

**Segon seminari del procés
participatiu de l'ESCACC30**

#ESCACC30

ACTUA!
#ETSELCANVI
Procés participatiu de l'Estratègia d'Adaptació al Canvi Climàtic

Quin és el paper de mars i oceans en el Canvi Global?

Jordi Salat, oceanògraf
Institut de Ciències del Mar (CSIC)

dimarts 23 de febrer del 2021

Algunes reflexions prèvies sobre el Clima a escala Global

La Terra, el mar i l'aire

A la mateixa distància del Sol.
Reben la mateixa radiació...



-18° C



15° C

...però la Terra
en dissipa menys
o, si voleu,
se'n queda més.

Gràcies a l'atmosfera,
la hidrosfera i la biosfera

Capacitat calorífica total, o com es reparteixen l'energia?

Atmosfera:

Calor específic:	1000	J/kg/K
Massa total:	$5 \cdot 10^{18}$	kg
Capacitat calorífica total:	5 10^{21}	J/K

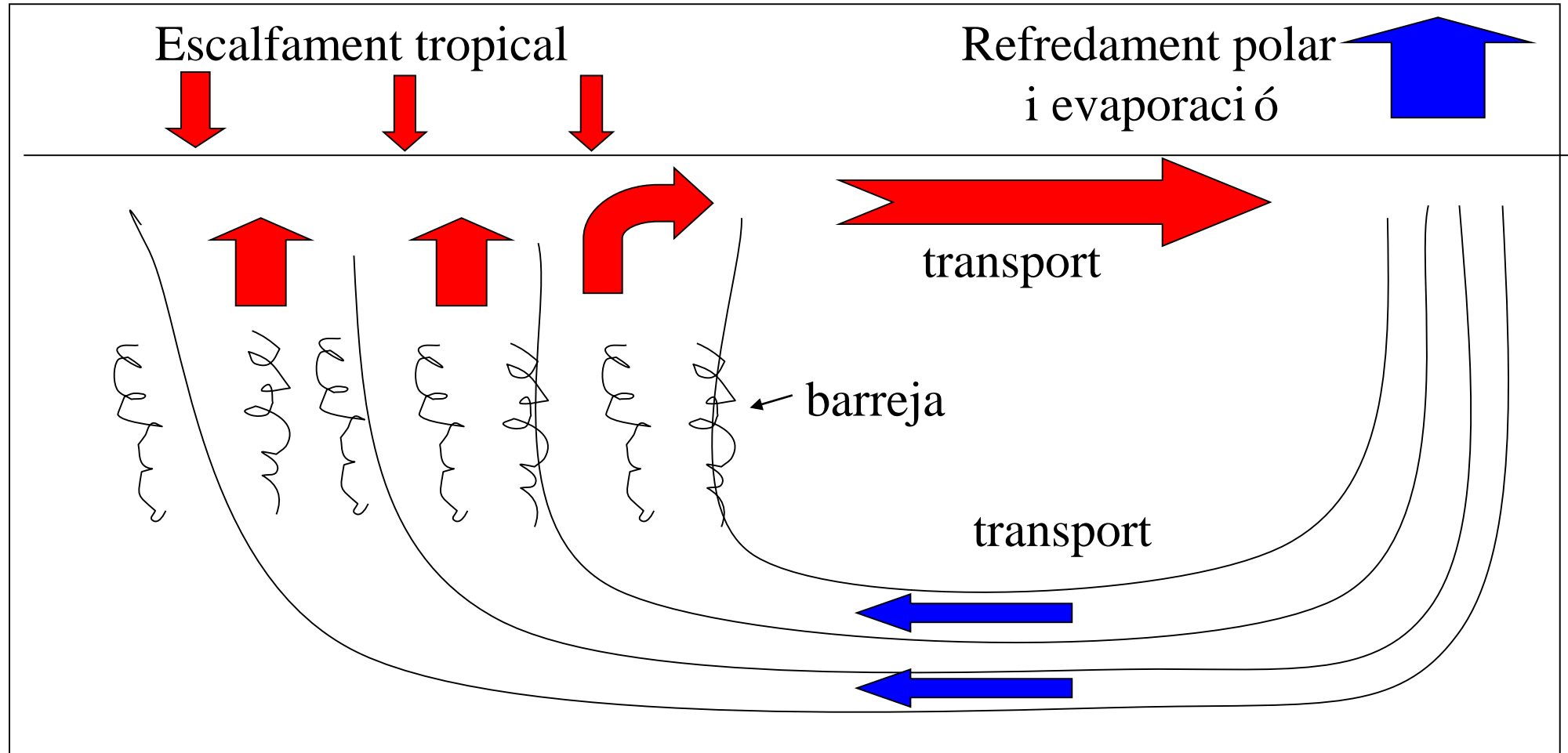
Hidrosfera:

Calor específic:	4200	J/kg/K
Massa total:	$1430 \cdot 10^{18}$	kg
Capacitat calorífica total:	5900 10^{21}	J/K

és a dir... aproximadament:

