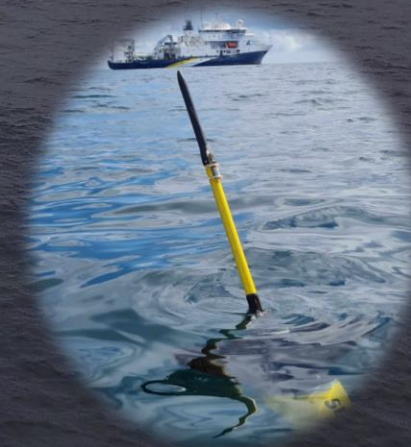




Le couplage glider/UVP, un atout majeur pour l'étude de la pompe biologique de carbone ?

Premiers retours d'expérience de la campagne APERO



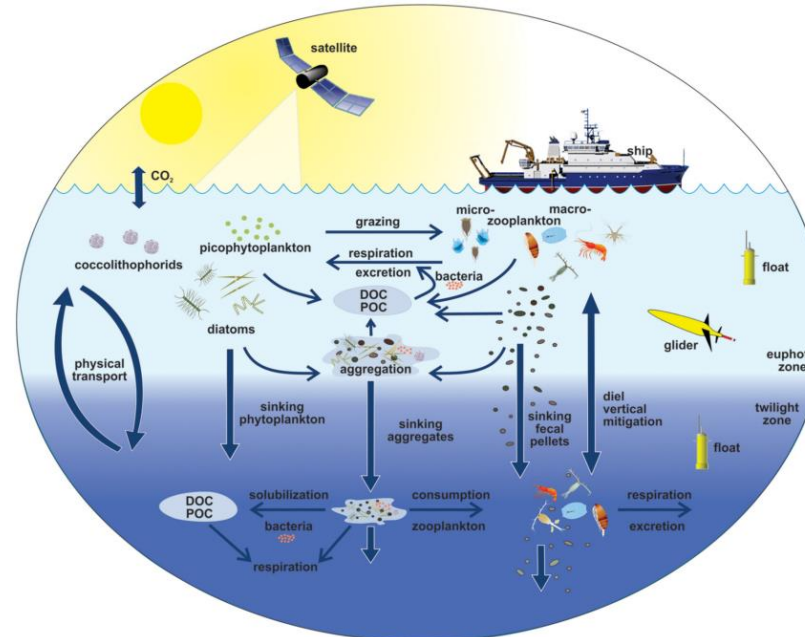
CHEVILLON Elisabeth (MIO), BOSSE Anthony (MIO), ZAKARDJIAN Bruno (MIO), GUIDI Lionel (LOV), ACCARDO Alexandre (LOV), BHAIRY Nagib (MIO), FUDA Jean-Luc (MIO), PICHERAL Marc (LOV), LUNEAU Christopher (OSU Pytheas), DASI Paul (DT-INSU)

© Simon Rondeau

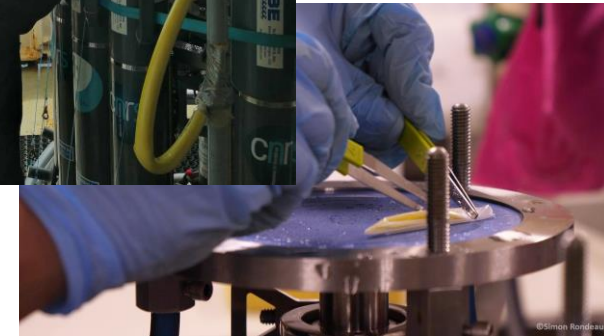


Assessing marine biogenic matter **P**roduction, **E**xport and **R**emineralisation : from the surface to the dark **O**cean

- Projet impliquant une communauté internationale de plus de **120 scientifiques** autour de la **pompe biologique de carbone** dans l'océan
- 3 co-PIs :
 - L. **MEMERY** (CNRS, LEMAR, Brest)
 - C. **TAMBURINI** (CNRS, MIO, Marseille)
 - L. **GUIDI** (CNRS, LOV, Villefranche-sur-Mer)



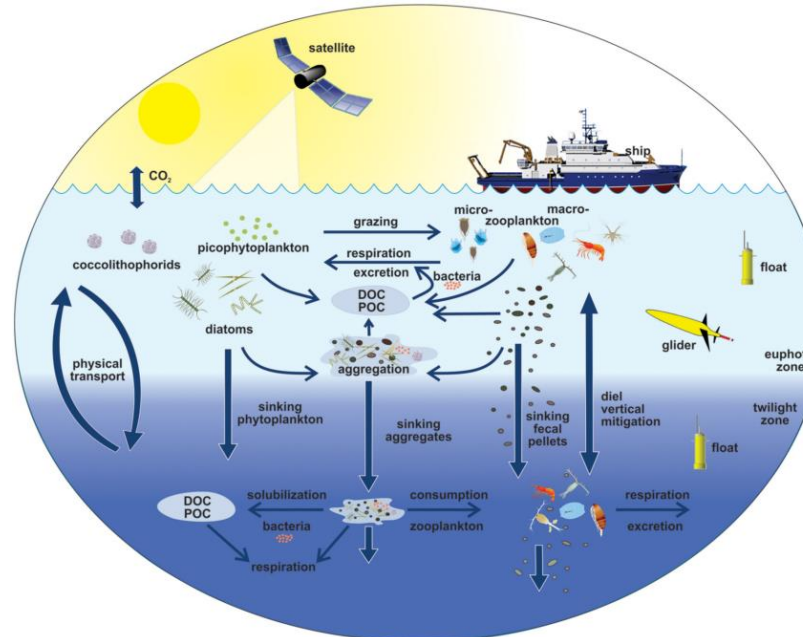
From Siegel et al. 2016



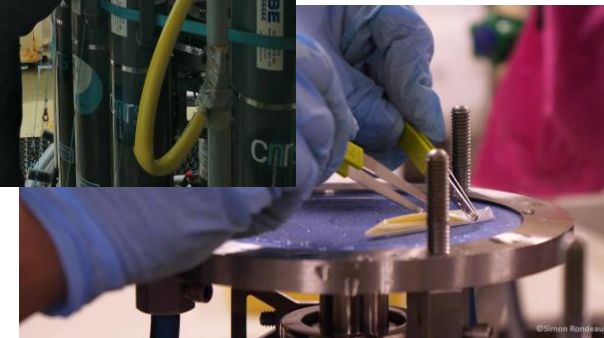


Assessing marine biogenic matter **P**roduction, **E**xport and **R**emineralisation : from the surface to the dark **O**cean

- Projet impliquant une communauté internationale de plus de **120 scientifiques** autour de la **pompe biologique de carbone** dans l'océan
- 3 co-PIs :
 - L. **MEMERY** (CNRS, LEMAR, Brest)
 - C. **TAMBURINI** (CNRS, MIO, Marseille)
 - L. **GUIDI** (CNRS, LOV, Villefranche-sur-Mer)



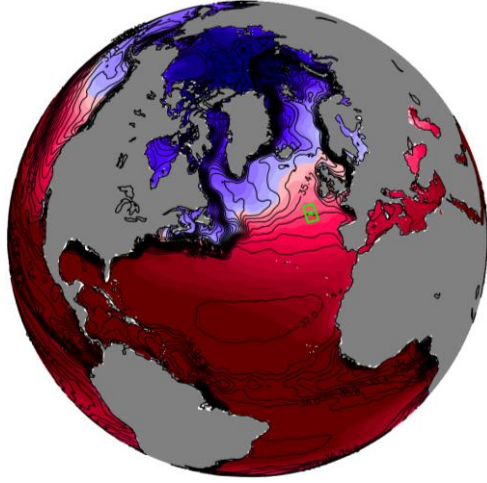
From Siegel et al. 2016



Quantifier les connexions **physiques**, **écologiques** et **biogéochimiques** entre la couche de surface et le domaine mésopélagique, pour une meilleure compréhension de la **pompe biologique de carbone** et de son rôle sur le **piégeage du carbone anthropique** dans l'océan

Stratégie de campagne

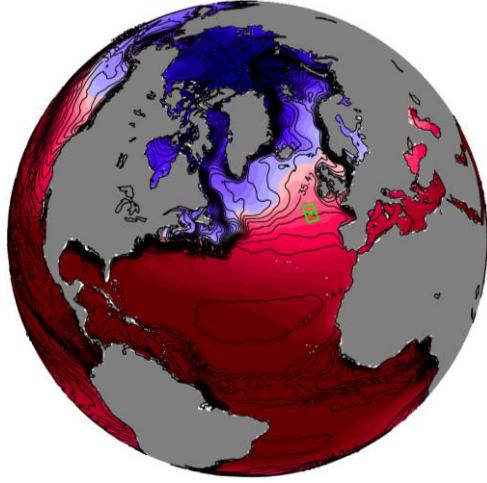
→ Où ?



- Au large de l'**Atlantique Nord-Est** dans la zone de la station permanente britannique PAP (*Porcupine Abyssal Plain*)

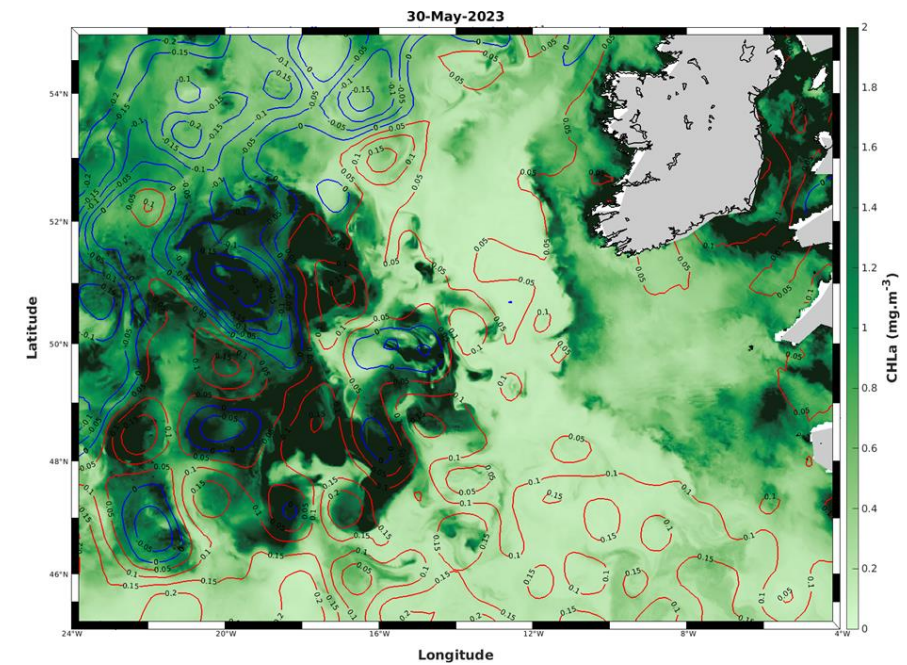
Stratégie de campagne

→ Où ?



