004	21	9.53	1.1	4.343	144	315	14	302.962	144
3	1996	10	12	AN004	21	9.53	1.1	4.409	144	359	1	298.663	144
4	1996	10	13	AN004	21	9.53	1.1	5.441	144	307	191	248.982	144
5	1996	10	14	AN004	21	7.78	1.1	4.180	144	295	2	100.893	144
6	1996	10	15	AN004	21	11.27	1.1	4.271	144	355	2	327.843	144
7	1996	10	16	AN004	21	23.19	3.72	14.592	144	306	228	249.180	144
8	1996	10	17	AN004	21	19.7	1.1	10.708	144	356	128	261.703	144
9	1996	10	18	AN004	21	9.82	1.1	3.558	144	346	2	228.530	144
10	1996	10	19	AN004	21	10.98	1.39	5.769	144	225	94	144.188	144
11	1996	10	20	AN004	21	11.85	1.1	4.414	144	176	30	114.391	144

OK. Unix Ligne 2, Col 1, Caract. 8 234 lignes. 1047 ms

QGIS 2.4.0-Chugiak - calvi\_exemple\_view

Projet Éditer Vue Couche Préférences Extension Vecteur Raster Base de donnée Internet Traitements Aide

Parcourir

- MSSQL
- Oracle
- PostGIS
- Spatialite
- rws

Couches

- carto\_ext
- s012915\_viewmaster\_number ...
- s012915\_viewmaster\_number ...

Départ

DATABASE RACE



<https://www.r-project.org/>  
<https://www.rstudio.com/>

## **The R Project**

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

## **RStudio**

RStudio makes R easier to use.



<https://www.r-project.org/>

<https://www.rstudio.com/>

The R Project

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

RStudio

RStudio makes R easier to use.

**REPRODUCIBLE  
SCIENCE**





C:/Users/ULG/ULiege/RStudio/RACE/Temp\_air vs water - RStudio

File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help

Go to file/function Addins

```
112
113 # table du pas (delta t, en min) d'enregistrement de la température pour
114 # chaque "bloc" de données sauvées de la station NEW03
115 table(meta...
116 # graphe évolution de la temp de l'eau à la station NEW03 + temp de l'eau à
117 # la station INST1
118 plot(tempNEW03$temperature, type = "l", x = tempNEW03$daytime, ylab = "water
119 temp. (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at
120 station 'NEW03'")
121 lines(tempINST1$temperature, type = "l", x = tempINST1$daytime, ylab = "water
122 temp. (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at station
123 'INST1'", col = "red")
124 # graphe évolution de la temp de l'eau à la station NEW03 + temp de l'eau à la sta
125 tion INST1
126 plot(tempNEW03$temperature, type = "l", x = tempNEW03$daytime, ylab = "water temp.
127 (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at station 'NEW03' (re
128 d) and 'INST1' (black)", col = "red")
129 > lines(tempINST1$temperature, type = "l", x = tempINST1$daytime)
```

**1 - Code Editor**

Environment History Connections

Object	Class
con	Formal class PostgreSQLConnection
drv	Formal class PostgreSQLDriver
metadata	list of 19 elements: File, Tables
tempINST1	time series of length 163646
tempNEW03	163646 obs. of 6 variables

Values

today 2018-04-30

Files Plots Packages Help Viewer

Zoom Export Publish

**3 - Workspace and History**

Evolution of water temperature at station 'NEW03' (red) and 'INST1' (black)

**4 - Plots and files**

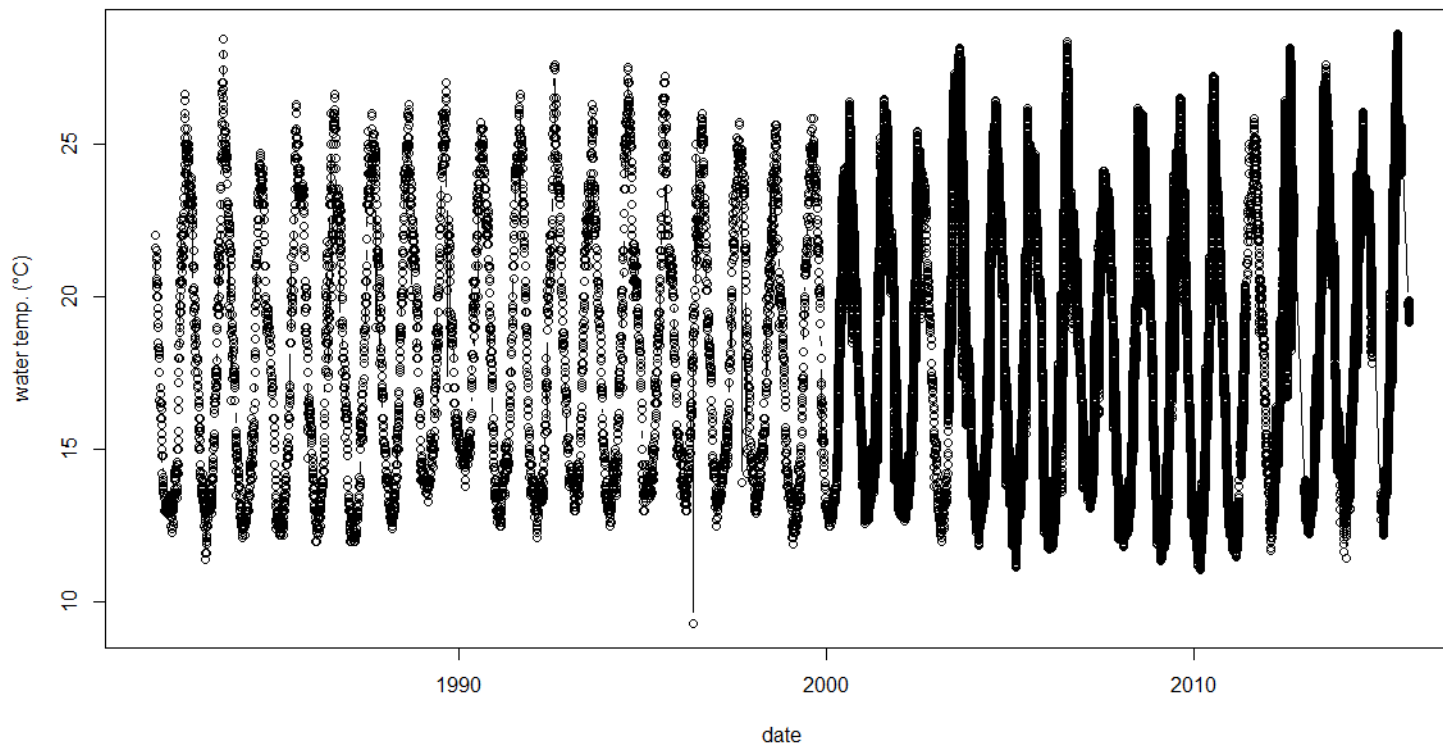
Console C:/Users/ULG/ULiege/RStudio/RACE/Temp\_air vs water/

```
10 20 60
19 7 19
> # graphe évolution de la temp de l'eau à la station NEW03 + temp de l'eau à la sta
> tion INST1
> plot(tempNEW03$temperature, type = "l", x = tempNEW03$daytime, ylab = "water temp.
> (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at station 'NEW03'")
> lines(tempINST1$temperature, type = "l", x = tempINST1$daytime, ylab = "water temp
> . (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at station 'INST1'",
> col = "red")
> # graphe évolution de la temp de l'eau à la station NEW03 + temp de l'eau à la sta
> tion INST1
> plot(tempNEW03$temperature, type = "l", x = tempNEW03$daytime, ylab = "water temp.
> (°C)", xlab = "date", main = "Evolution of water temperature at station 'NEW03' (re
> d) and 'INST1' (black)", col = "red")
> lines(tempINST1$temperature, type = "l", x = tempINST1$daytime)
```

# Analyse de séries temporelles

« Dans le cas de séries temporelles, les paramètres suivis sont mesurés de manière séquentielle au cours du temps. »