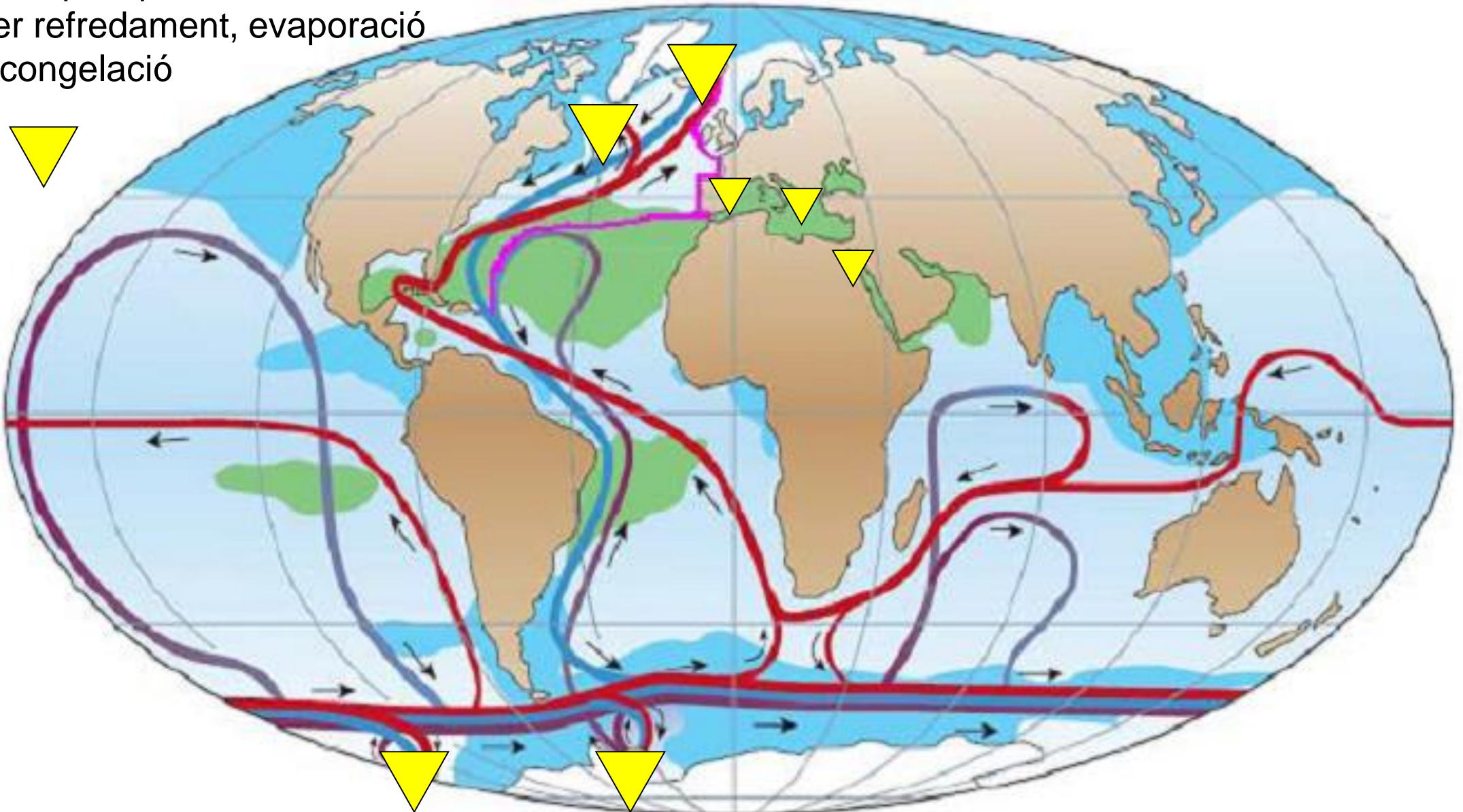
Hidrosfera 1200 Atmosfera 1

El motor de l'oceà: refredament i evaporació, barreja, vent i marea

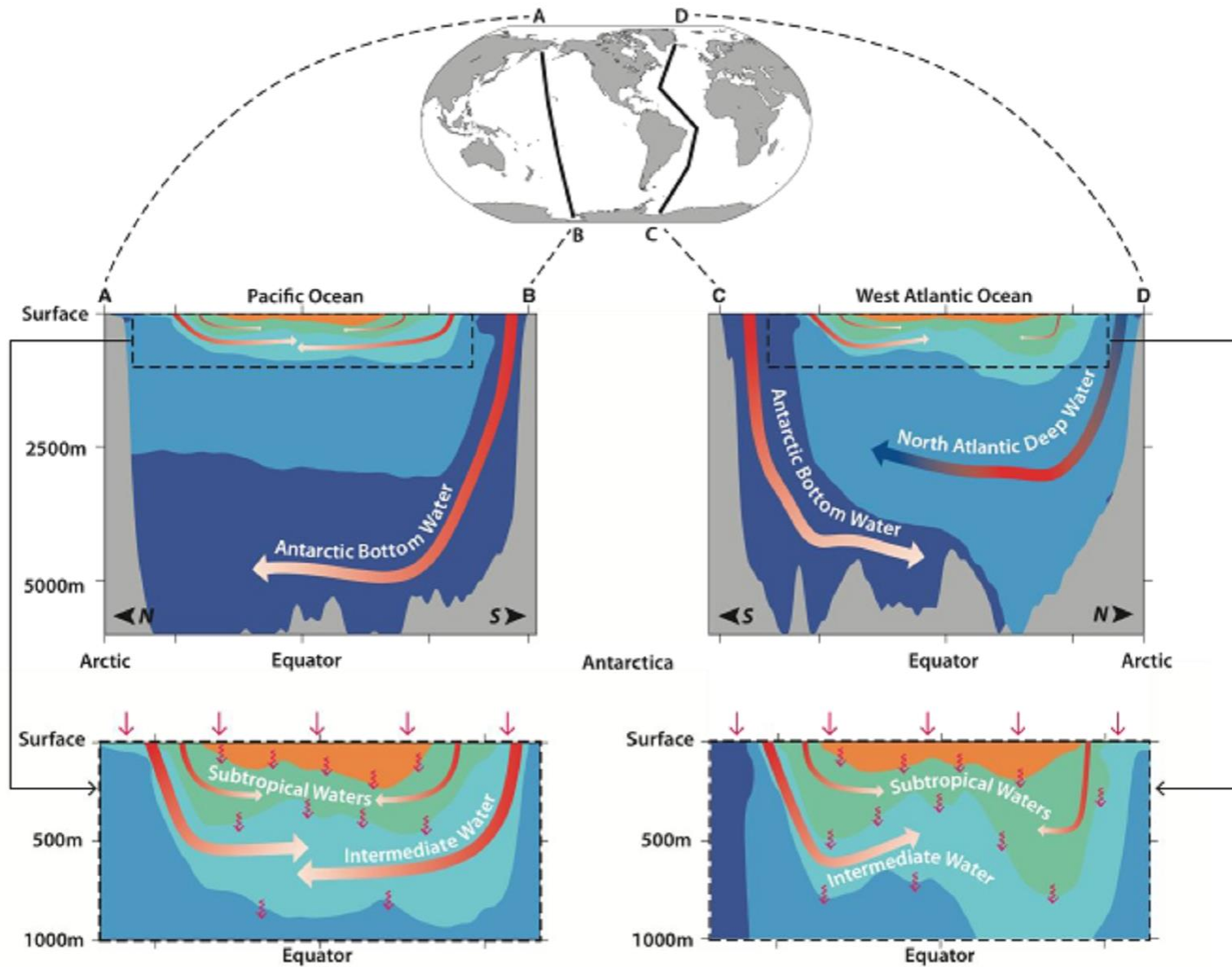


Circulació general termohalina

Principals punts d'enfonsament,
per refredament, evaporació
i congelació



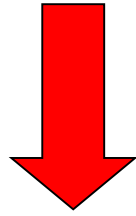
en vertical



aigua salada

i

aigua dolça

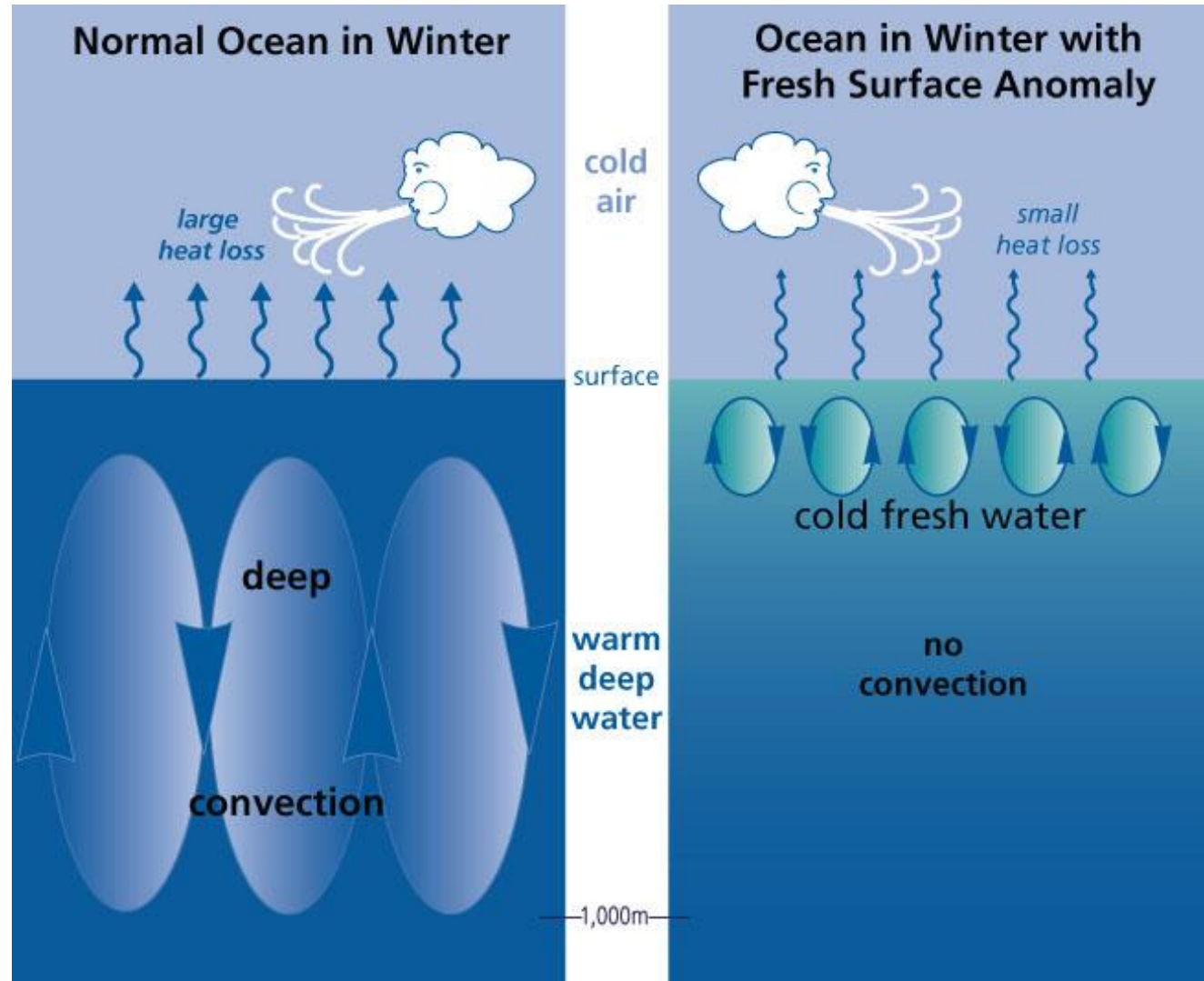


frè al motor de circulació

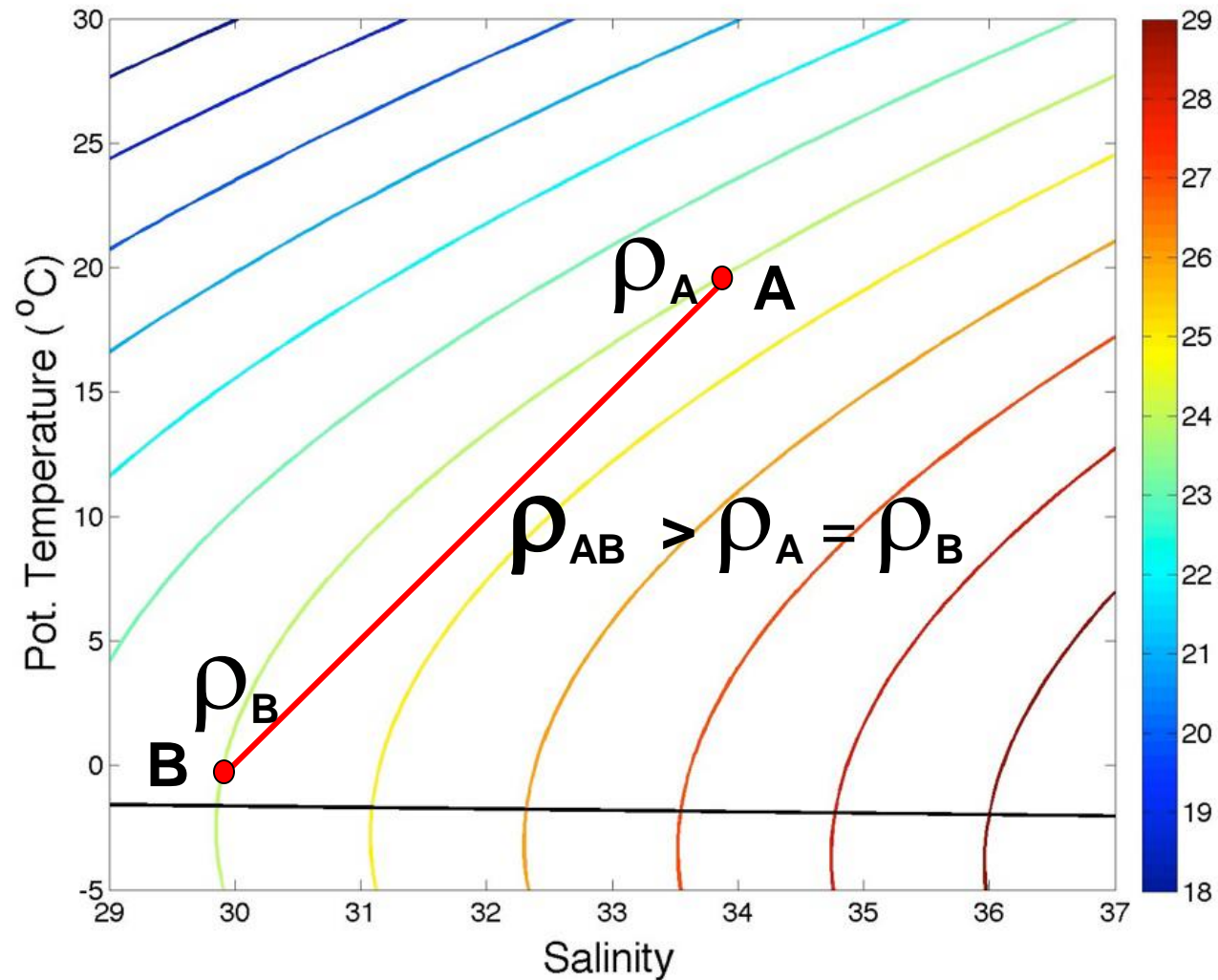
i

calor ocult

La "tapadora" d'aigua dolça



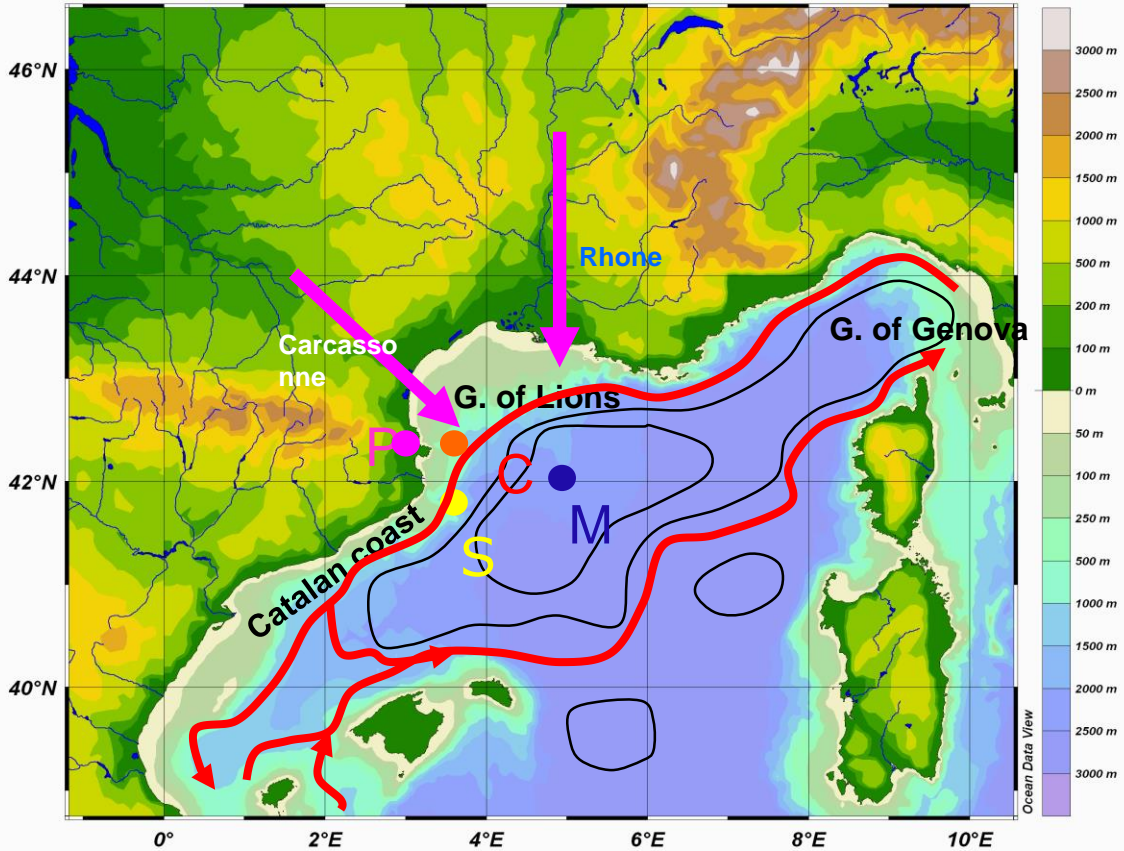