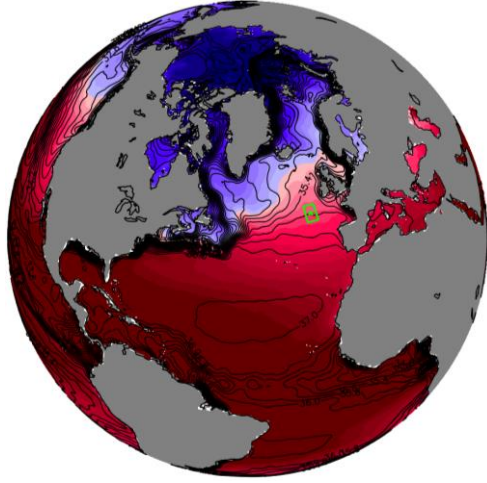
→ Quand ?

- Du 3 juin au 15 juillet 2023 au moment du maximum d'export particulaire (fin du bloom phytoplanctonique printanier)
- Au large de l'Atlantique Nord-Est dans la zone de la station permanente britannique PAP (*Porcupine Abyssal Plain*)



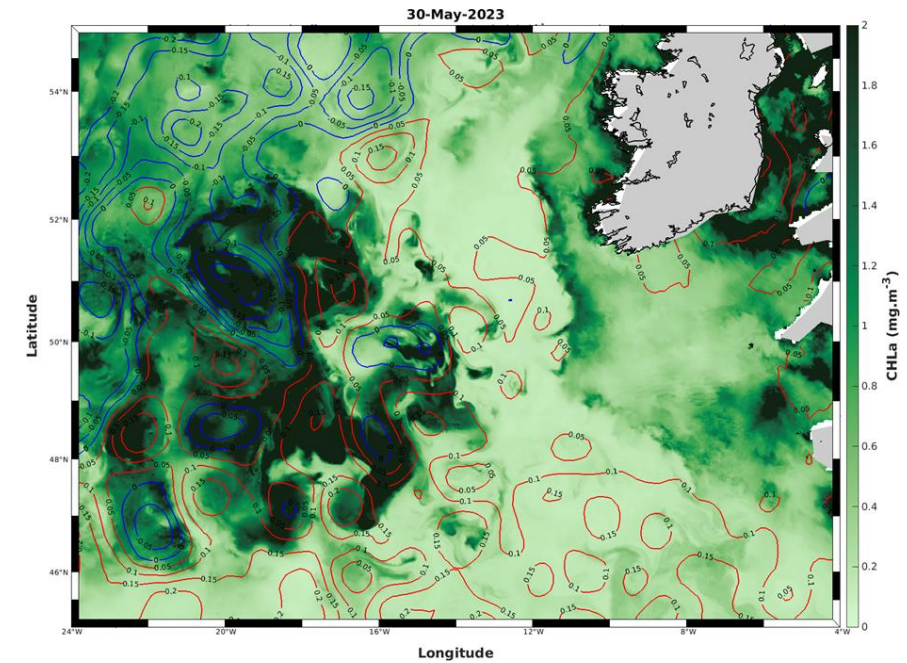
Stratégie de campagne

→ Où ?



→ Quand ?

- Du 3 juin au 15 juillet 2023 au moment du maximum d'export particulaire (fin du bloom phytoplanctonique printanier)
- Au large de l'Atlantique Nord-Est dans la zone de la station permanente britannique PAP (*Porcupine Abyssal Plain*)



→ Comment ?



N/O *Le Thalassa*
(25 scientifiques)

Couverture régionale :
Acoustique/Filets/Chaluts/OMICS



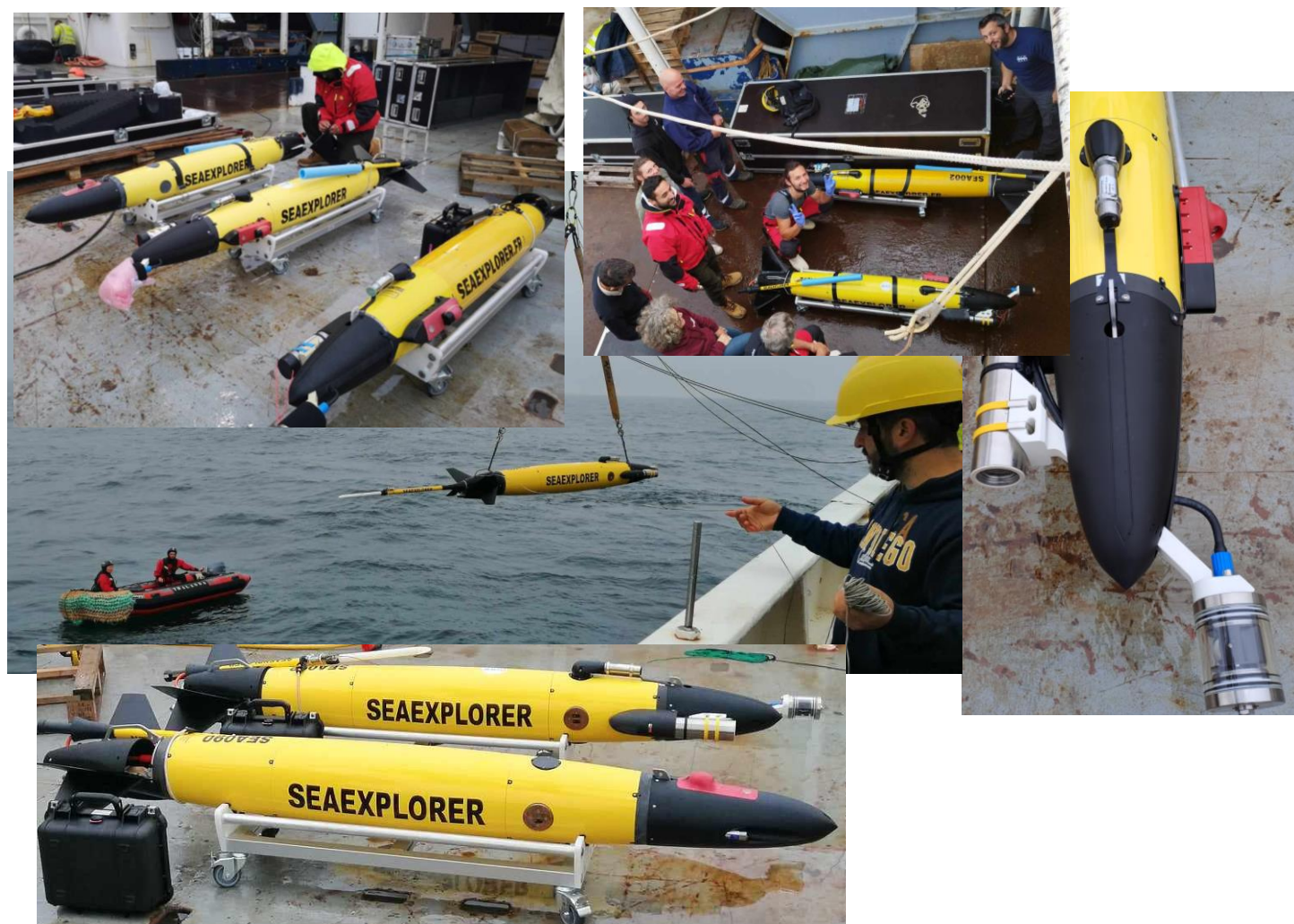
N/O *Le Pourquoi Pas ?*
(40 scientifiques)

Etudes de processus :
Mouillage dérivant de pièges à particules
Sections biogéochimiques hautes résolutions

+ Analyse en temps réel à terre :
satellites, modèles opérationnels,
données in situ, ZOOM journalier
→ **Stratégie adaptative**

+ Plateformes autonomes :

- 4 BGC-Argo
- 3 gliders SeaExplorer dont 2 avec UVP6



SEA090

(0-1000 m)

9 juin au 6 juillet

- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLNTU (Chlorophylle + Turbidité)

SEA002

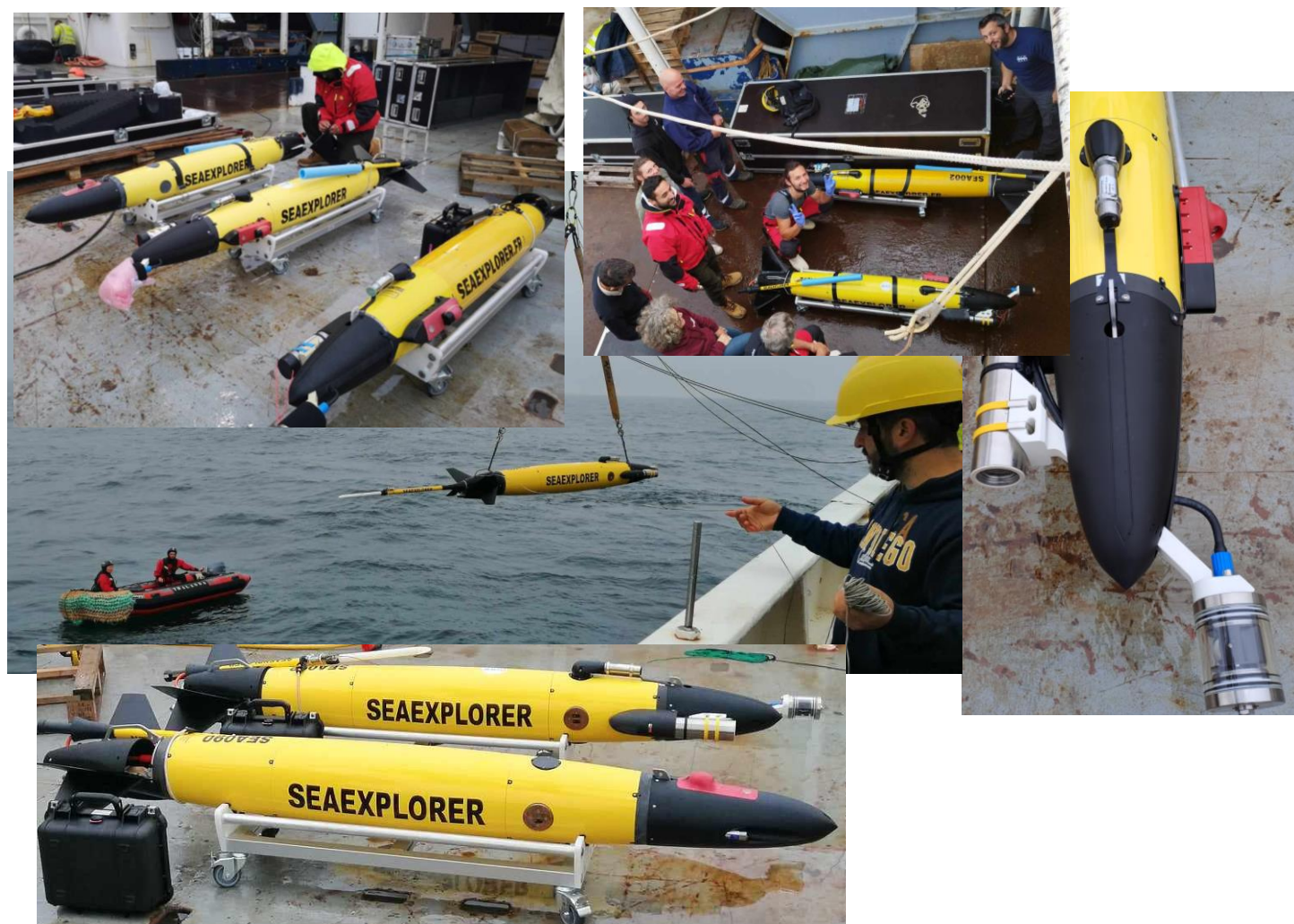
(0-600 m)