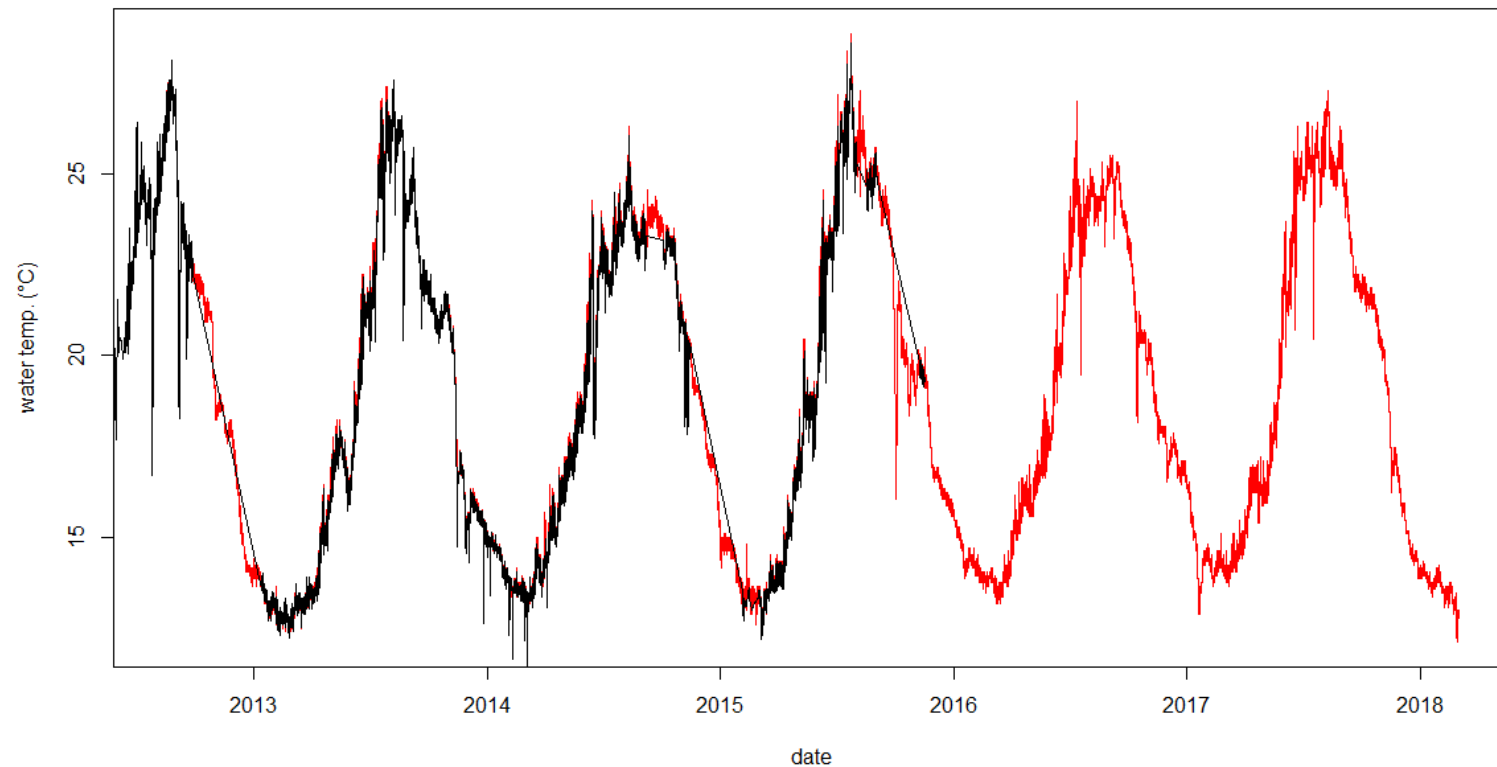
Evolution of water temperature at station INST1



# Analyse de séries temporelles

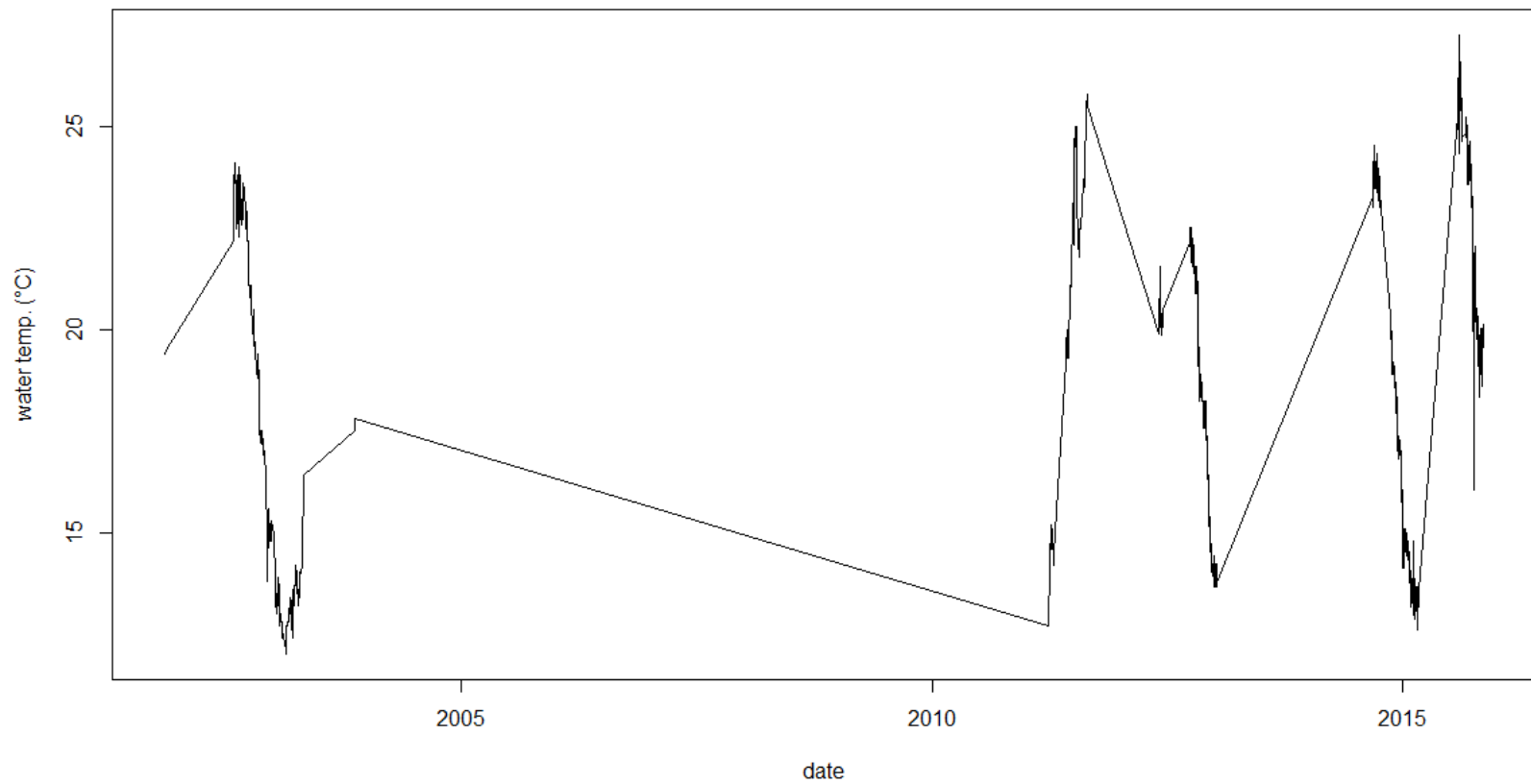
*« Dans le cas de séries temporelles, les paramètres suivis sont mesurés de manière séquentielle au cours du temps. »*

Evolution of water temperature at station 'NEW03' (red) and 'INST1' (black)