“Cabbeling”: el calor ocult



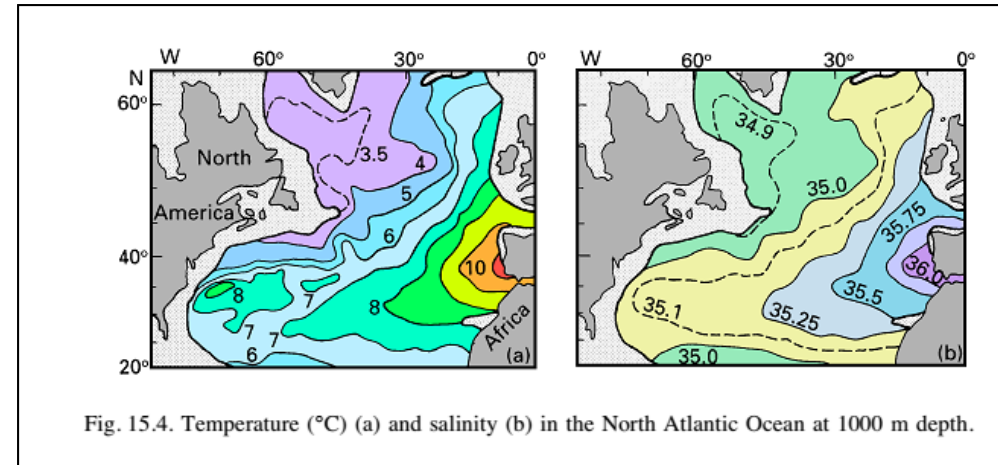
Les aigües **A** (18°C) i **B** (0°C) tenen la mateixa densitat.
En barrejar-les s'obté aigua més densa, que quedarà per sota totes dues

a la Mediterrània

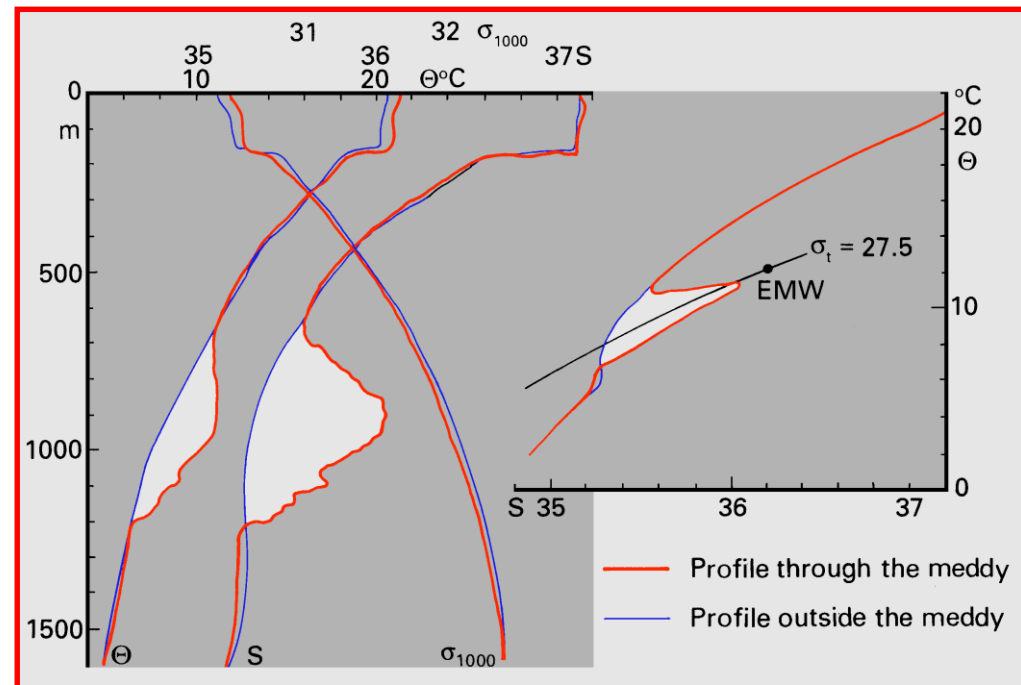
Area d'enfonsament,
per fred i evaporació
a l'hivern



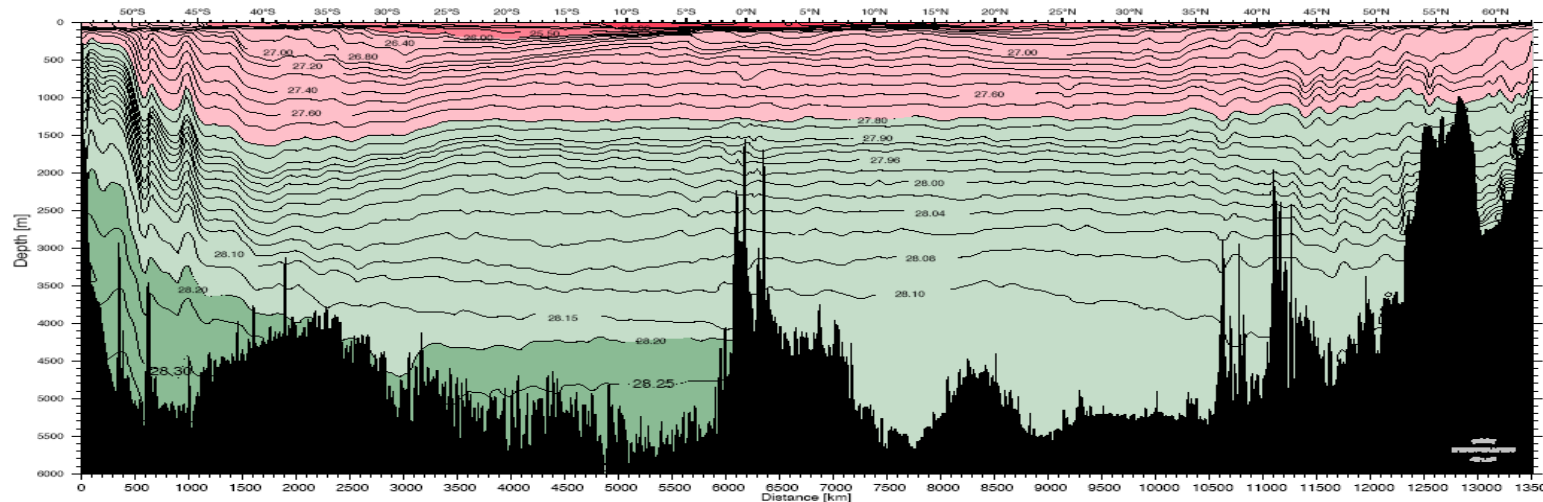
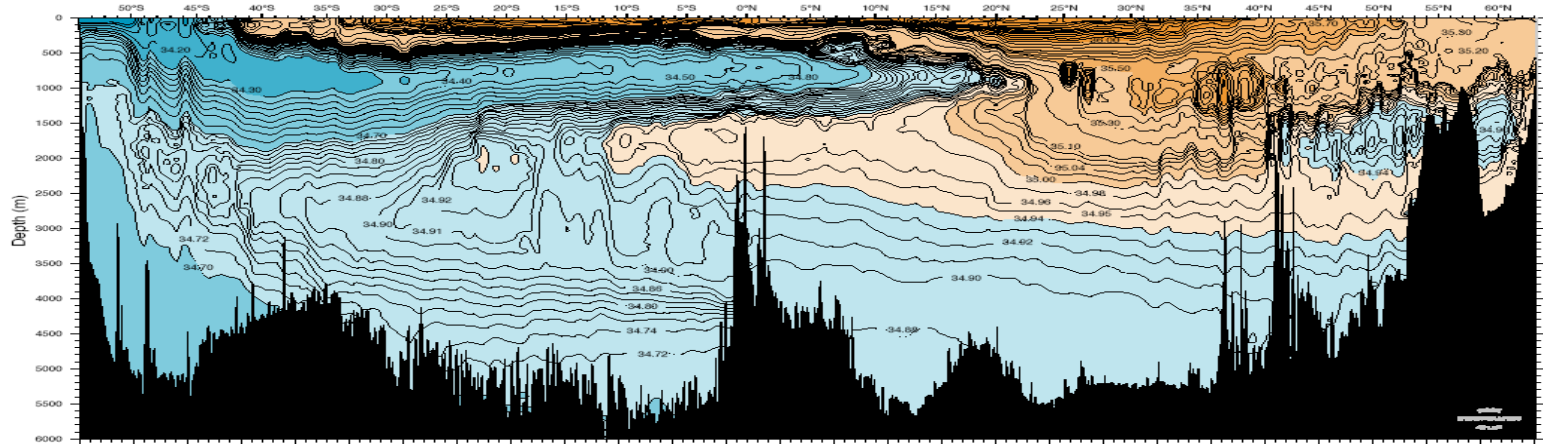
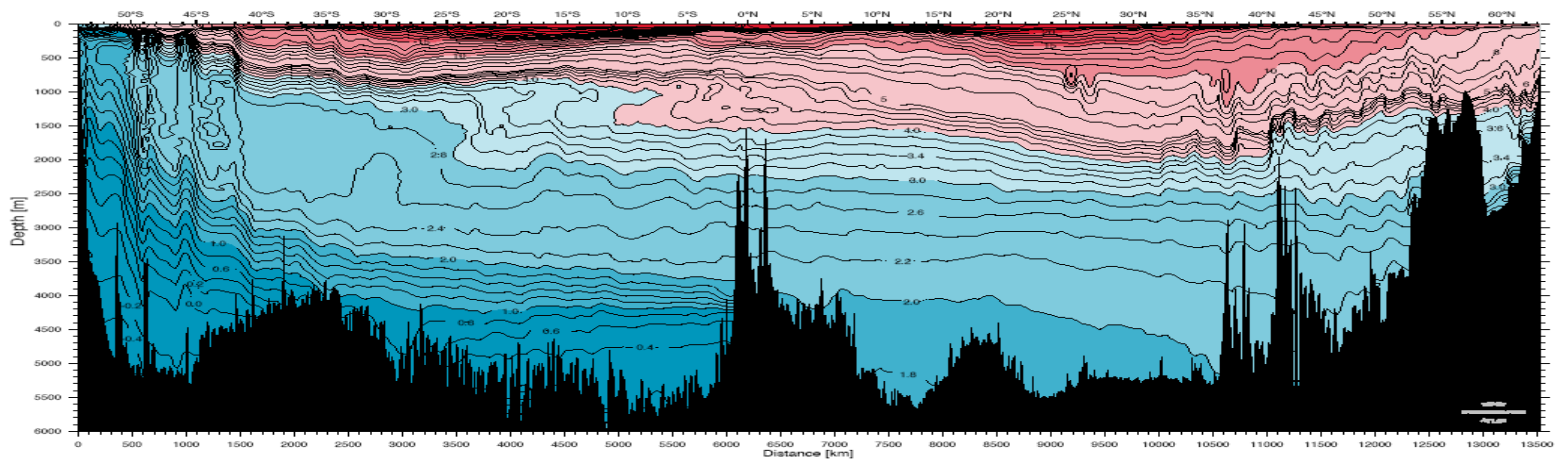
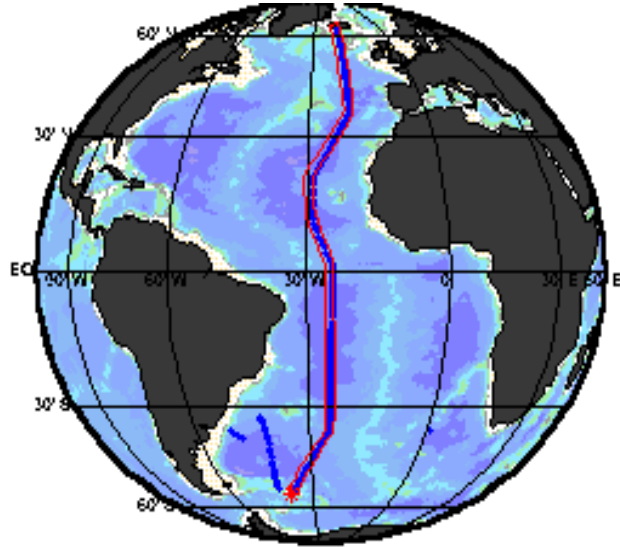
Penetració de l'aigua mediterrània dins l'Oceà Atlàntic (1000 m)