SEA092

(0-1000 m)

9 juin au 3 juillet

- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLBB CD (Chlorophylle + BackScattering + CDOM)
- ❖ UVP6



SEA002

(0-600 m)

SEA092

(0-1000 m)

9 juin au 3 juillet

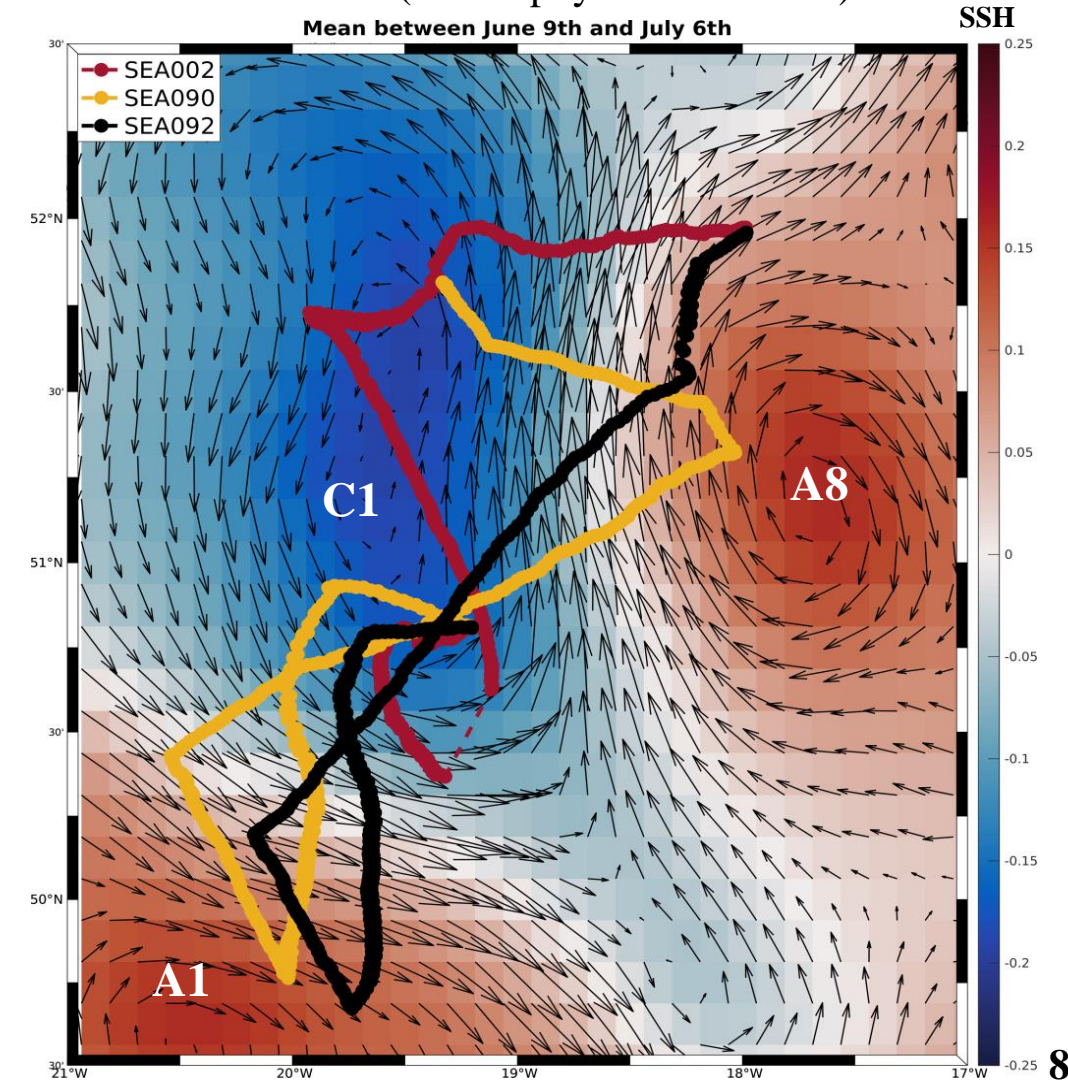
- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLBB CD (Chlorophylle + BackScattering + CDOM)
- ❖ UVP6

SEA090

(0-1000 m)

9 juin au 6 juillet

- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLNTU (Chlorophylle + Turbidité)





SEA002

(0-600 m)

9 juin au 3 juillet

SEA092

(0-1000 m)

- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLBB CD (Chlorophylle + BackScattering + CDOM)
- ❖ UVP6

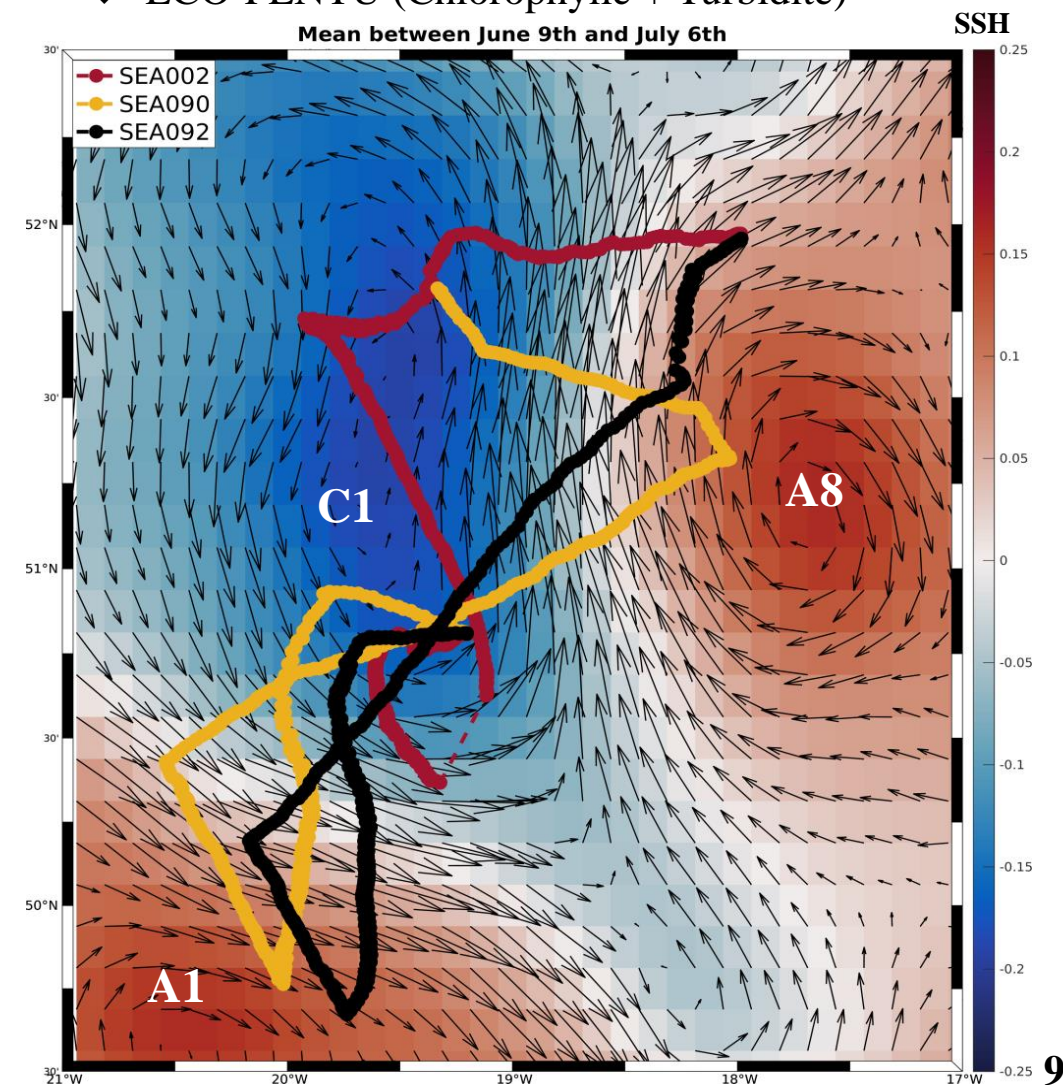
**Un total de 8
sections frontales
haute résolution
réalisées, dont la
moitié avec UVP6**