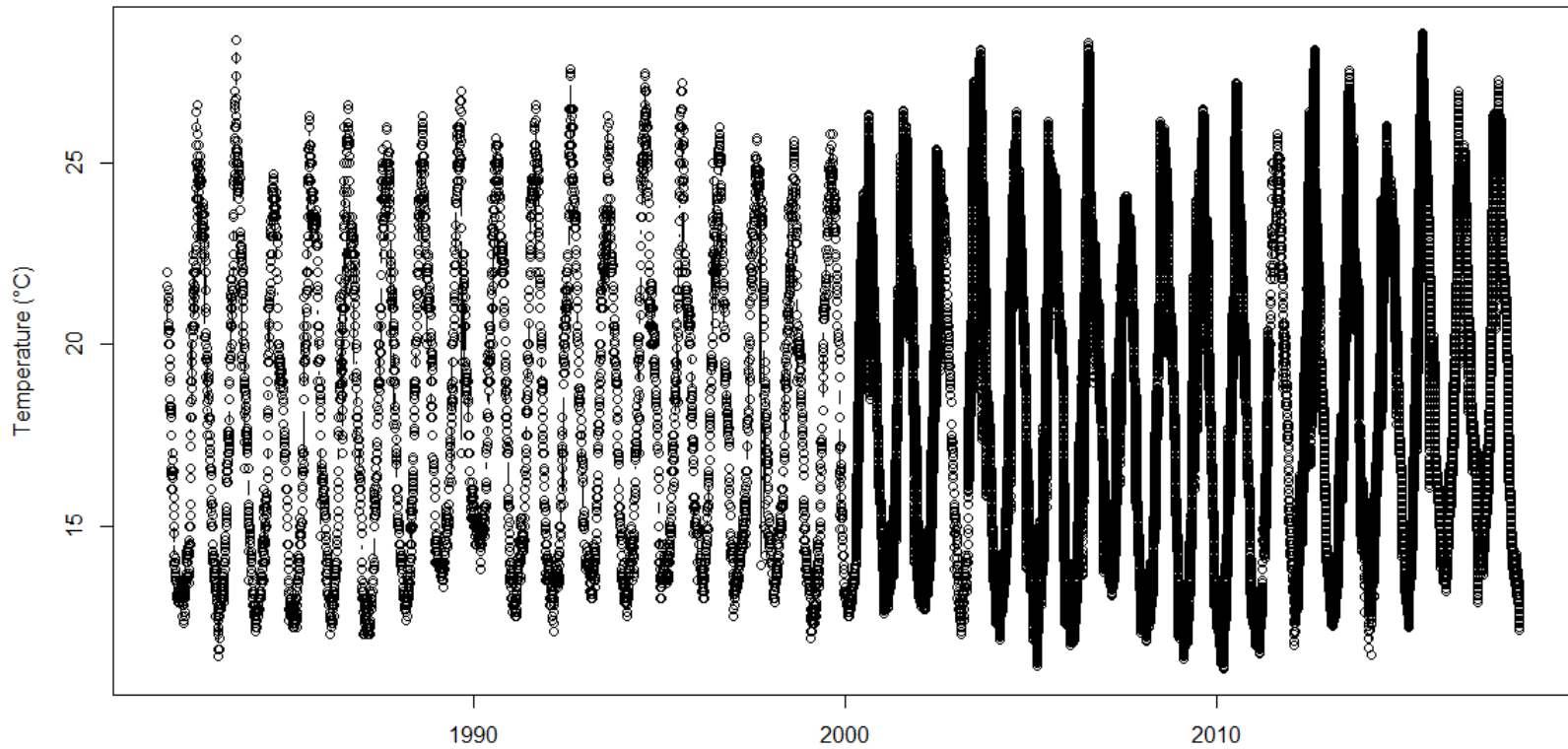
# 1 - « Combler » les trous

Missing data for water temperature time series at Station 'INST1'



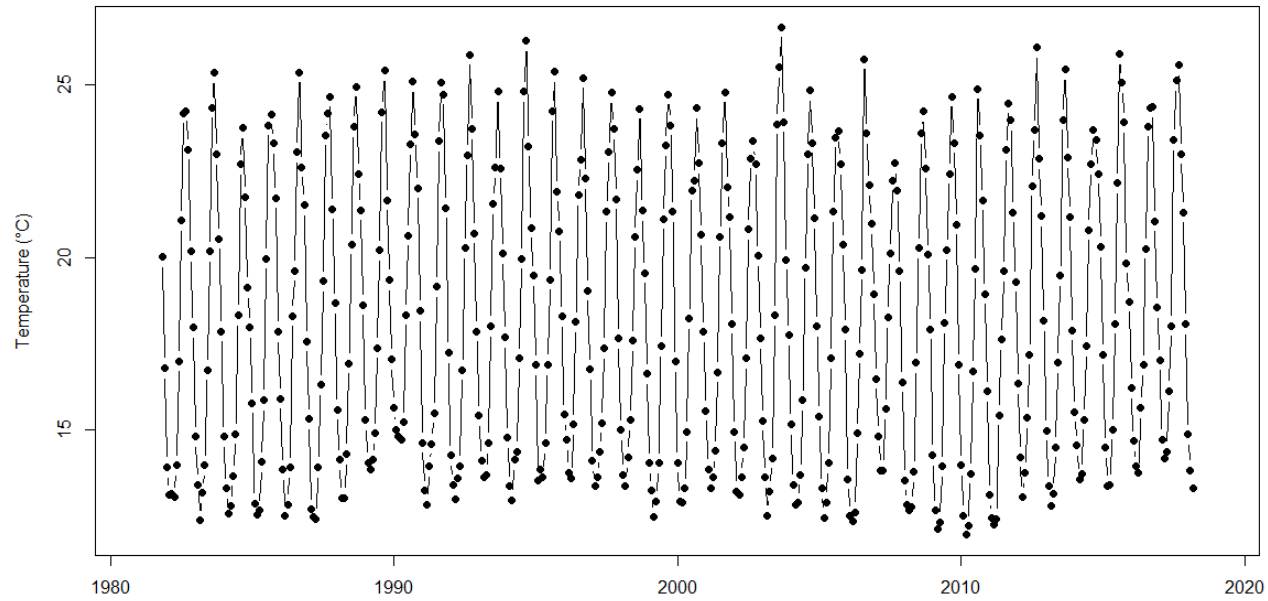
# 1 - Série continue sans « trou »

Evolution of water temperature in STARESO harbour



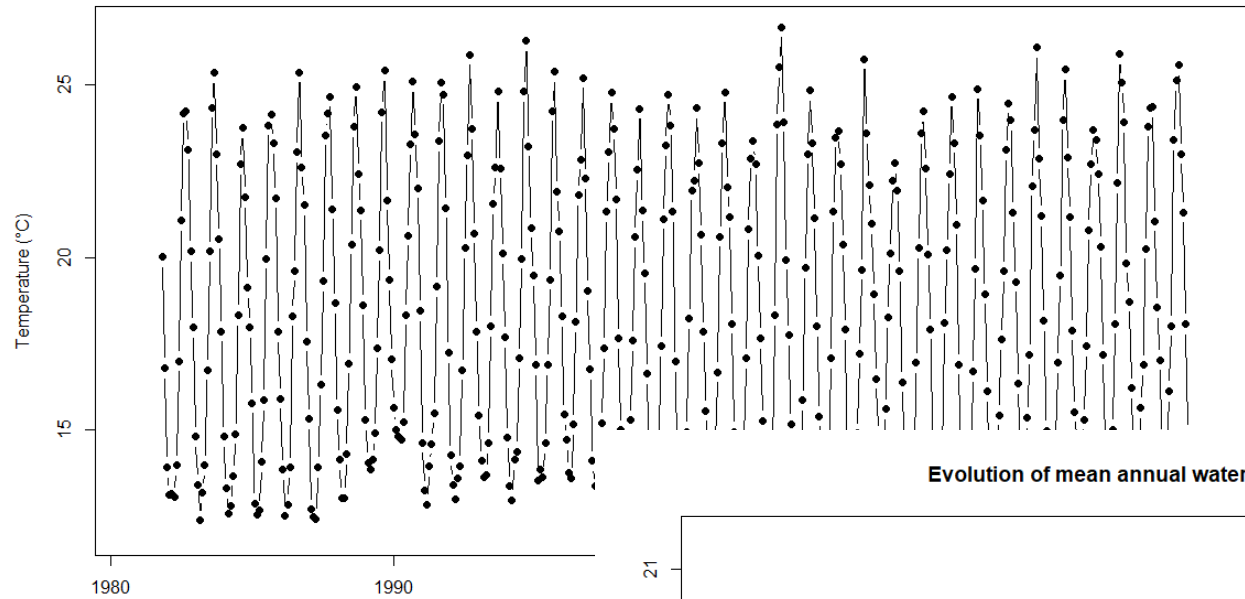
# 1 - Série continue sans « trou »