Calor ocult (meddies)



aigua mediterrània a l'Oceà Atlàntic



Secció Vertical
A16 WOCE

Hem vist que l'oceà:

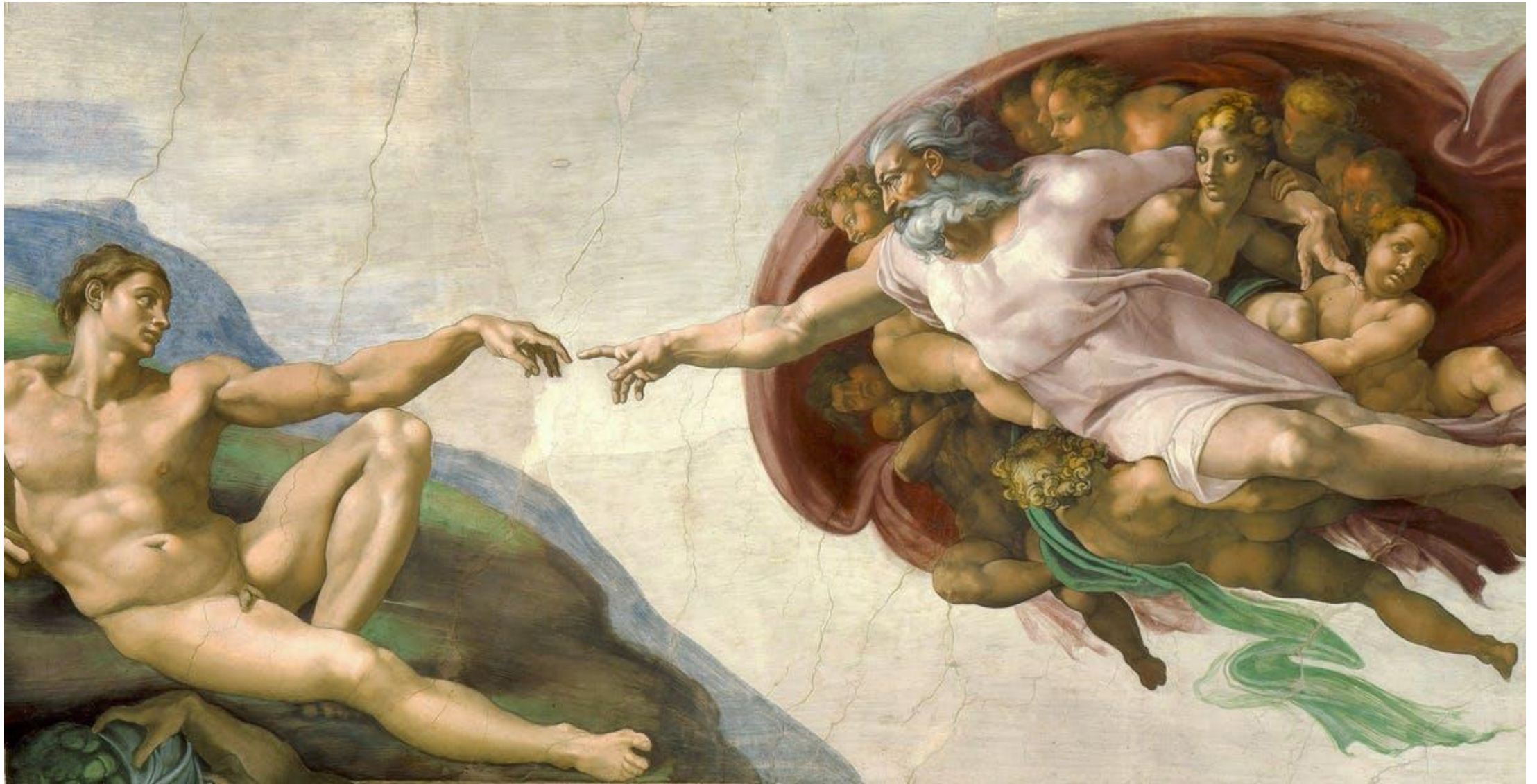
- Té una capacitat calorífica gairebé **1200 vegades superior a la atmosfera**
- Per a moure l'aigua a gran escala **cal que es refredi a superfície** (sempre que no hi hagi aigua de baixa salinitat)
- **"Reparteix" el calor** rebut per superfície des de la zona tropical cap a latituds més altes
- **"Retira" part del calor de superfície i l'acumula a capes fondes**, ja que gràcies a diferències en salinitat, aigua més calenta pot quedar per sota d'aigua més freda

a més, sabem que:

- El temps mig de residència de l'aigua dins l'oceà és de **3300 anys**
- Quan **l'aigua s'escalfa**, s'expandeix. Per tant, un augment de temperatura mitja de la columna d'aigua **fa pujar el nivell del mar**
- **L'evaporació**, a més d'augmentar la salinitat (per pèrdua d'aigua), **provoca un refredament superficial** I totes dues coses juntes augmenten la densitat i **l'aigua s'enfonsa**
- El vent i una aigua de superfície més calient que l'aire, faciliten l'evaporació



amb nosaltres comencen les alteracions...



Michelangelo, 1512

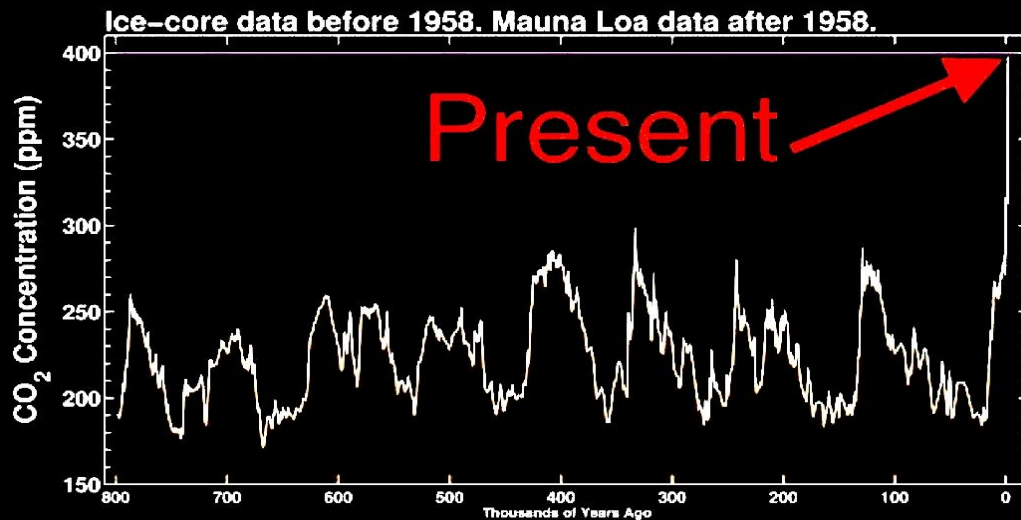
La Terra amb nosaltres:



(l'única obra humana que es veu des de l'espai)