SEA090

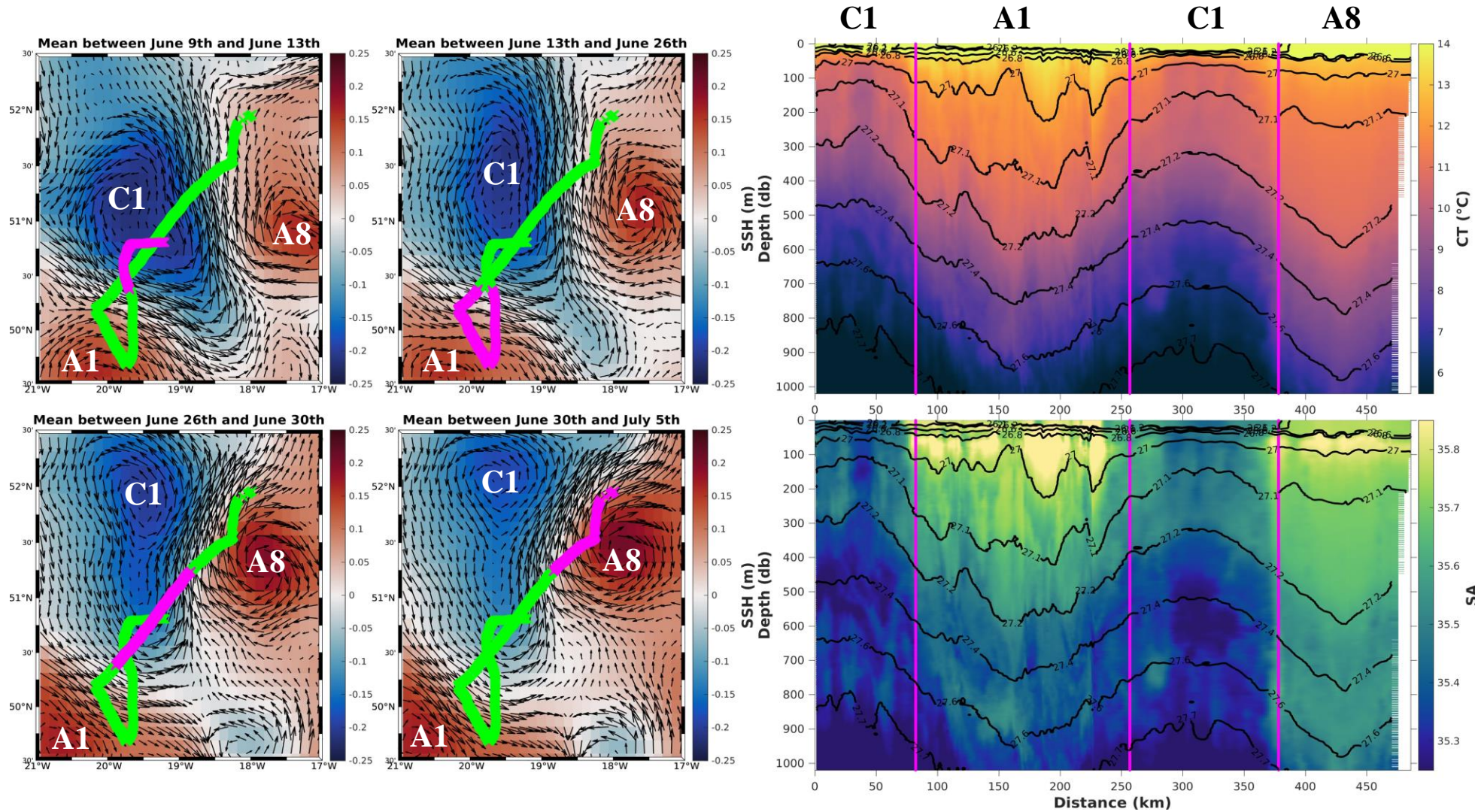
(0-1000 m)

9 juin au 6 juillet

- ❖ CTD RBRlegato
- ❖ AROD_FT (Oxygène)
- ❖ ECO-FLNTU (Chlorophylle + Turbidité)



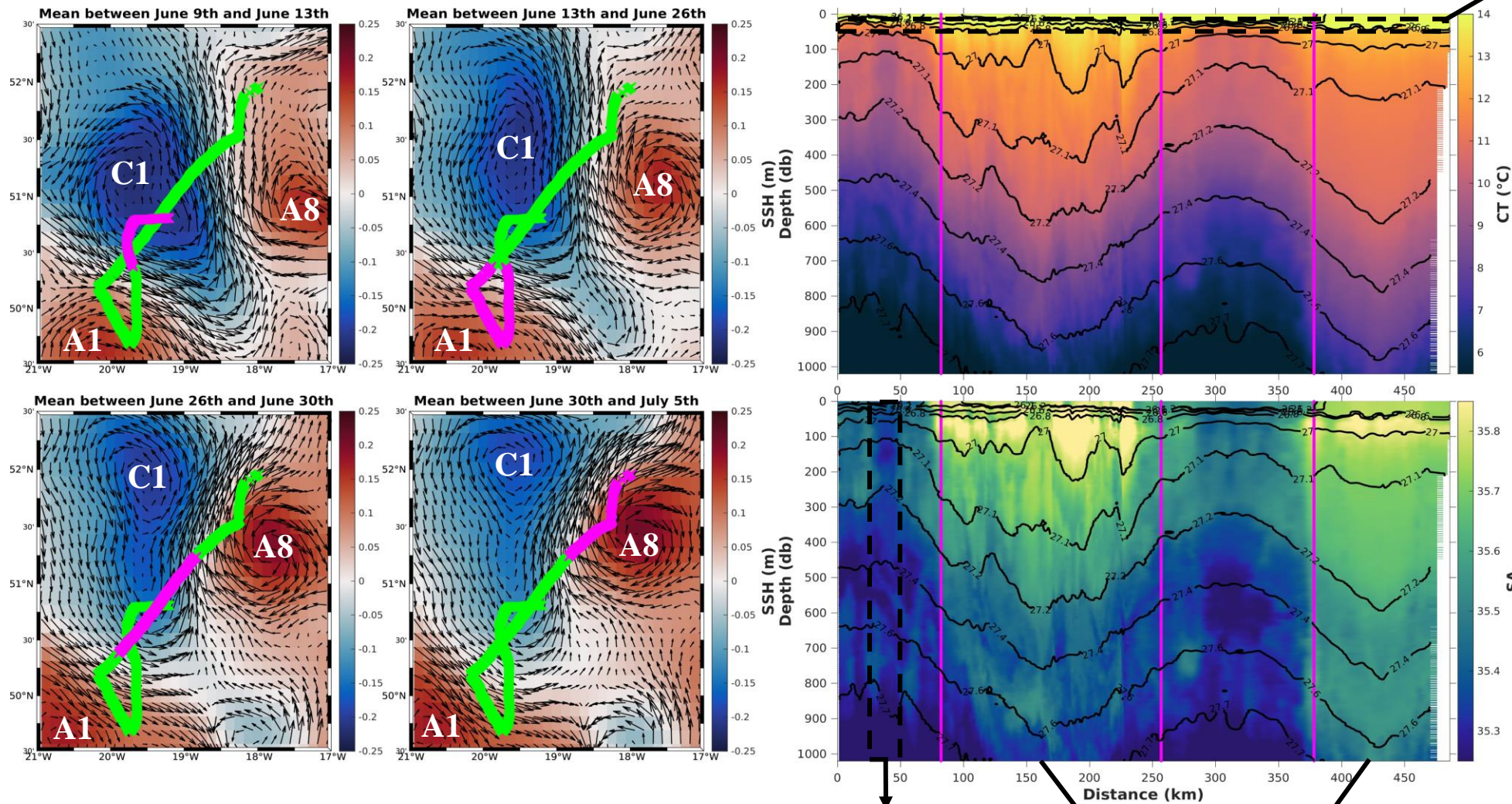
Contexte altimétrique du trajet SEA092 et sections verticales de la température conservative (CT TEOS-10) et de la salinité absolue (SA TEOS-10)



ADT (AVISO/CMEMS) : En vert le trajet de SEA092 et en magenta le temps de résidence moyen du glider dans un cyclone ou un anticyclone

Contexte altimétrique du trajet SEA092 et sections verticales de la température conservative (CT TEOS-10) et de la salinité absolue (SA TEOS-10)

MLD + thermocline
saisonnière ~ 20-30 m



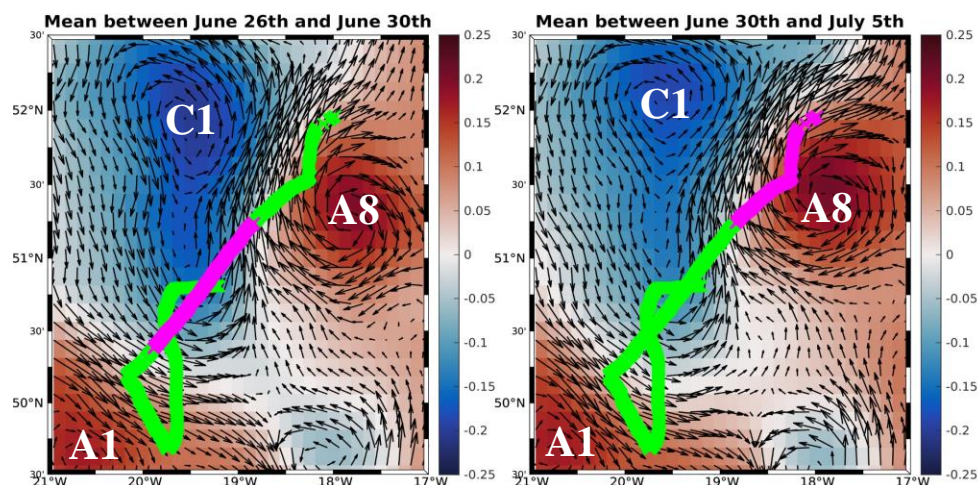
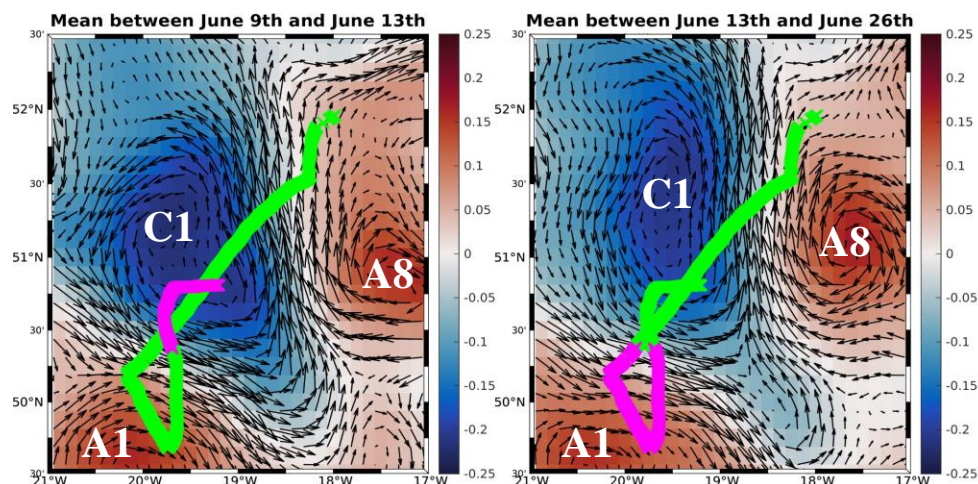
ADT (AVISO/CMEMS) : En vert le trajet de SEA092 et en magenta le temps de résidence moyen du glider dans un cyclone ou un anticyclone

Cœur de C1 ?