Evolution of mean monthly water temperature in STARESO harbour

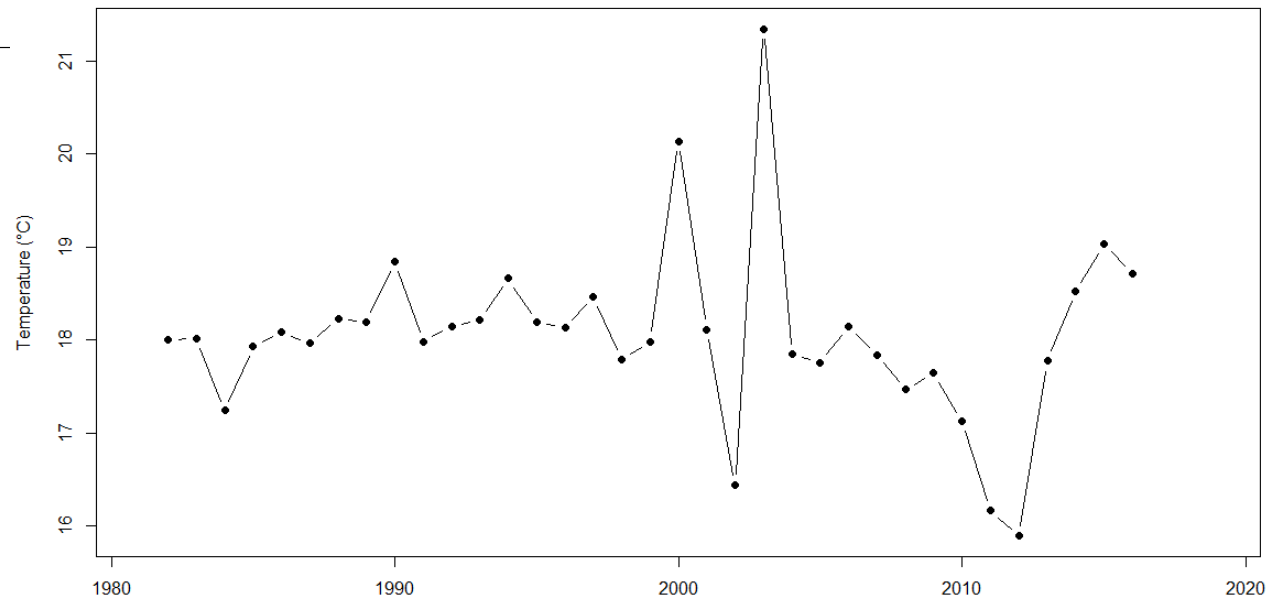


# 1 - Série continue sans « trou »

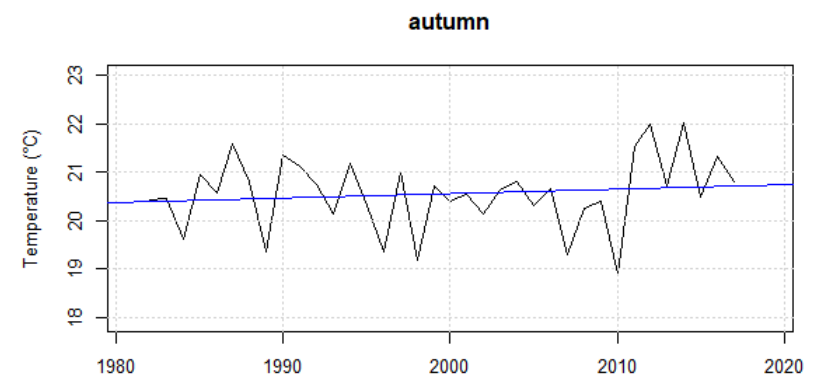
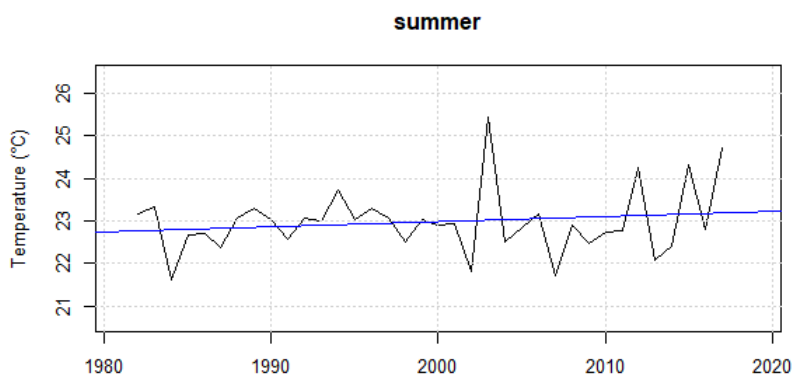
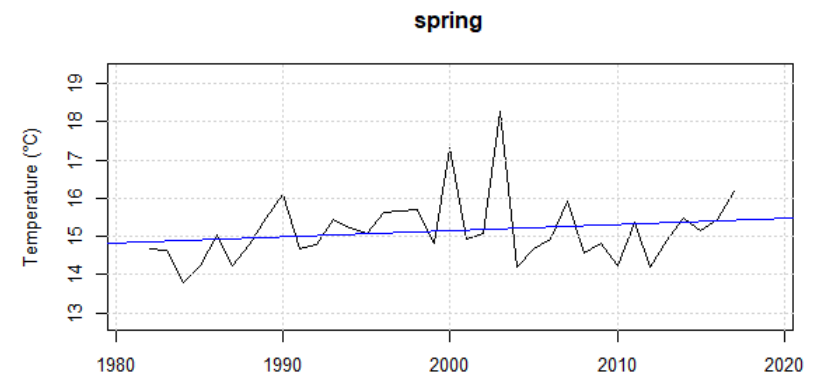
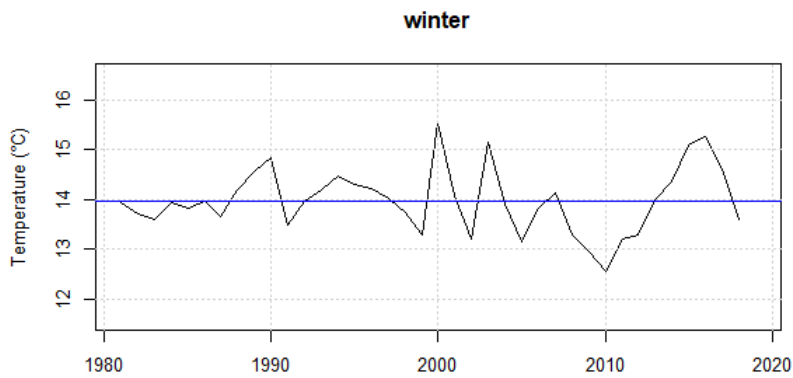
Evolution of mean monthly water temperature in STARESO harbour