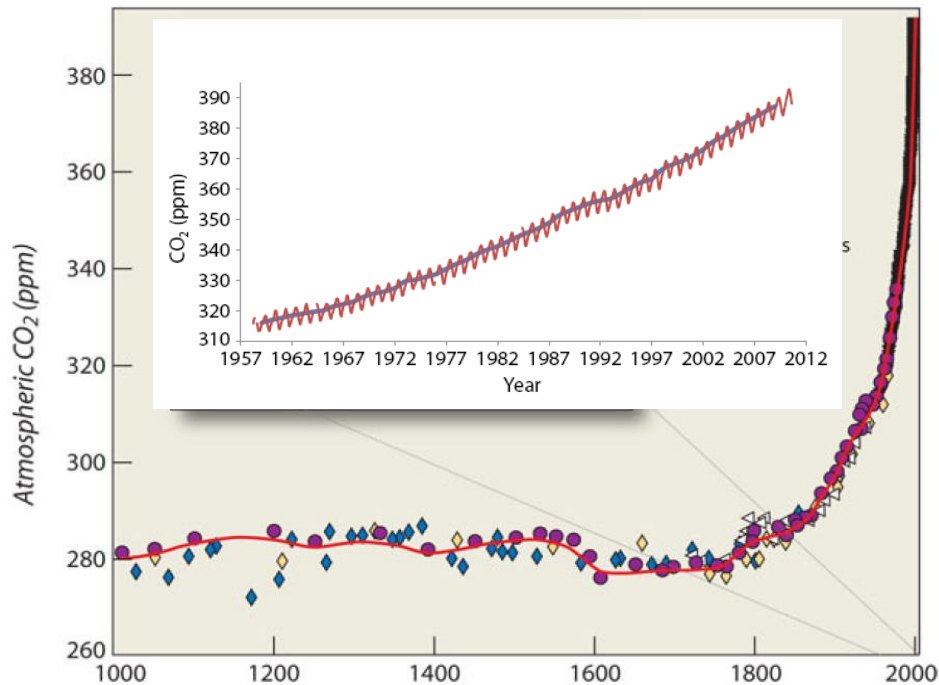
La història del Clima a través del gel: CO₂ a l'aire fòssil

Combustibles fòssils



Els testimonis de gel permeten conservar un registre dels canvis de clima

Atmospheric CO₂ Variations Since 1000 AD



(a l'esquerra)

Evolució recent de la concentració de CO₂ a l'atmosfera, segons l'observatori de Mauna Loa (Hawai'i), al bell mig de l'Oceà Pacífic, i evolució històrica dels darrers 1000 anys, a partir de l'aire capturat en el gel de Groenlàndia

(a sota)

Estimacions de la taxa d'acumulació de CO₂, d'origen antropogènic, als diferents oceans

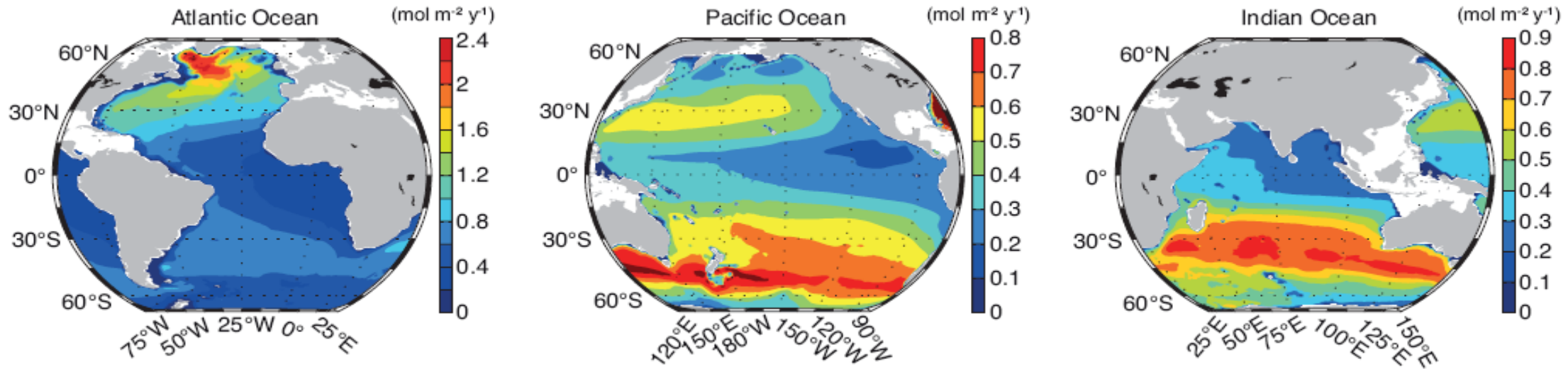


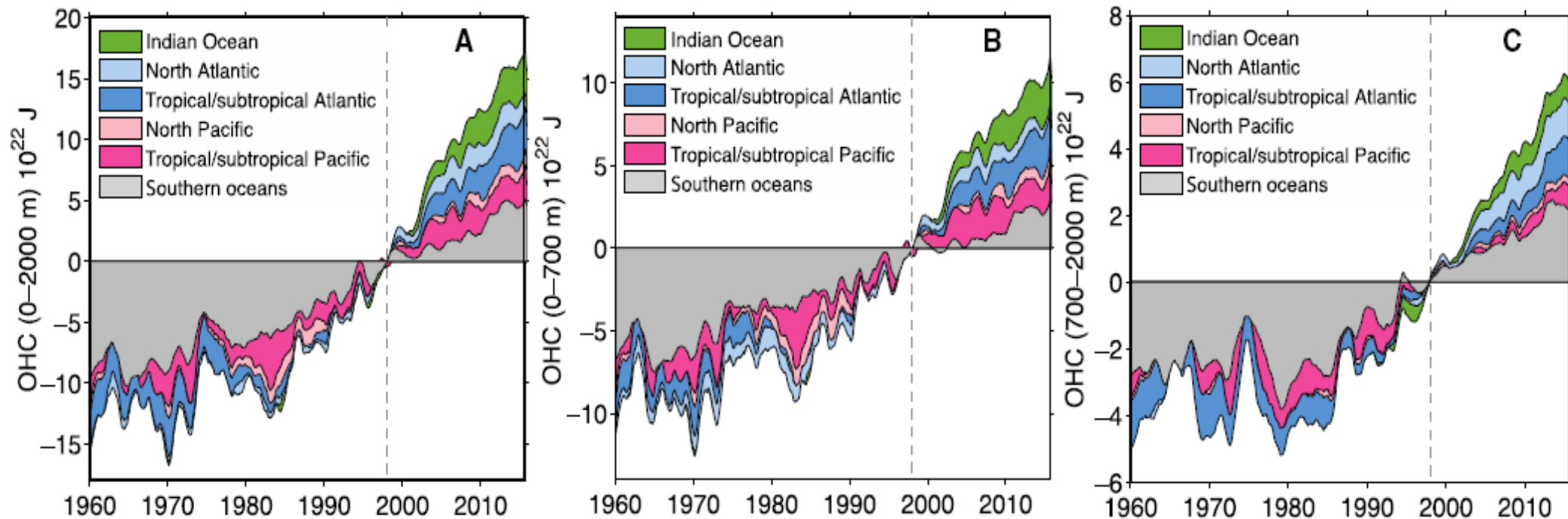
Figure 3.17 | Maps of storage rate distribution of anthropogenic carbon ($\text{mol m}^{-2} \text{yr}^{-1}$) for the three ocean basins (left to right: Atlantic, Pacific and Indian Ocean) averaged over 1980–2005 estimated by the Green's function approach (Khatiwala et al., 2009). Note that a different colour scale is used in each basin.

Algunes conseqüències dins i fora dels mars i oceans en les que hi participen activament

- retirada (provisional) de l'excés de calor
 - pujada de nivell del mar
 - canvis en el cicle de l'aigua
 - augment de l'estratificació i acidificació
- (amb conseqüències biològiques)

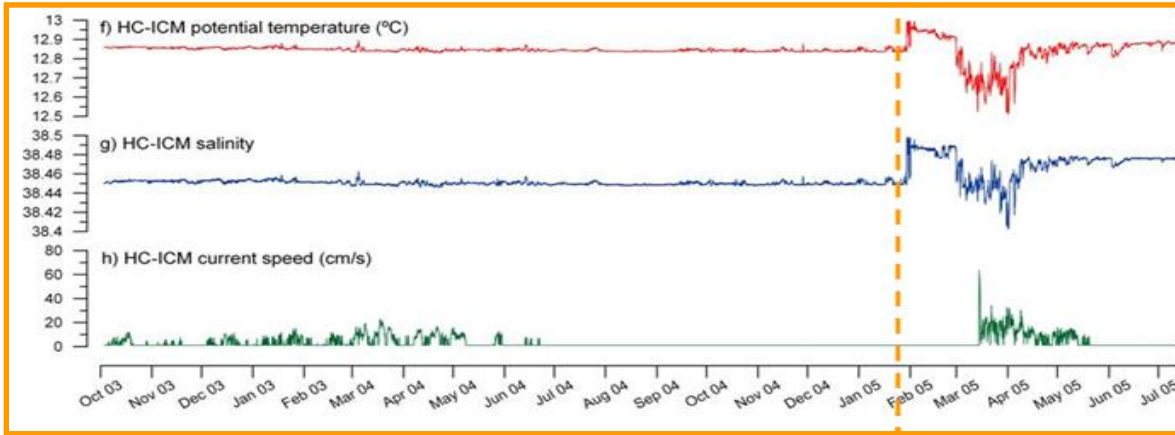
L'océan "retira" part de l'excès de calor