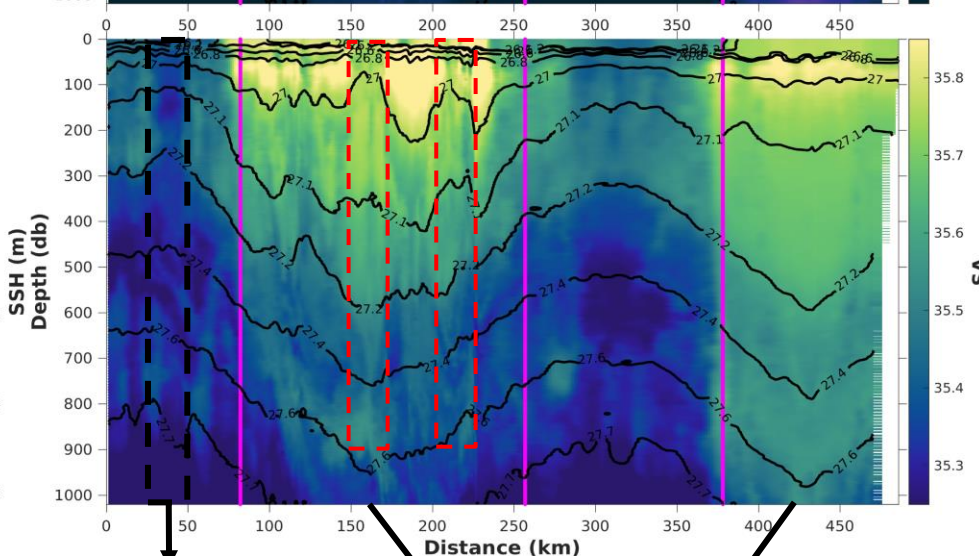
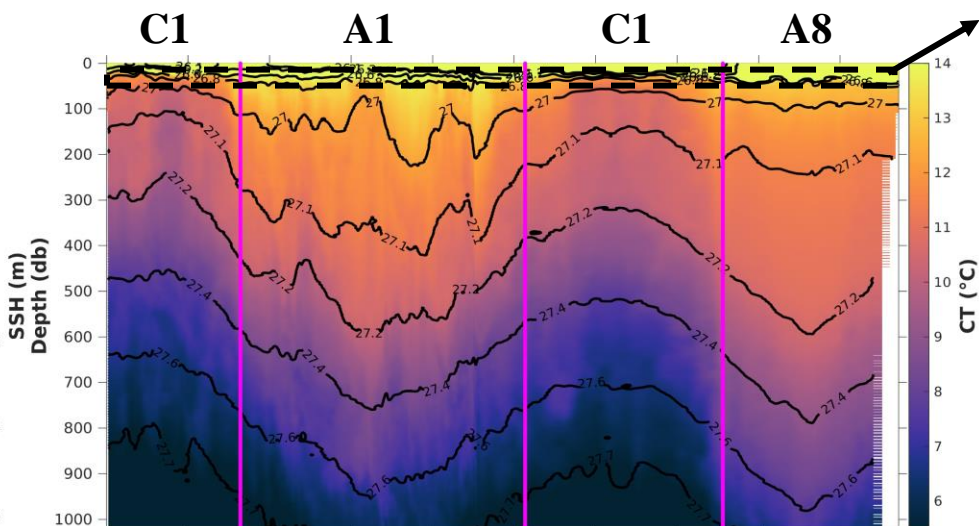
Variabilité **plus importante** au niveau de A1 :
difficulté du glider près du front C1/A1 ?

Contexte altimétrique du trajet SEA092 et sections verticales de la température conservative (CT TEOS-10) et de la salinité absolue (SA TEOS-10)

MLD + thermocline
saisonnière ~ 20-30 m



ADT (AVISO/CMEMS) : En vert le trajet de SEA092 et en magenta le temps de résidence moyen du glider dans un cyclone ou un anticyclone



Cœur de C1 ?

Variabilité **plus importante** au niveau de A1 :
difficulté du glider près du front C1/A1 ?

- **Cyclone** → Eastern North Atlantic Central Water of subpolar (ENACWp)

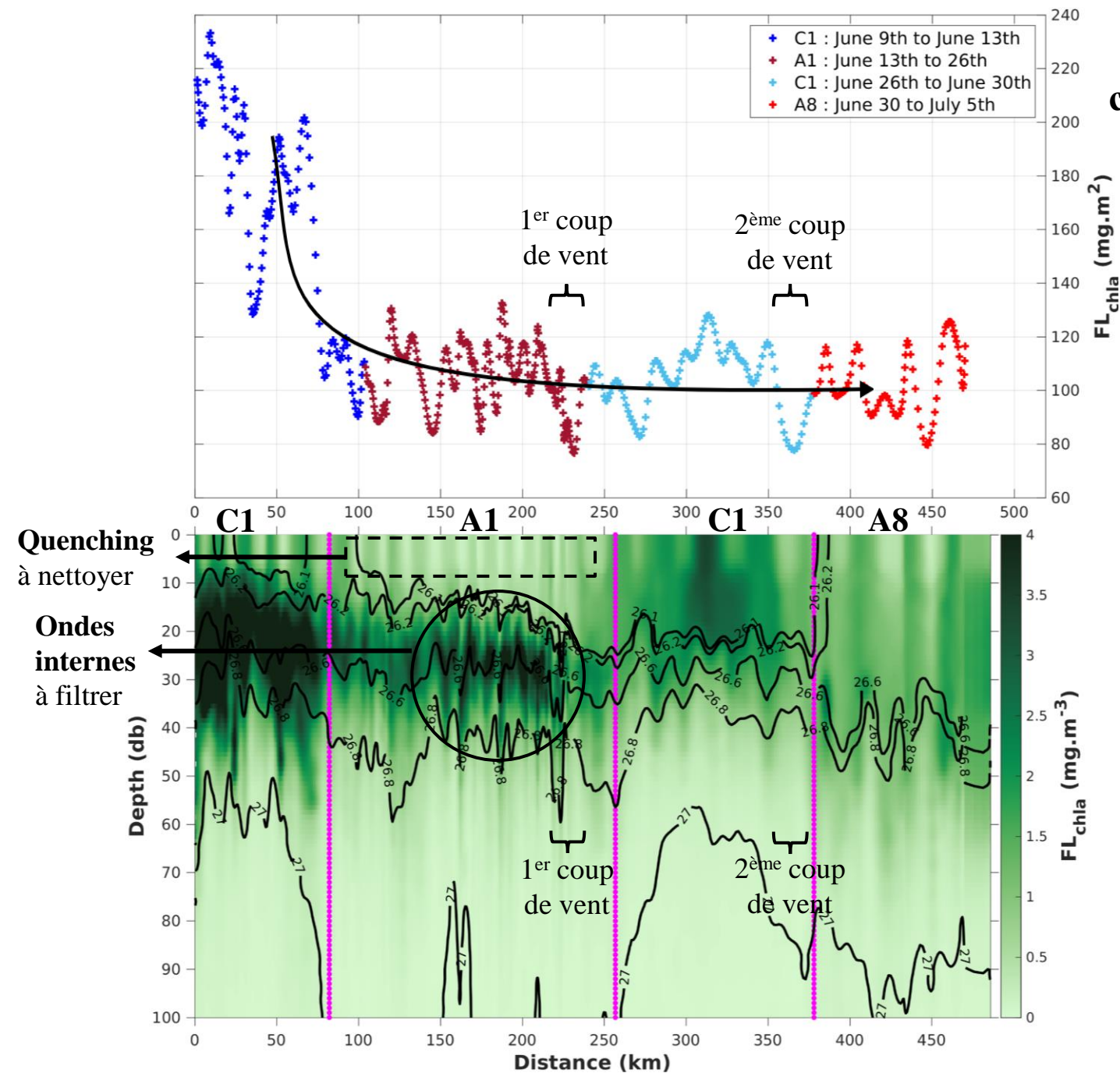
- **Anticyclone** → ENACWt (subtropical)