Evolution of mean annual water temperature in STARESO harbour



# 1 - Série continue sans « trou »





## Analyse de séries temporelles

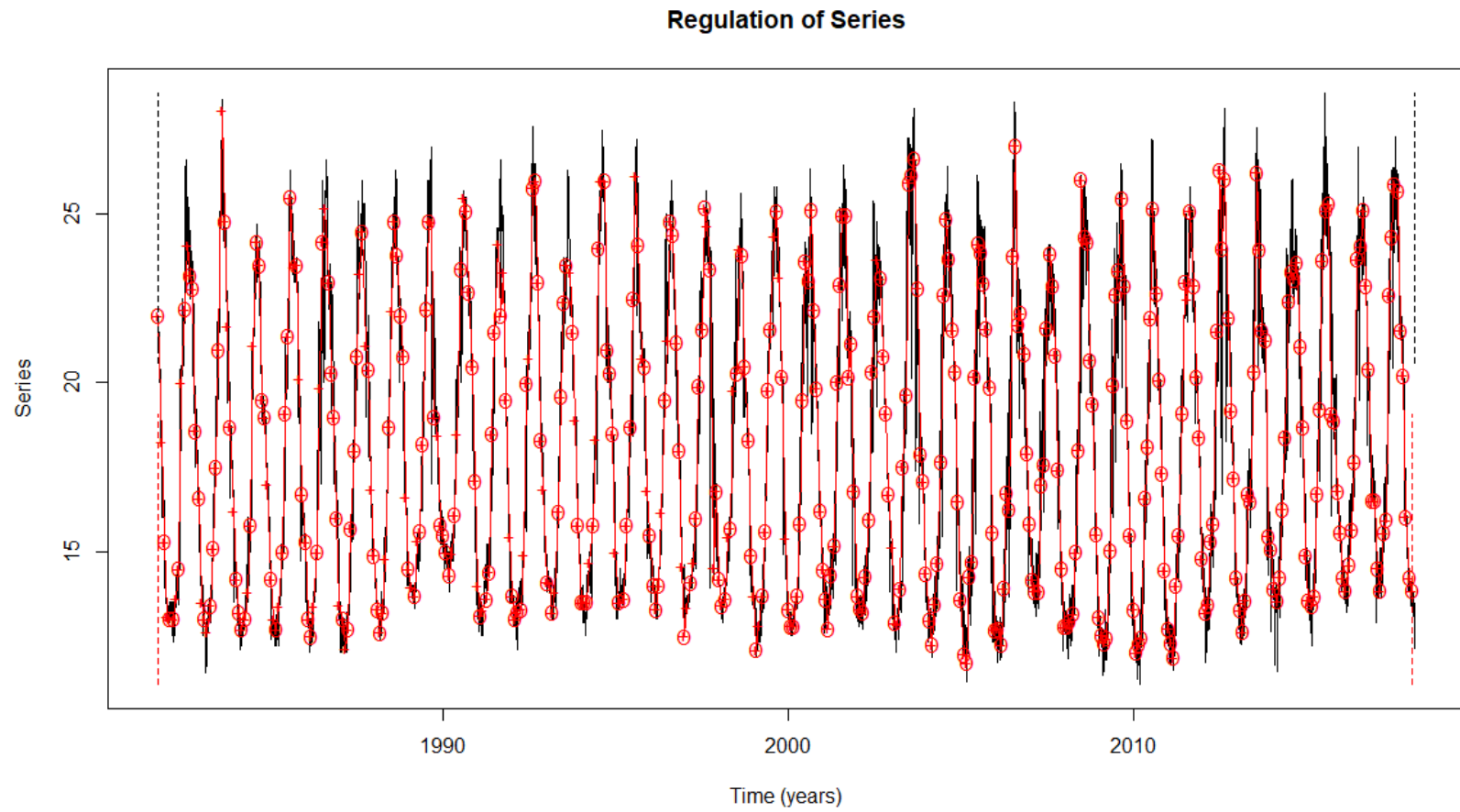
« *Dans le cas de séries temporelles, les paramètres suivis sont mesurés de manière séquentielle au cours du temps.* »

# table du pas (delta t, en min) d'enregistrement de la température pour chaque "bloc" de données sauvées de la station INST1

```
table(metadata[metadata$tssta_codesta == "INST1",]$timestepnum)
```

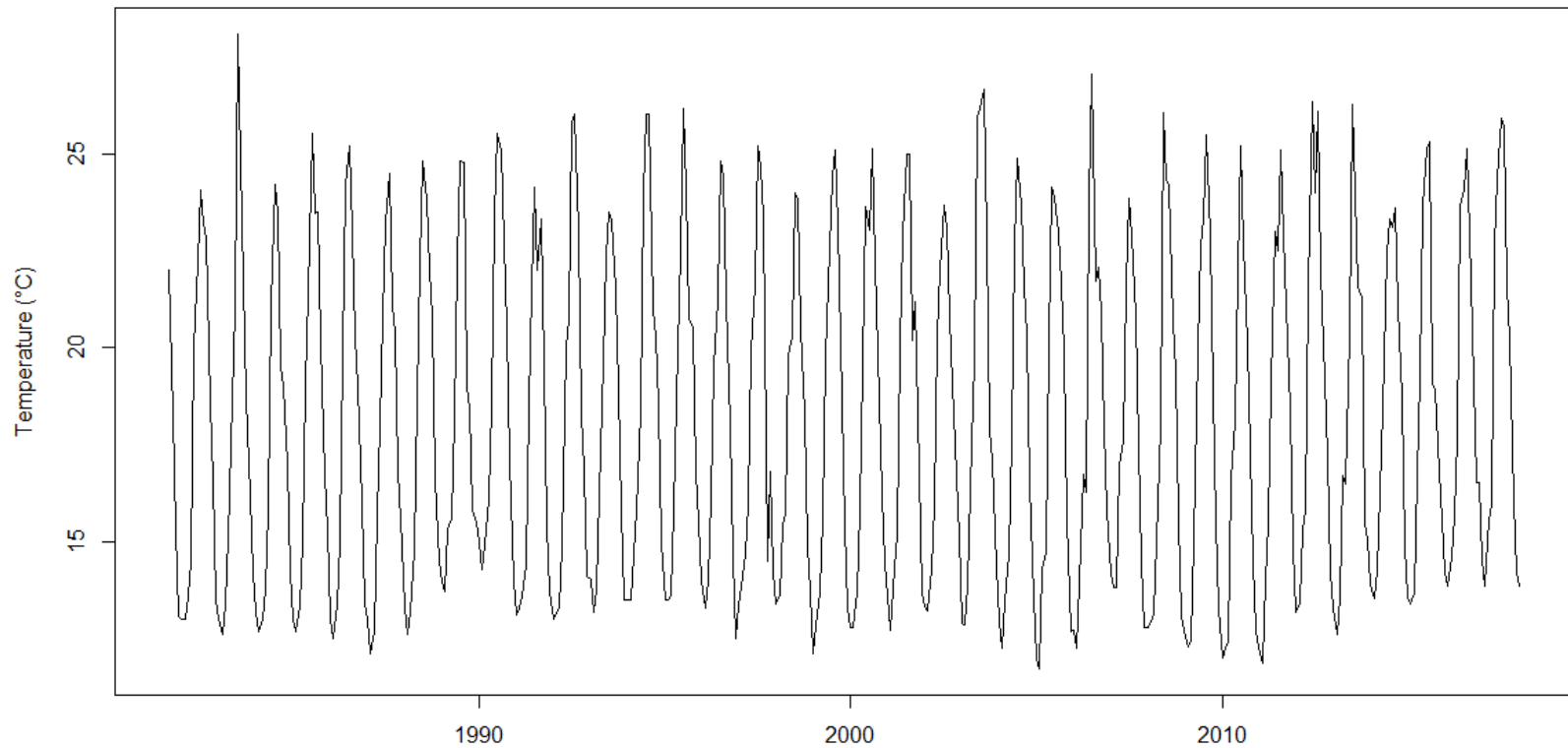
1	9.96666666666667	9.98333333333333	10
2	2	1	41
10.0166666666667	20	60	1440
3	4	1	8