$$0-2000 \text{ m} = 0-700 \text{ m} + 700-2000 \text{ m}$$



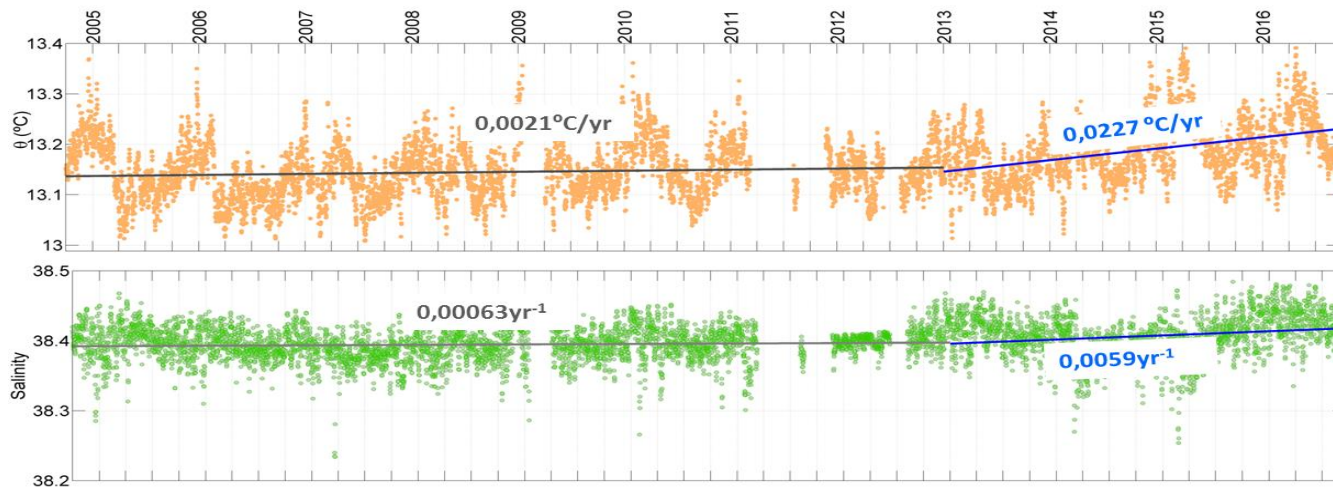
... també a la Mediterrània

Canvi brusc en l'aigua fonda el 2005

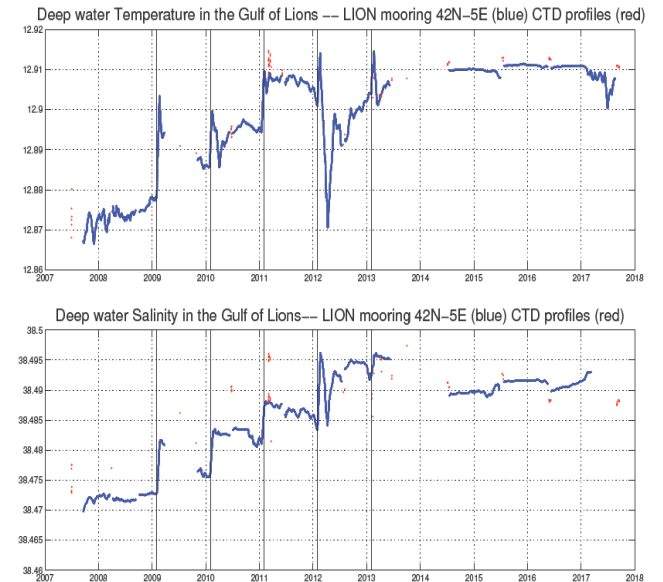


darrers anys

sortida per Gibraltar 2005-2016

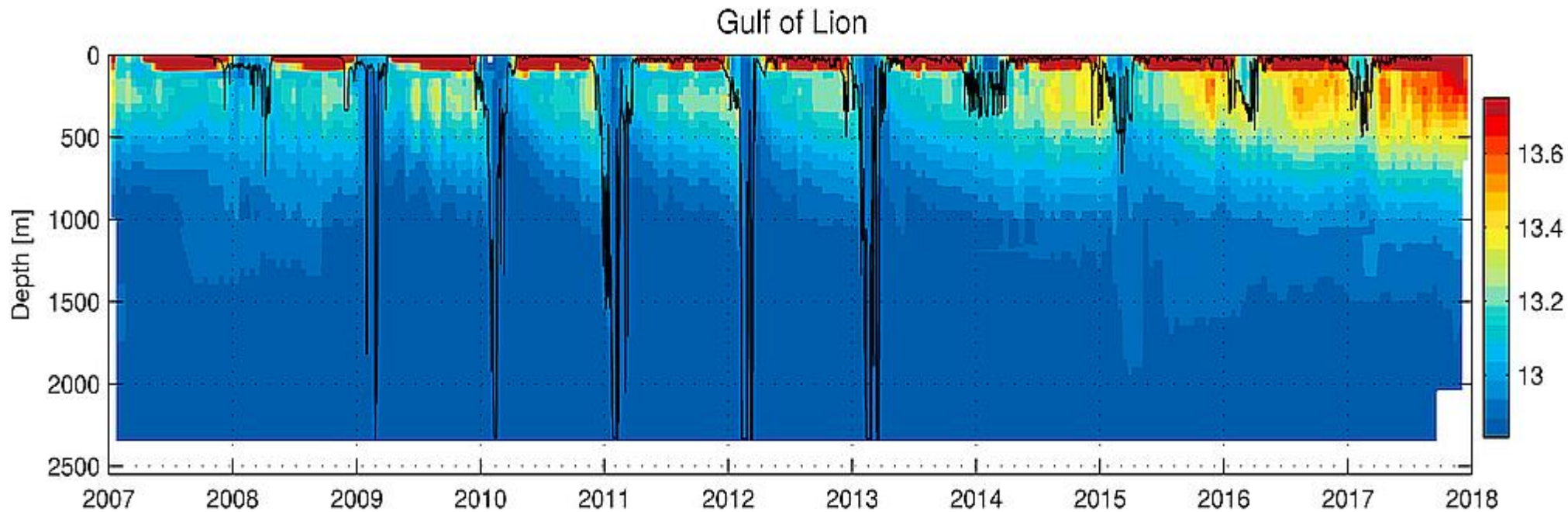
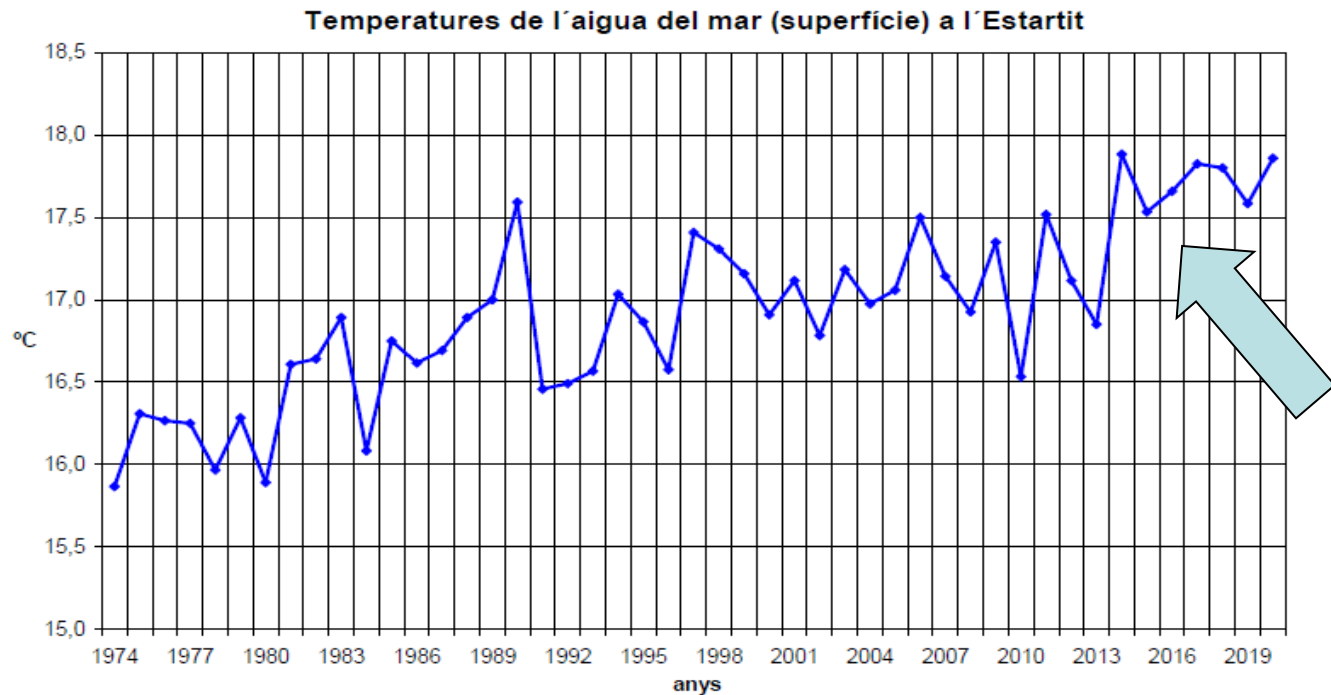


(Naranjo et al., 2017)



Felix Margirier et al. Liège Colloquium 2018

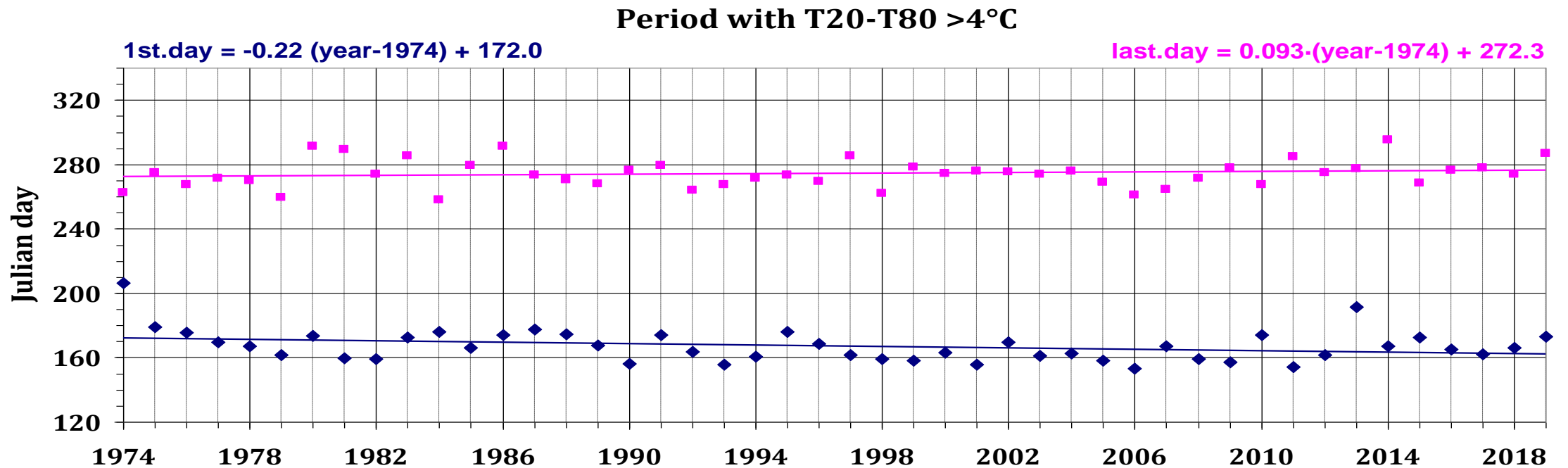
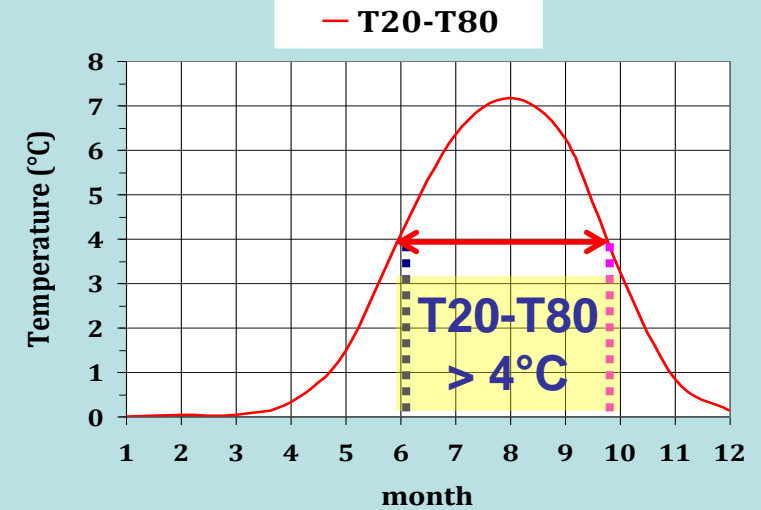
sense formació
d'aigua fonda
des del 2014