↪ Fronts de salinité **marqués**

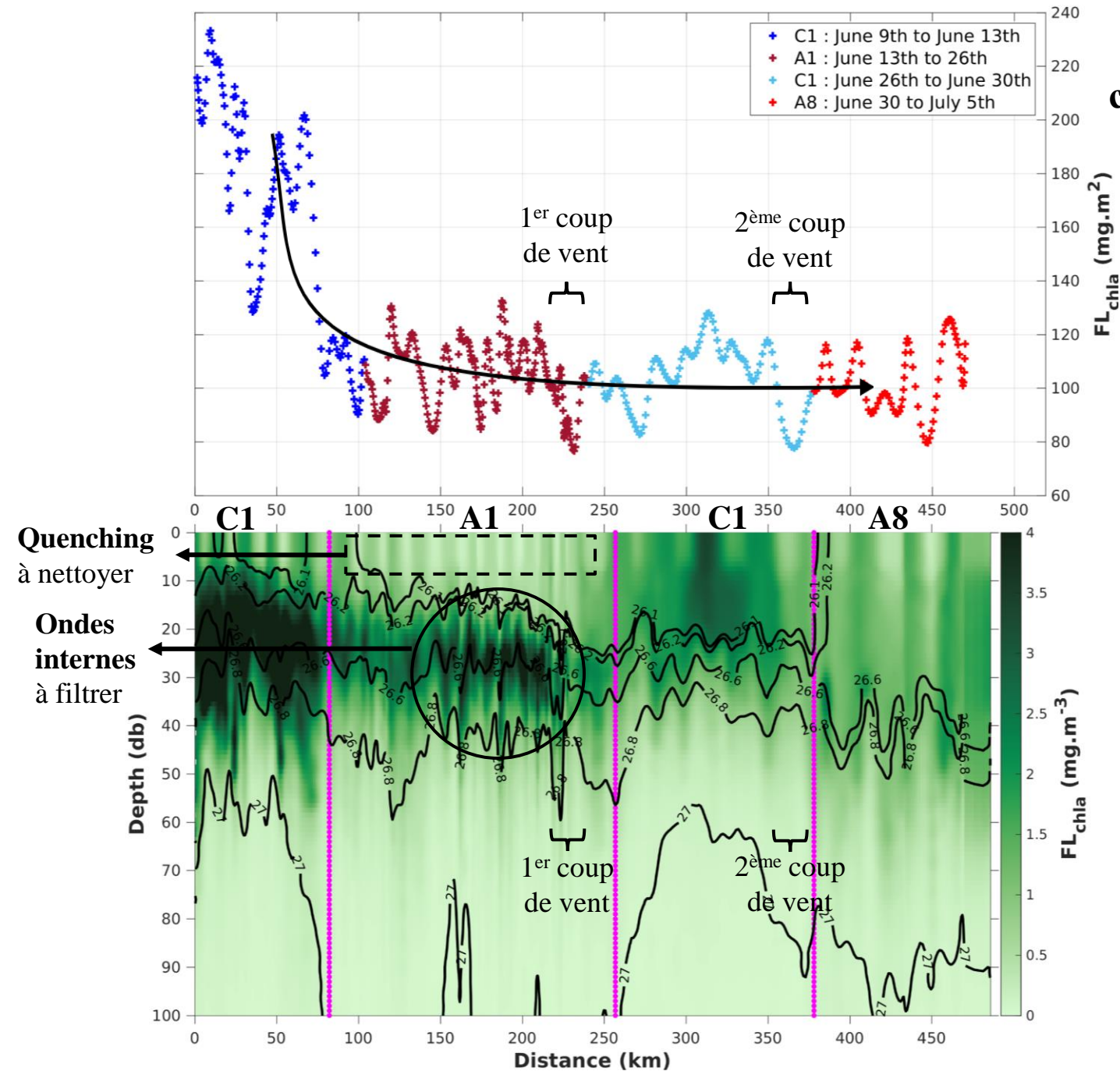
- Signal isopycnal en profondeur (27.2 - 27.6 kg m⁻³) et ADT sont **inversement liés**

- Signal assez **bruité** au niveau des isopycnal de A1 : présence dans le front ? présence de **filaments** ?

Fluorescence de la chlorophylle a intégrée sur la colonne d'eau (mg m^{-2}) et sa section verticale (mg.m^{-3})



Fluorescence de la chlorophylle a intégrée sur la colonne d'eau (mg m^{-2}) et sa section verticale (mg.m^{-3})

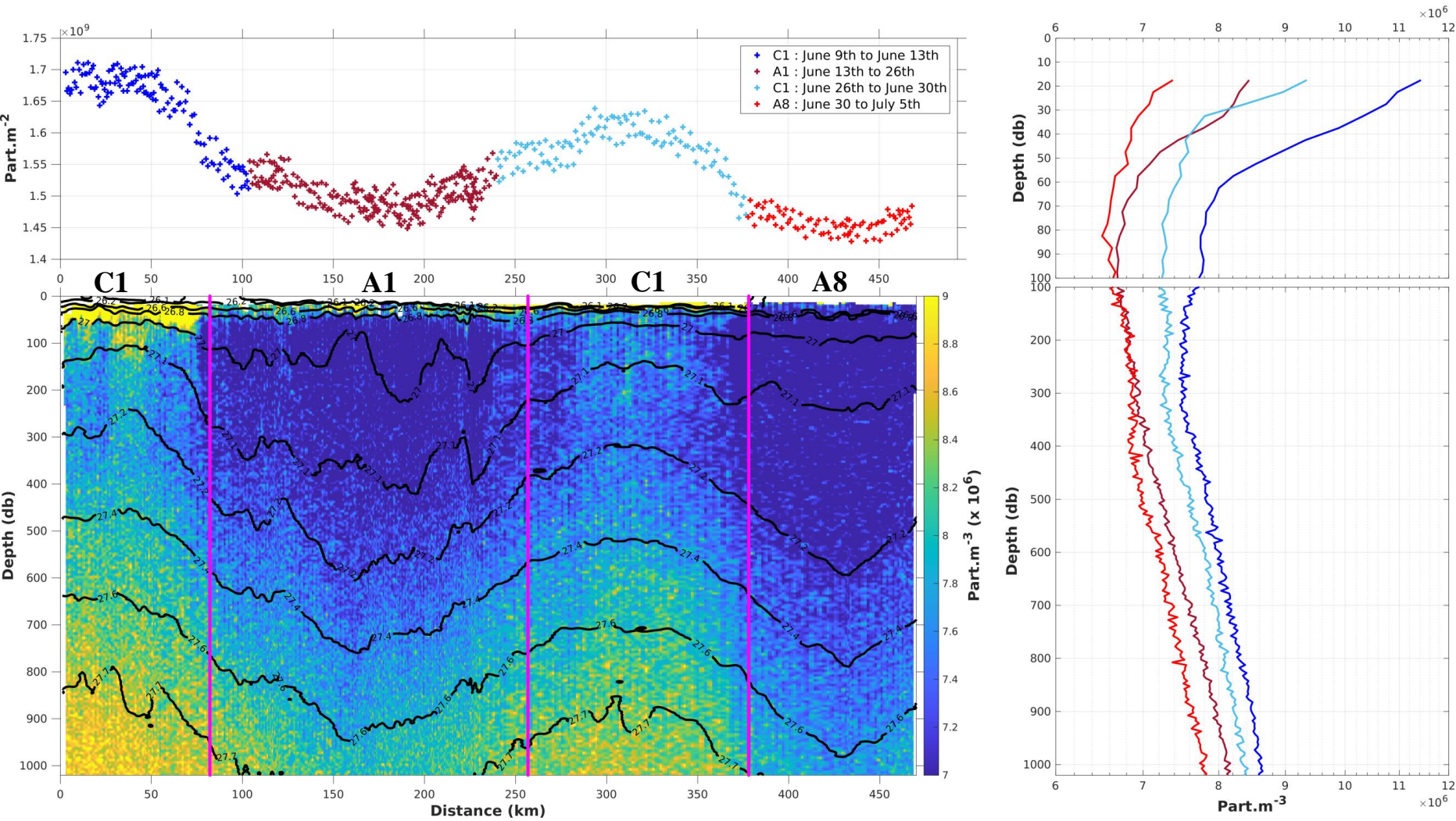


- **Valeurs de bloom** au niveau de C1 en début de déploiement
- Perte de la moitié de chla après le **passage du front** entre C1 et A1
- Sur le reste du déploiement, la chla intégrée reste plutôt **stable** :

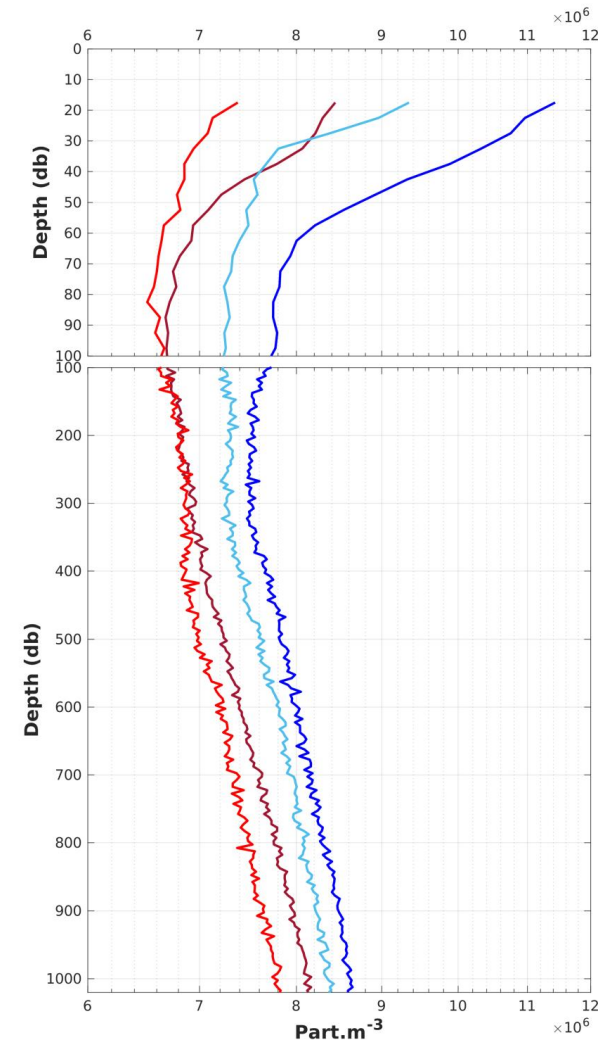
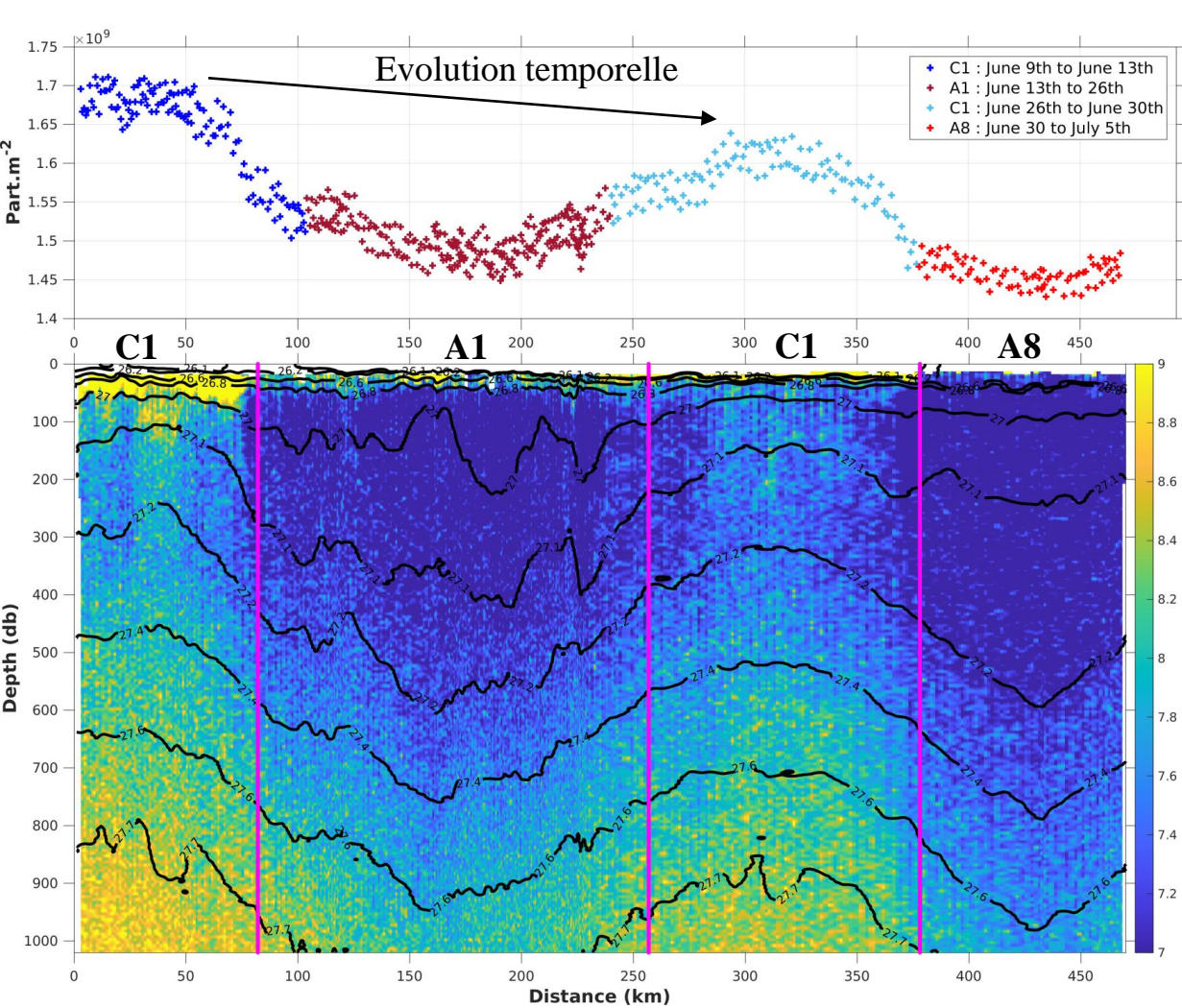
→ En 2 semaines, C1 perd la **moitié** de chla
 → Pas d'effets notables des deux coups de vent : **redistribution sans perte significative**