## 2 - Régularisation



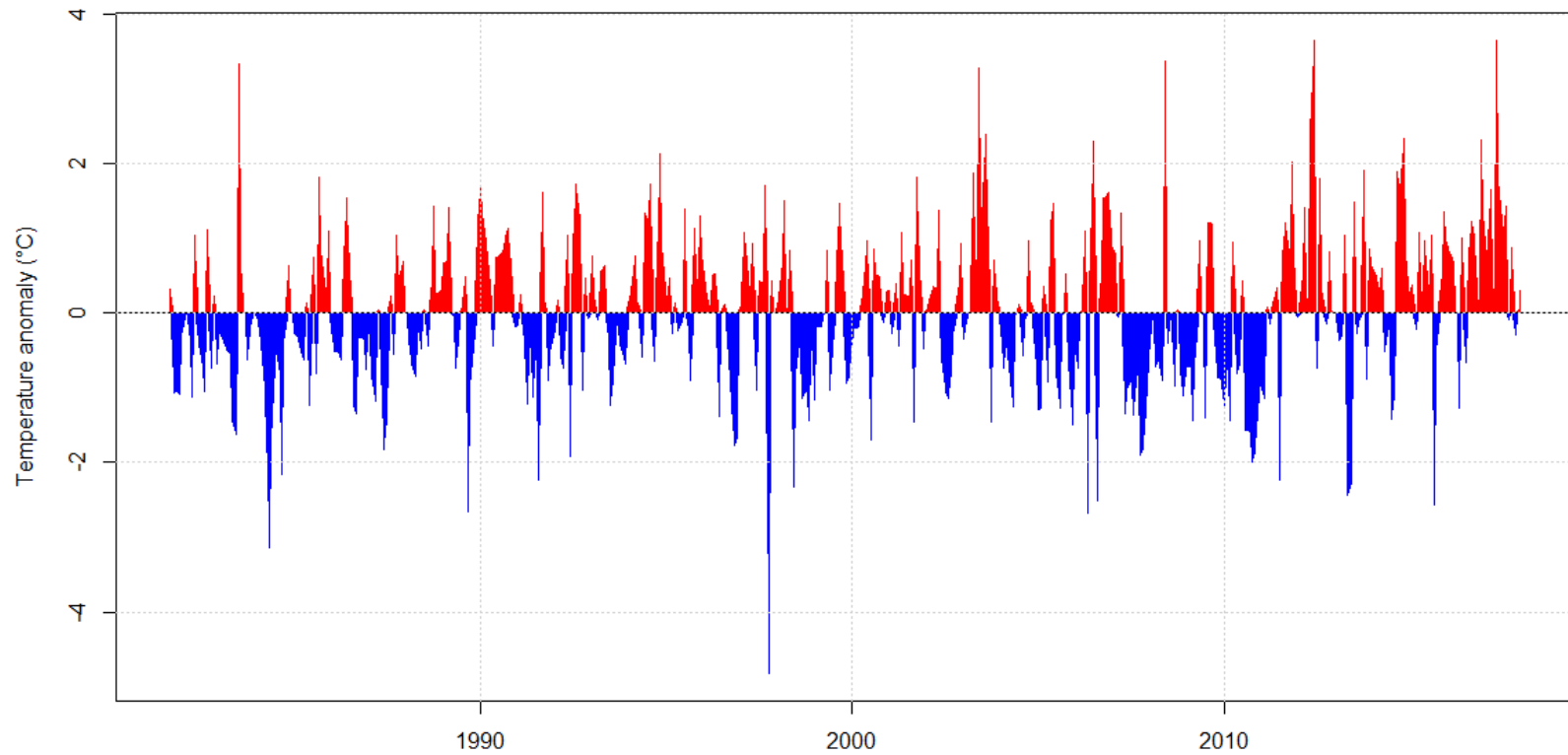
## 2 - Série régularisée

Evolution of water temperature in STARESO harbour



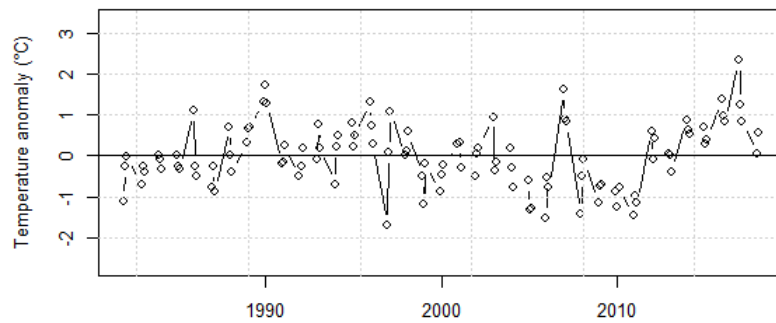
### 3 - Anomalie de température

Evolution of water temperature anomaly in STARESO harbour

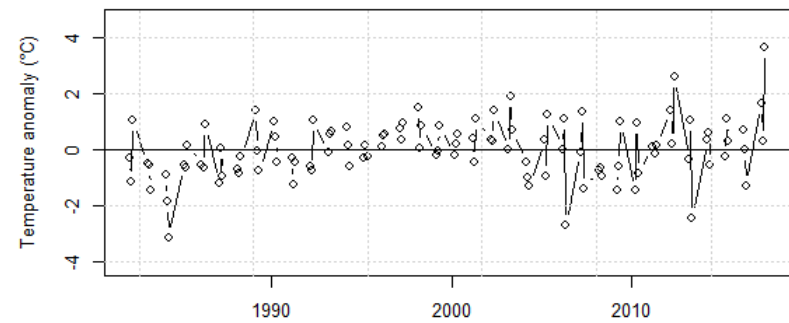


# 3 - Anomalie de température

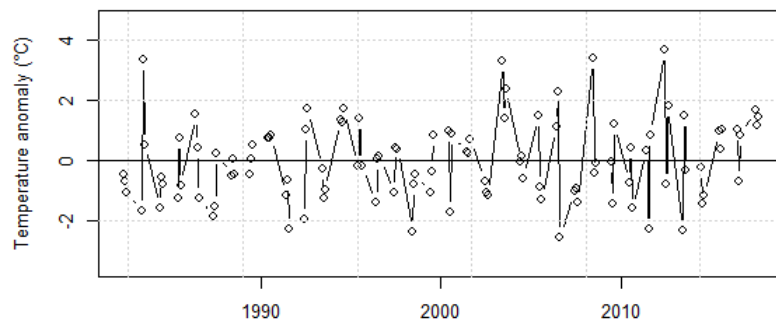
winter



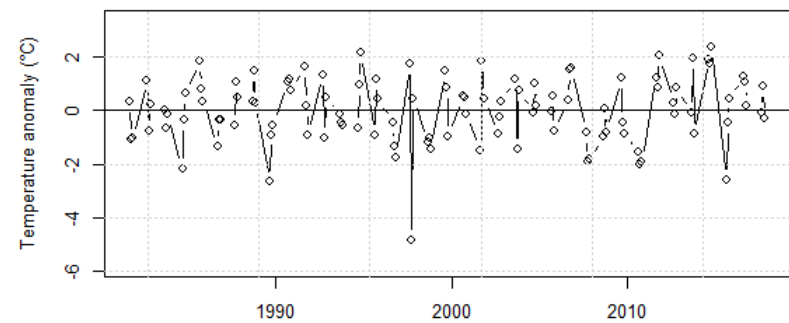
spring



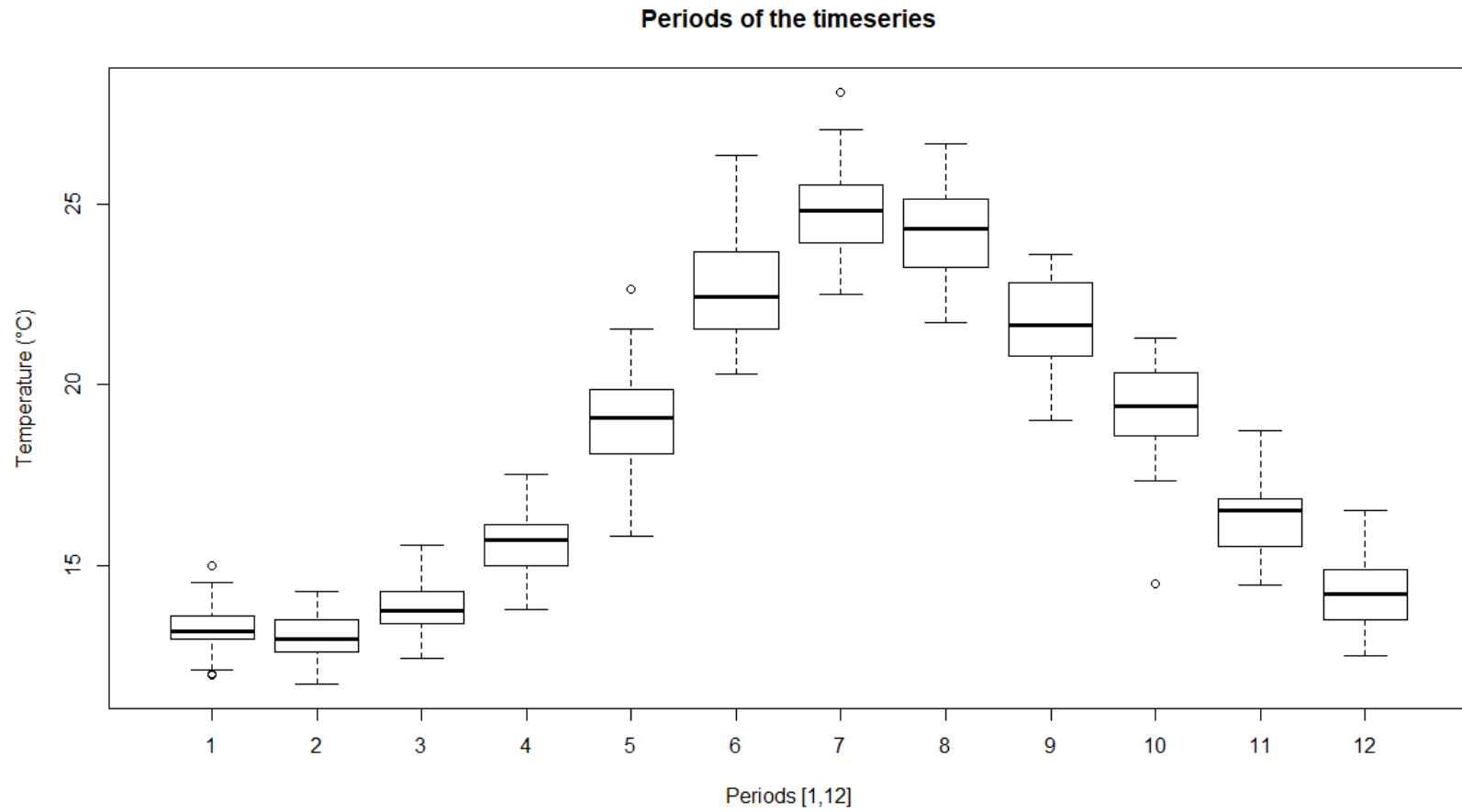
summer



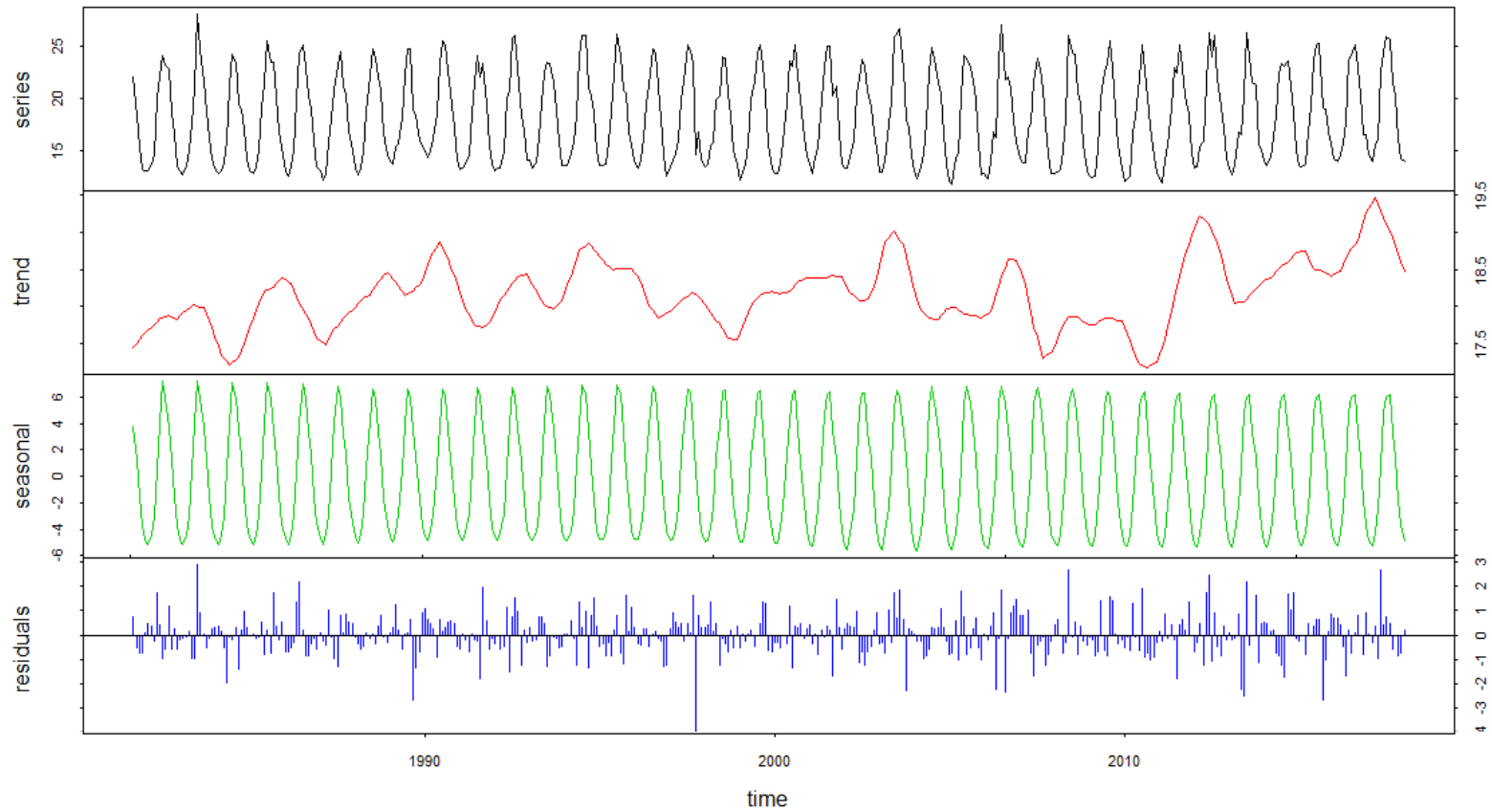
autumn



## 4 - Cycle: janvier - décembre

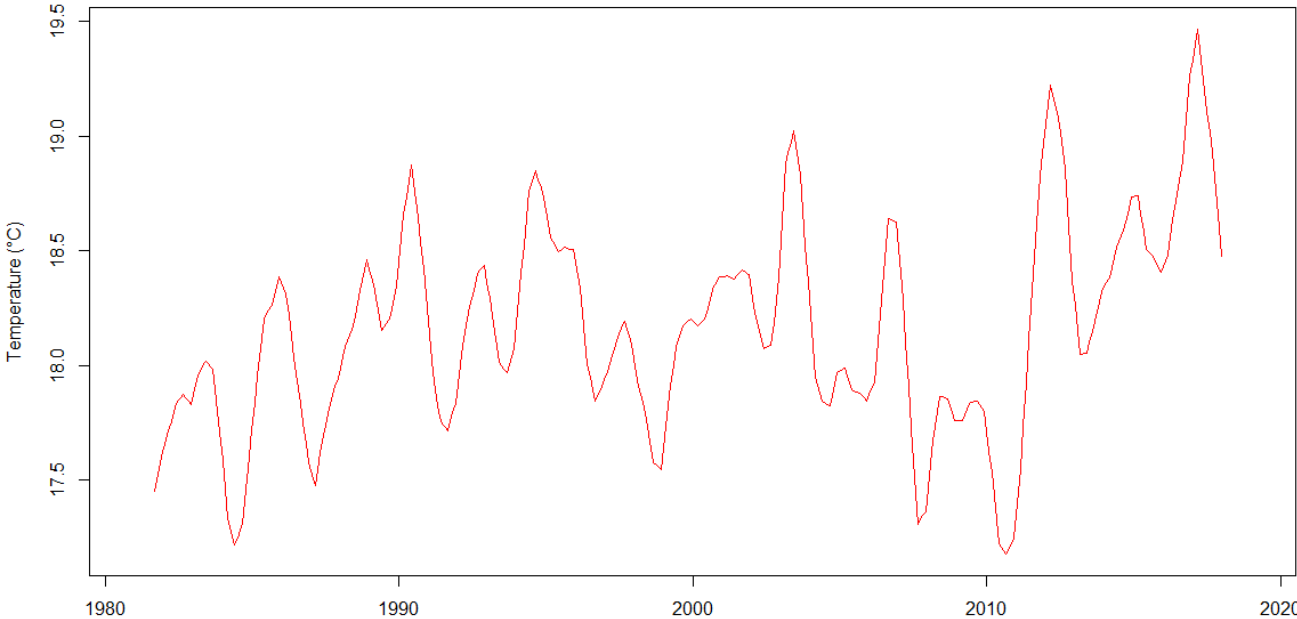