Alteracions dels cicles anuals:

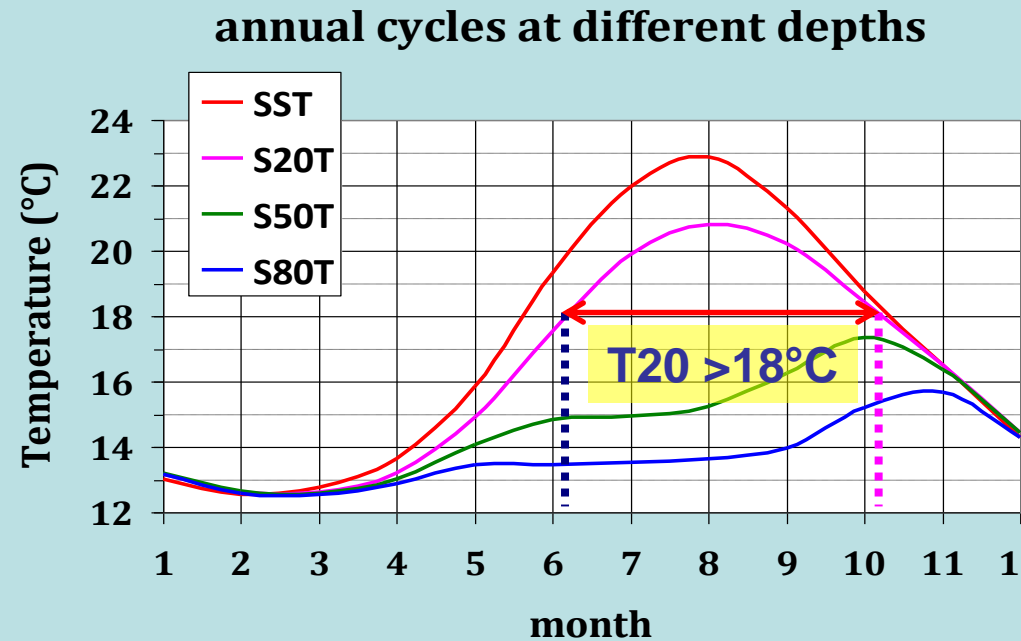
dades de l'Estartit 1974-2019 (Josep Pascual)

1. Inici i final del període
d'estratificació:
s'avança (i s'allarga)
0,22 dies /any

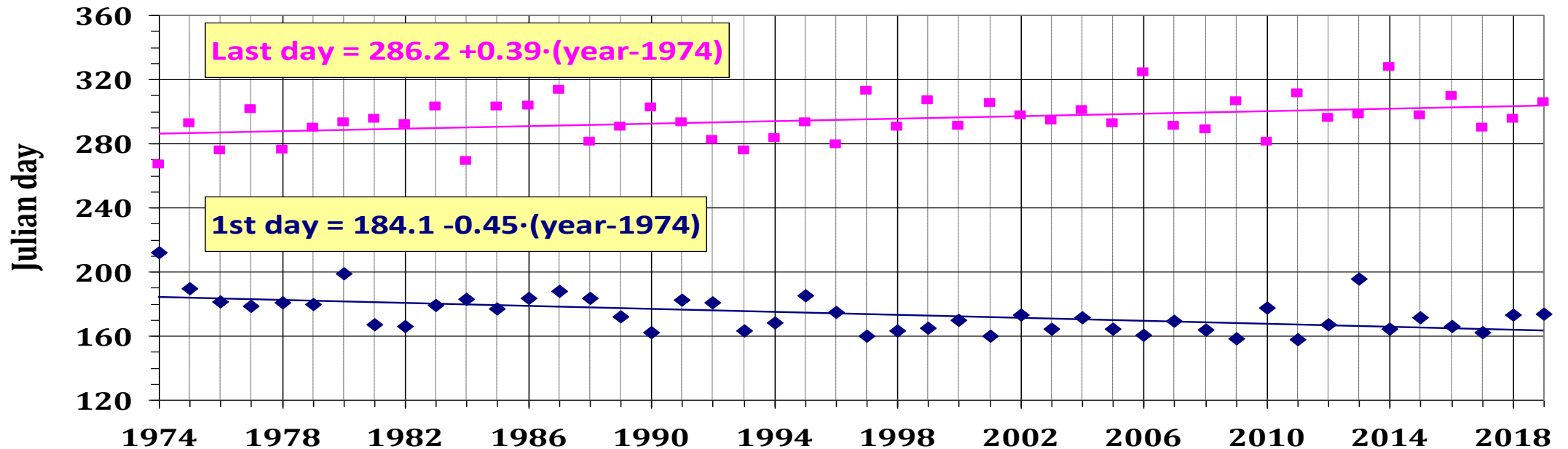


2. Inici i final del període d'estiu ($>18^{\circ}\text{C}$ a 20 m)

s'avança l'inici, es retarda el final i s'allarga 0,84 dies /any

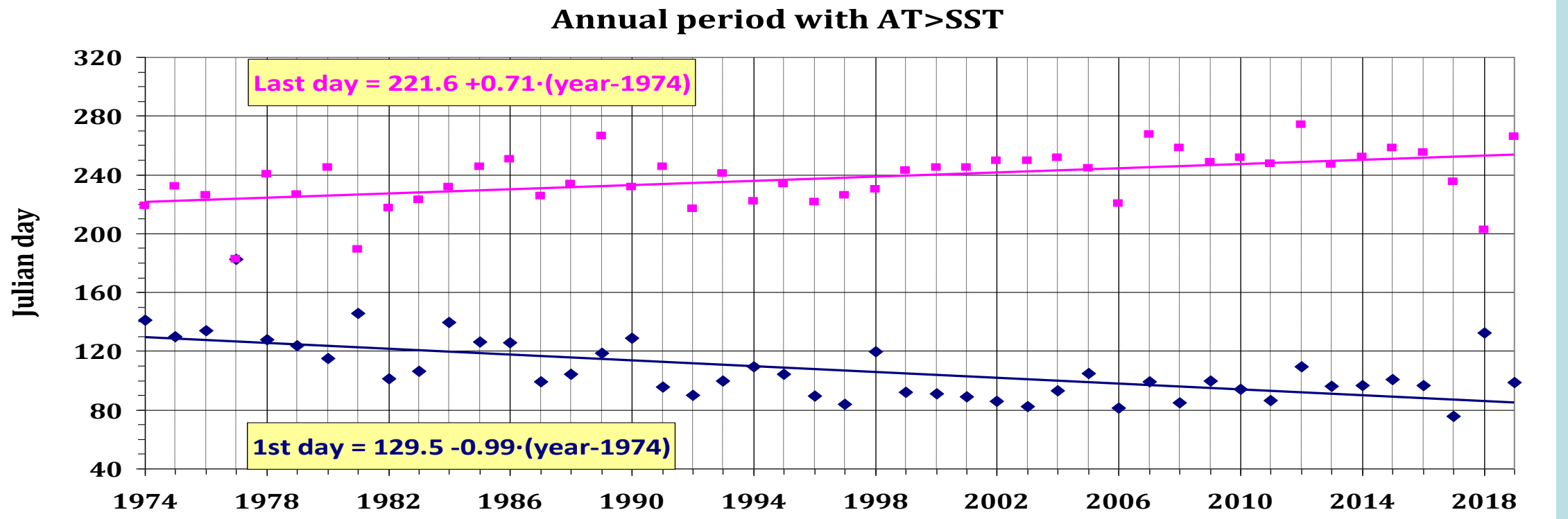
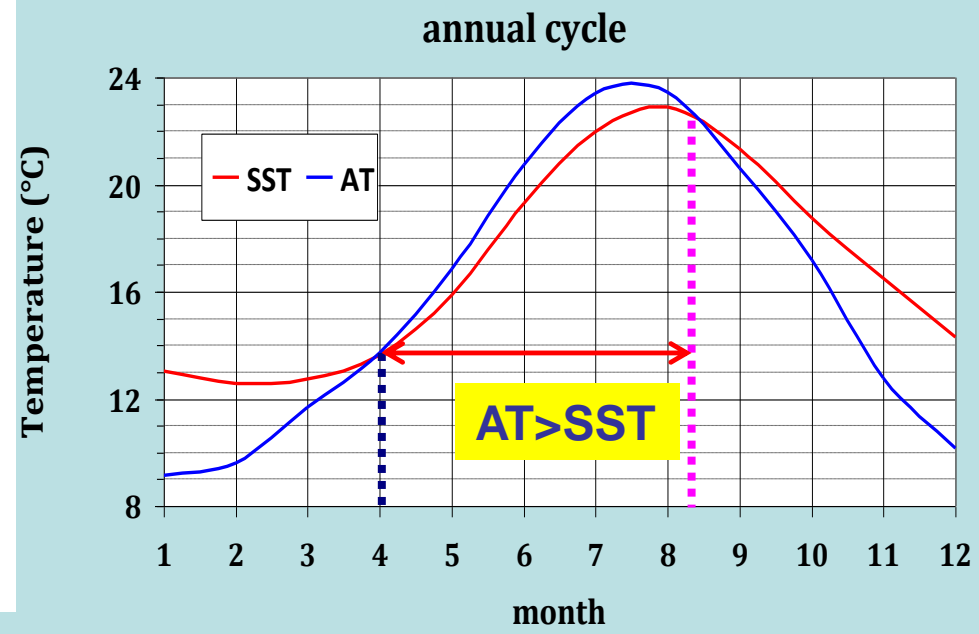