- 1^{er} coup de vent : **Disparition du DCM** + chla **homogène** dans la MLD
- 2^{ème} coup de vent : **Approfondissement** de la MLD + **dilution** de la chla

Abondances intégrées, section verticale et profils verticaux du nombre de particules UVP6 (50.8 à 64 μm) - SEA092



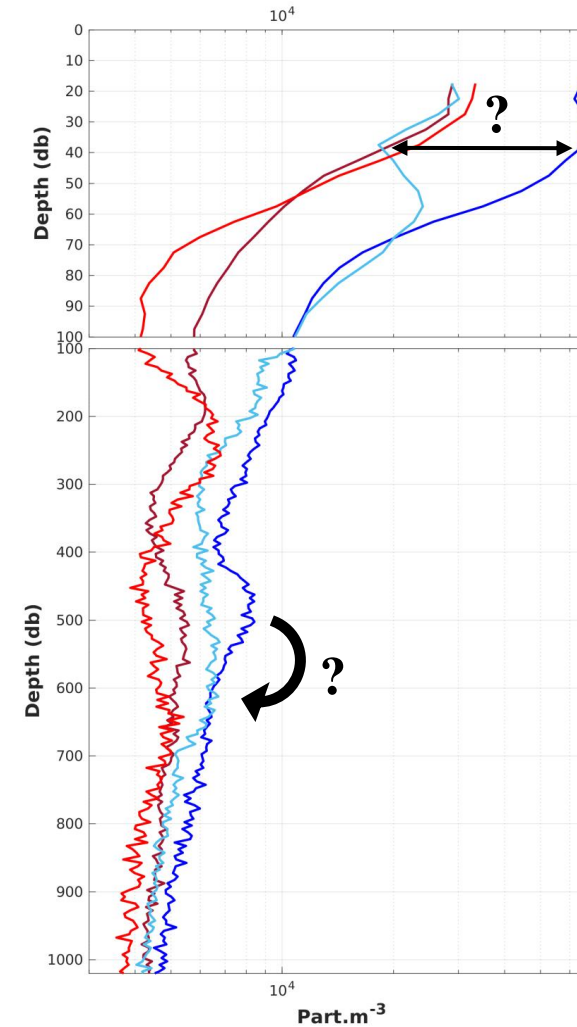
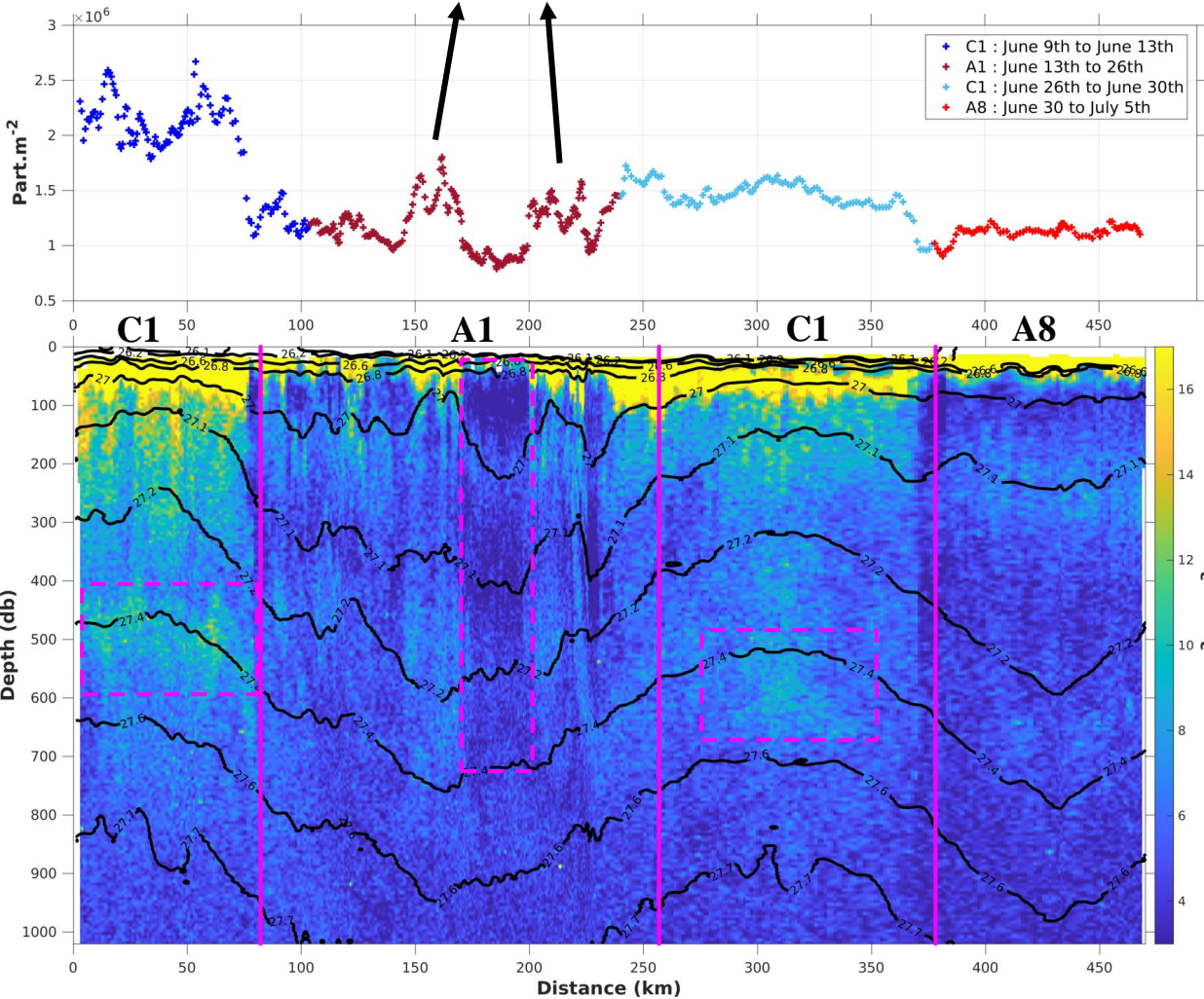
Abondances intégrées, section verticale et profils verticaux du nombre de particules UVP6 (50.8 à 64 μm) - SEA092



- **Différentiation claire** cyclone/anticyclone → [particules] plus importante en C1
- Les fronts sont **marqués jusqu'à 400 m** de profondeur, notamment premier front C1-A1
- Abondance en particules plus importante **en surface** et **sous 500 db**
- Signal des abondances intégrées semble **corrélé** au signal isopycnal profond → **dominance de la mésoéchelle ?**

Abondances intégrées, section verticale et profils verticaux du nombre de particules UVP6 (161 à 203 μm) - SEA092

2 filaments de C1 ?