## 5 - Décomposition de la série temporelle

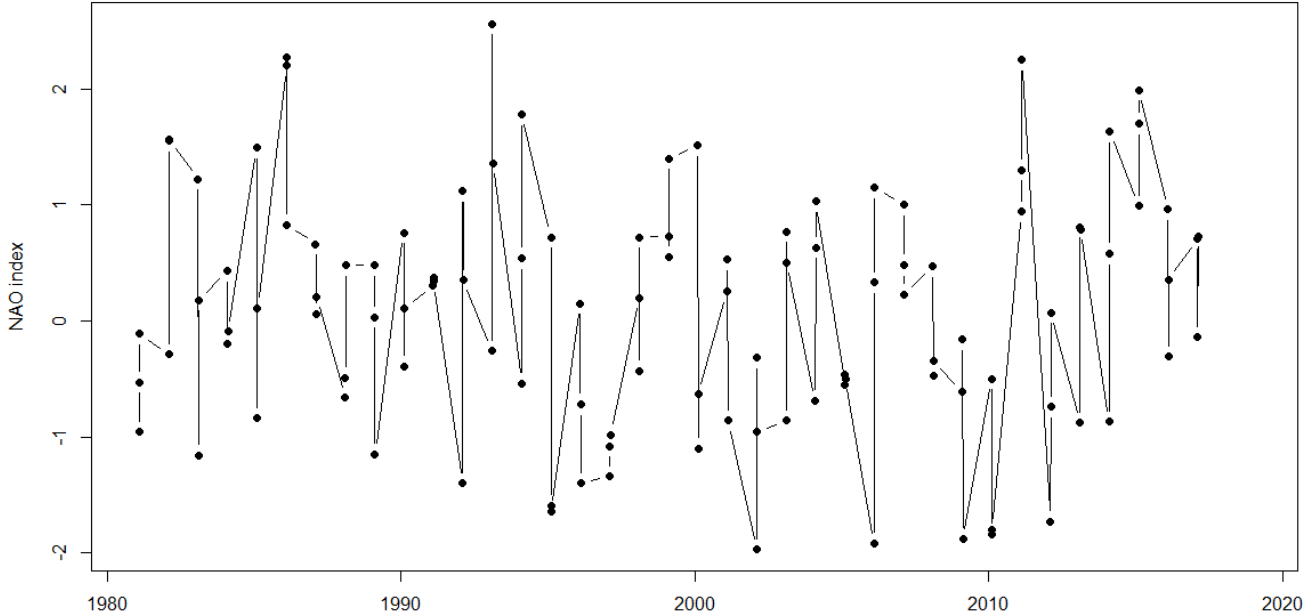




General trend of temperature evolution in STARESO harbour



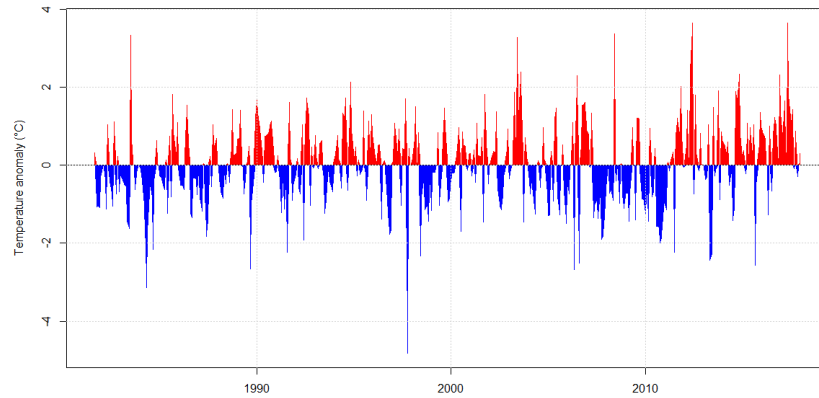
Evaluation of North Atlantic Oscillation Index



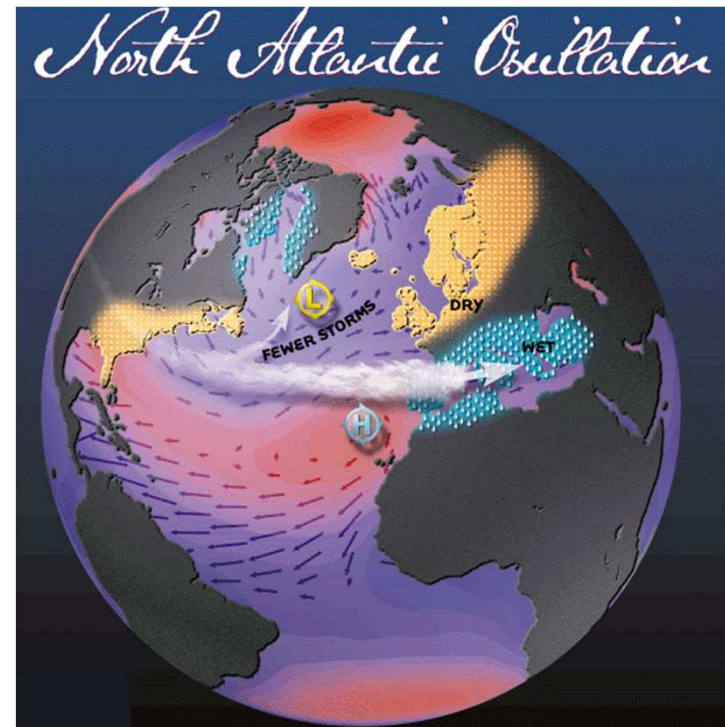
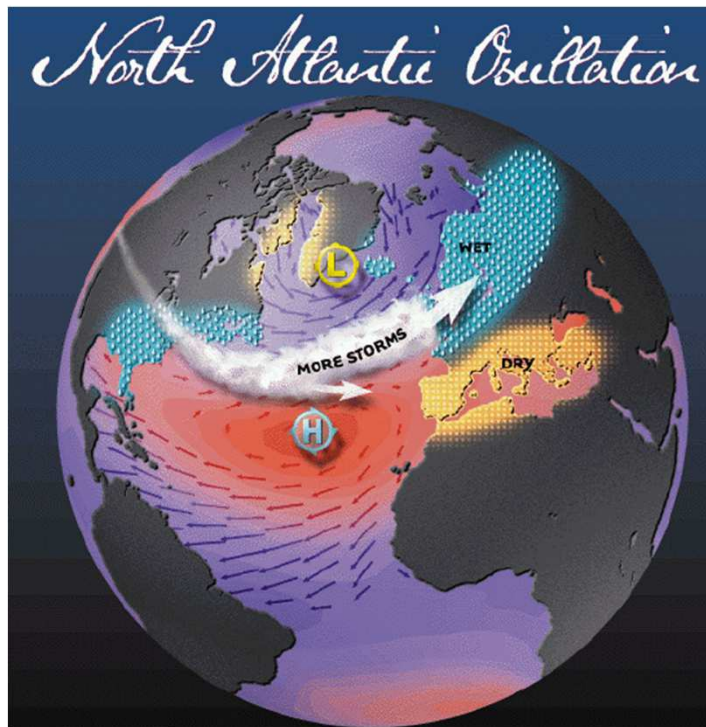
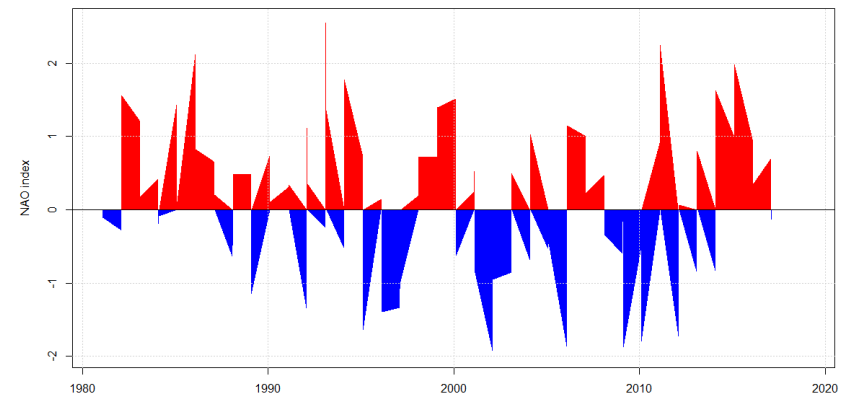


# NAO

Evolution of water temperature anomaly in STARESO harbour



Evaluation of North Atlantic Oscillation Index



## Conclusion et perspectives

Seul des outils informatiques adaptés tels le logiciel R sont à même de permettre:

- une analyse détaillée des longues séries temporelles environnementales, *eg.* température de l'eau,
- une reproductibilité de l'analyse.

## Conclusion et perspectives

Seul des outils informatiques adaptés tels le logiciel R sont à même de permettre:

- une analyse détaillée des longues séries temporelles environnementales, eg. température de l'eau,
- une reproductibilité de l'analyse.

La suite:

- étudier la relation entre la température de l'eau et la NAO,
- adapter l'analyse aux autres variables environnementales,
- mettre en relation ces série temporelles avec les observations biologiques ponctuelles, eg. floraison de posidonies.