Annual period with $S_{20T} > 18^{\circ}\text{C}$



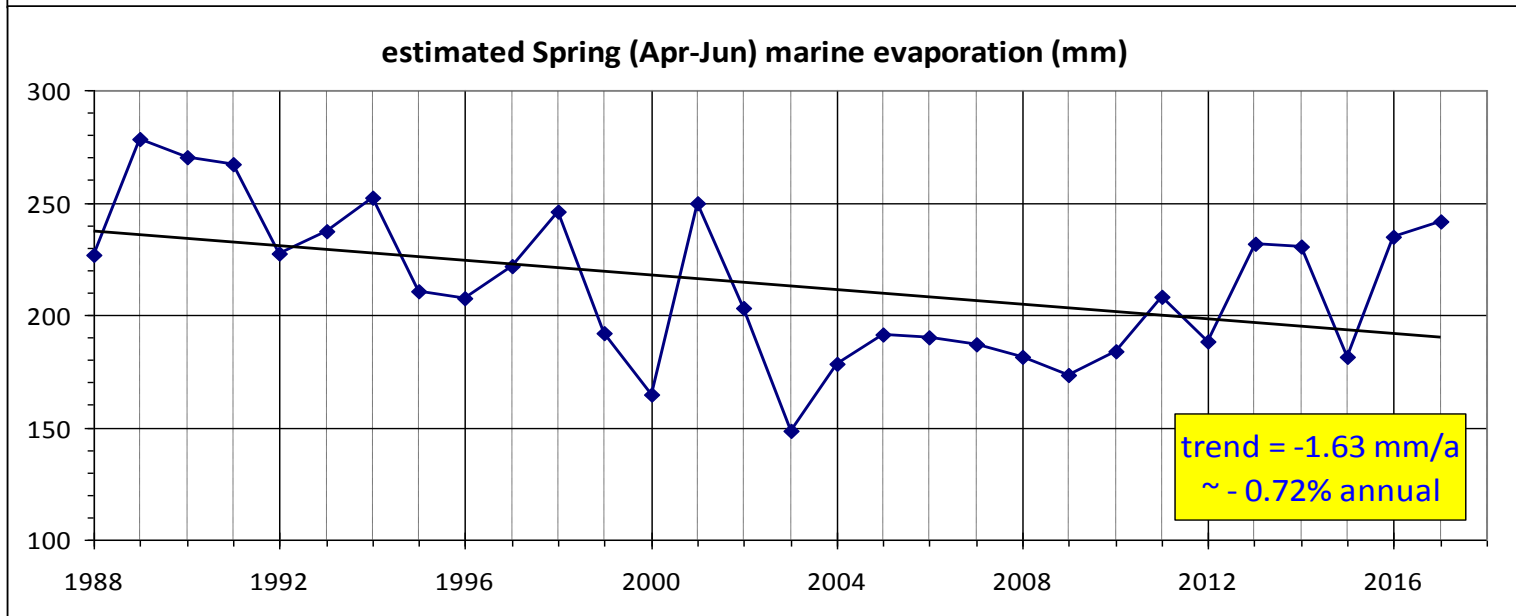
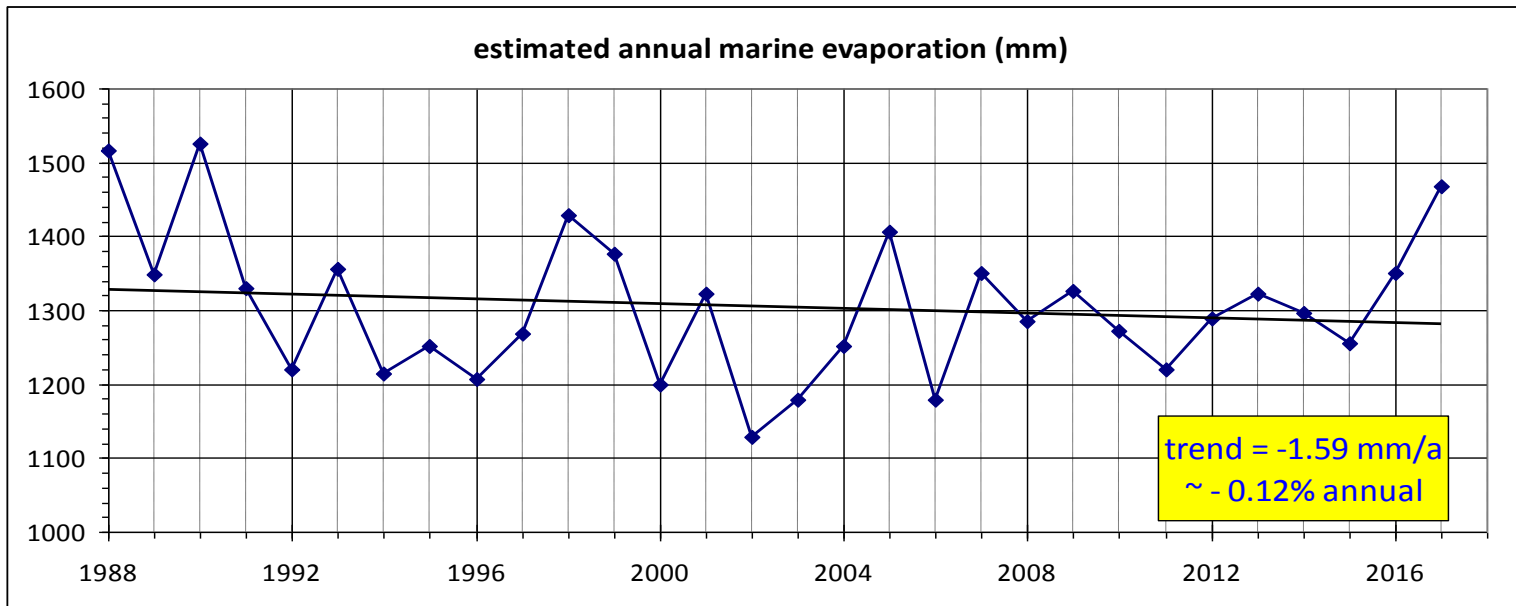
3. Inici i final del període amb
T. aire > T. superfície
(que dificulta l'evaporació marina)

s'avança l'inici, es retarda el
final i s'allarga
1,7 dies /any



Altres tendències:

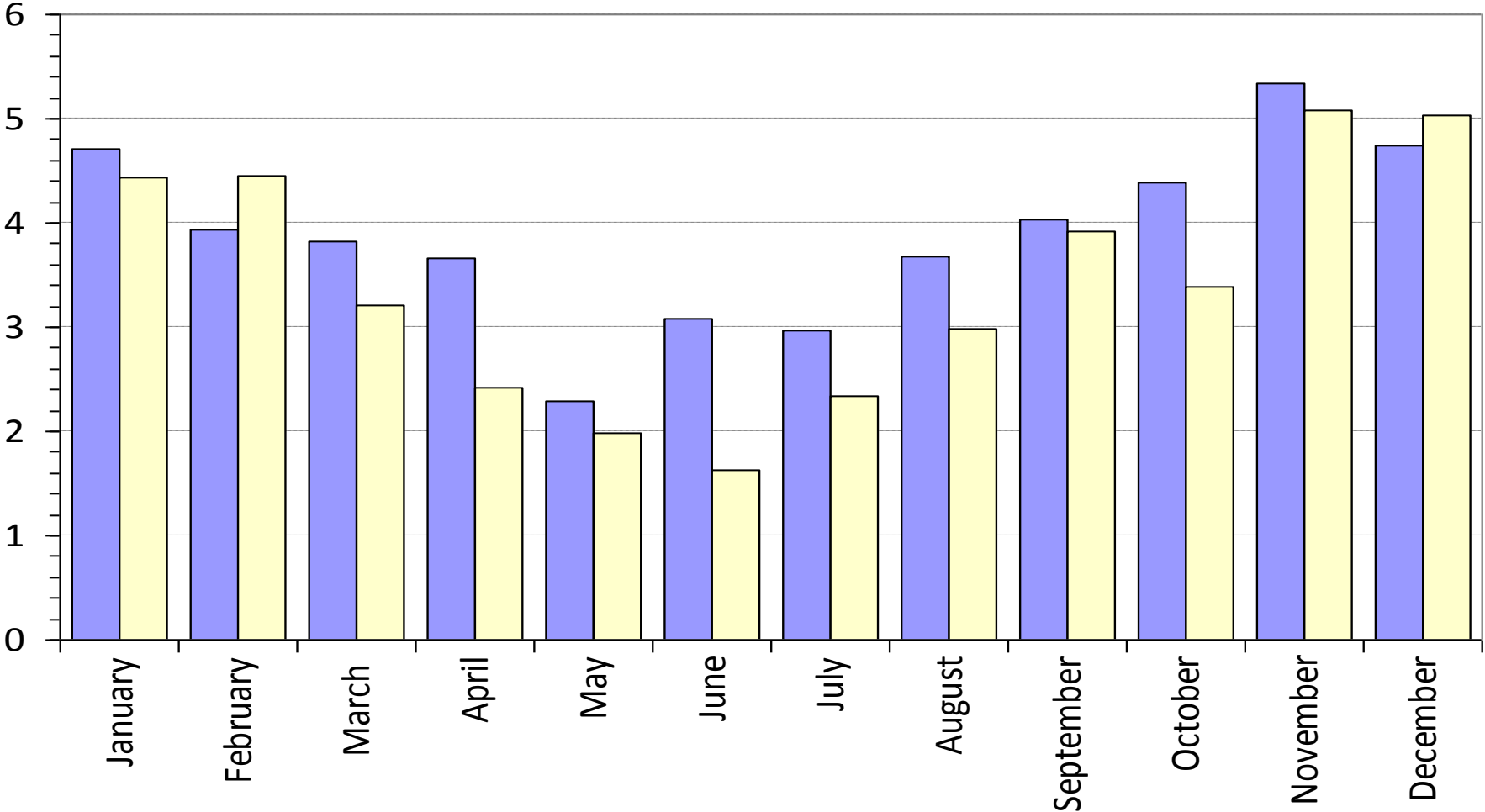
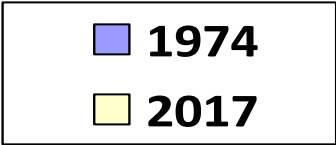
dades de l'Estartit 1974-2019 (Josep Pascual)



Important
reducció de
l'evaporació
marina,
especialment
a la primavera

menys aigua
disponible per
precipitar

estimated evolution of monthly marine evaporation (mm/d)



Comentaris finals

- Hi ha canvis progressius ... i canvis sobtats
(els models no resolen gaire bé els canvis sobtats)
- Hi ha reserves de calor, retirat de la superfície, dins l'oceà
(no se sap quan –ni com– ens el tornaran)
- Hi ha diferències de ritme d'escalfament entre el mar i l'aire,
i entre capes, dins el mar
(poden afectar el cicle de l'aigua i règim de precipitacions)
- Tenim un problema i molta incertesa
(l'oceà encara ens pot explicar moltes més coses....)

PERÒ CAL OBSERVAR-LO I ESTUDIAR-LO



Recordem...

Cal que hi hagin més observacions
del mar a llarg termini, per què

els canvis avisen poc a poc
però els problemes
venen de cop

Hem vist el paper dels mars i oceans en
l'impacte del Canvi Global però no hem
d'oblidar el nostre paper en els mars i oceans



MOLTES GRÀCIES