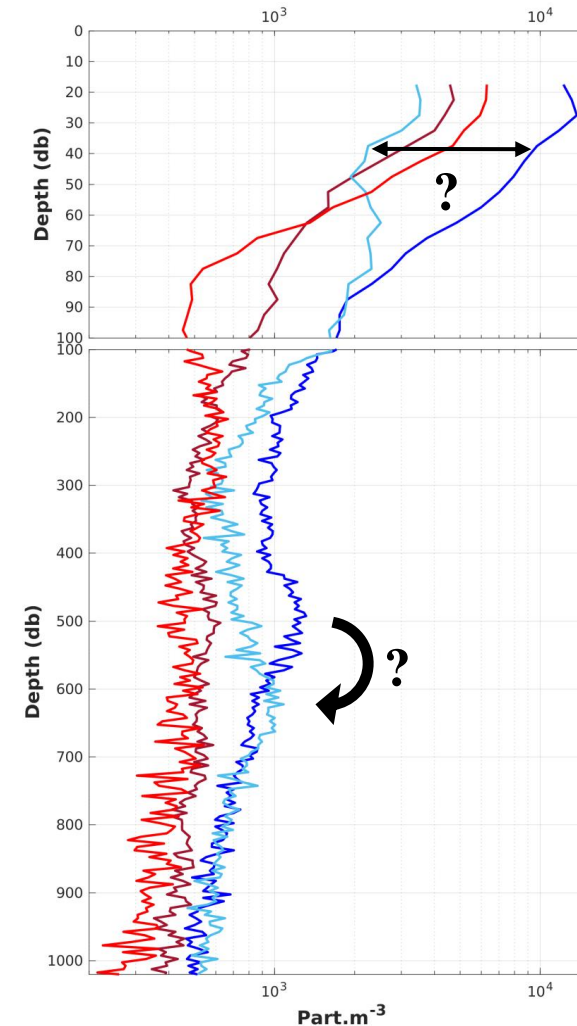
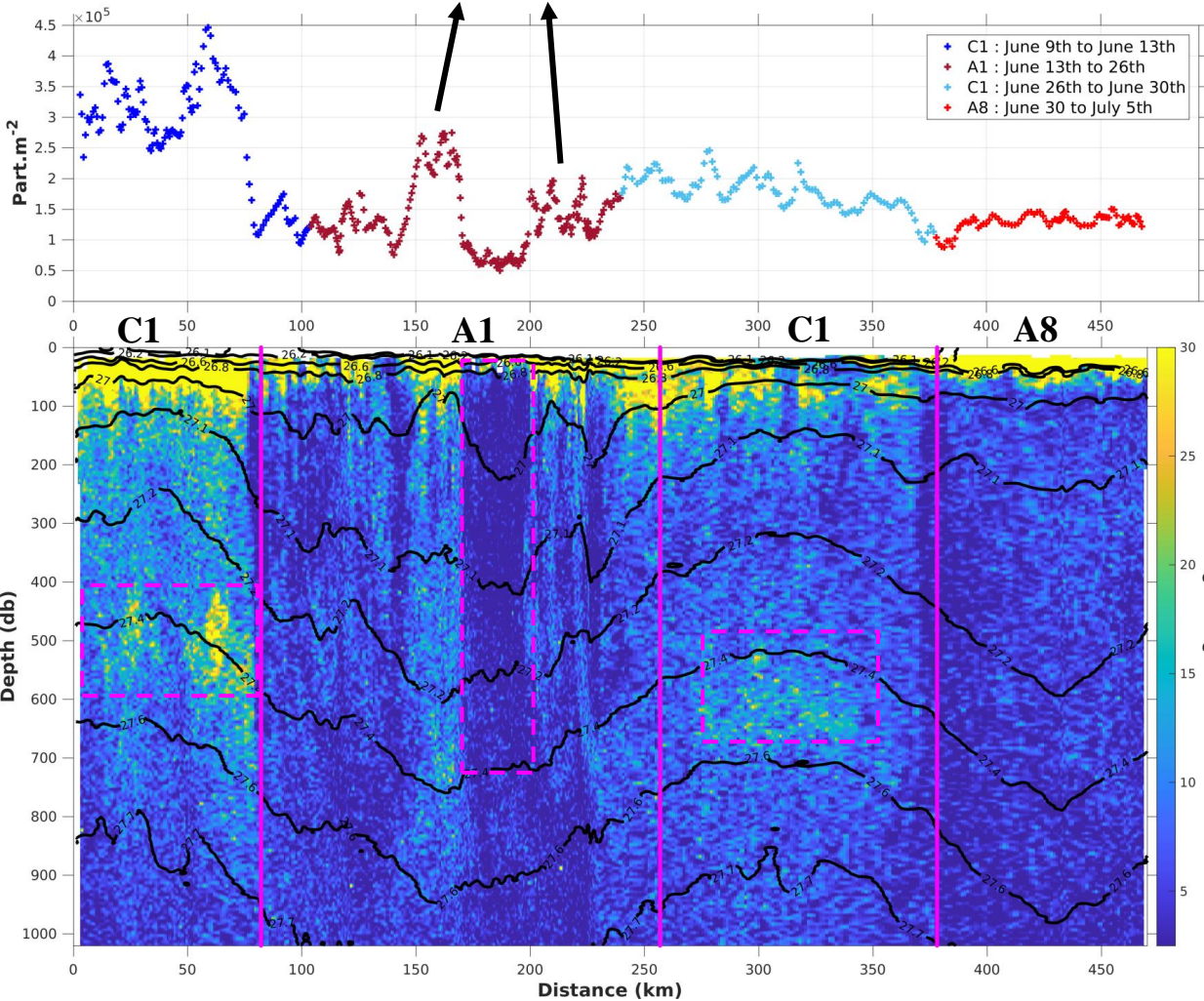
- + de variabilité au niveau de A1 avec un **minimum** entre 175-200 km
- C1 (26-30 juin) → en surface, **chute de plus de la moitié** de la [particules] : **où sont-elles ?**
- Apparition d'une **augmentation** des abondances en **profondeur** dans C1:
 - 1^{er} passage → environ 500 db
 - 2^{ème} passage → environ 600 db

↳ **Chute des particules ?**

Abondances intégrées, section verticale et profils verticaux du nombre de particules

UVP6 (323 à 406 μm) - SEA092

2 filaments de C1 ?

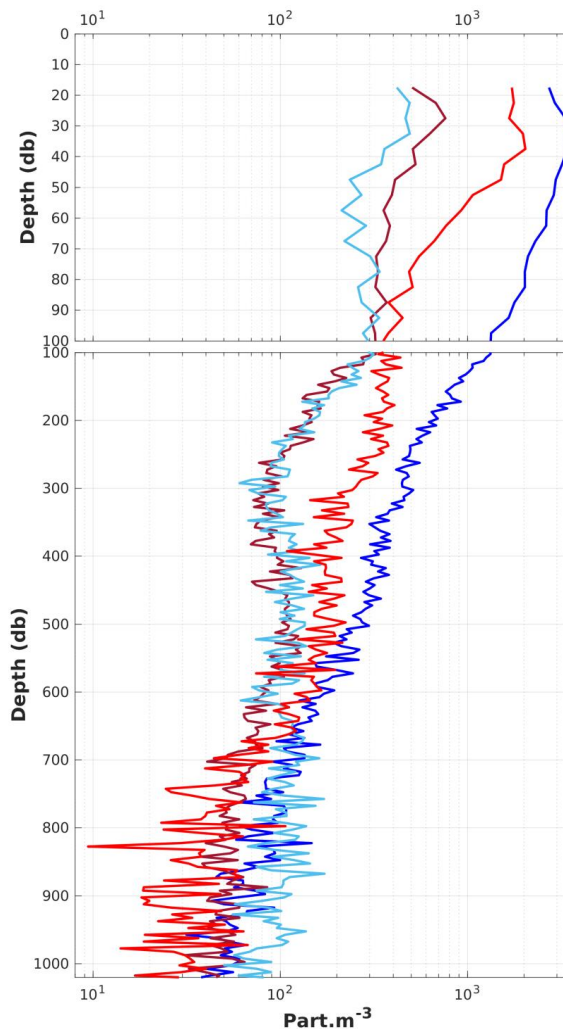
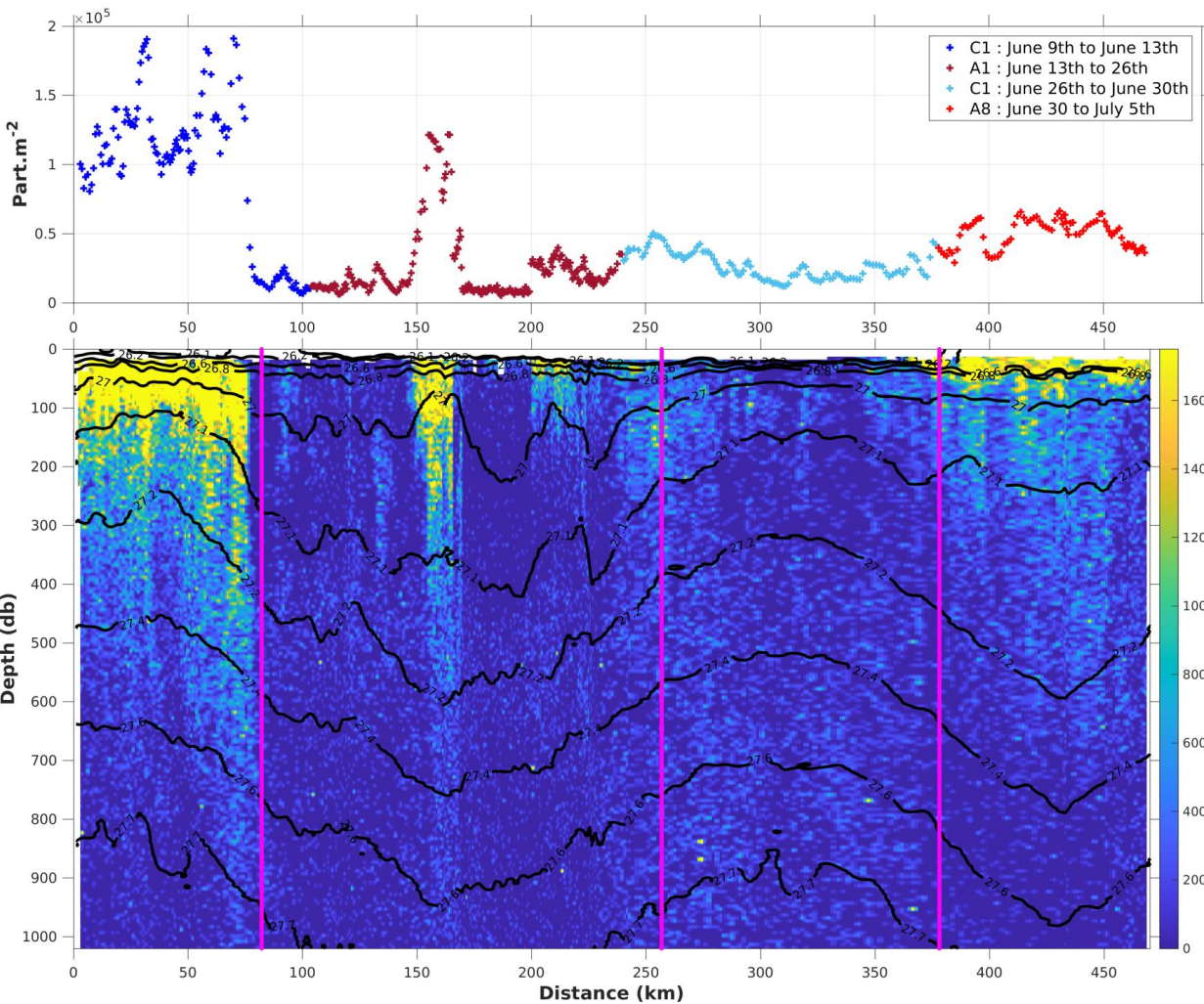


- Mêmes remarques que précédemment mais de façon **plus marquée**
- Différence des abondances intégrées entre C1 (26-30 juin) et A8 est de **moins en moins nette**
- Le deuxième supposé filament devient de **moins en moins intense** avec l'augmentation de la taille des particules

Abondances intégrées, section verticale et profils verticaux du nombre de particules

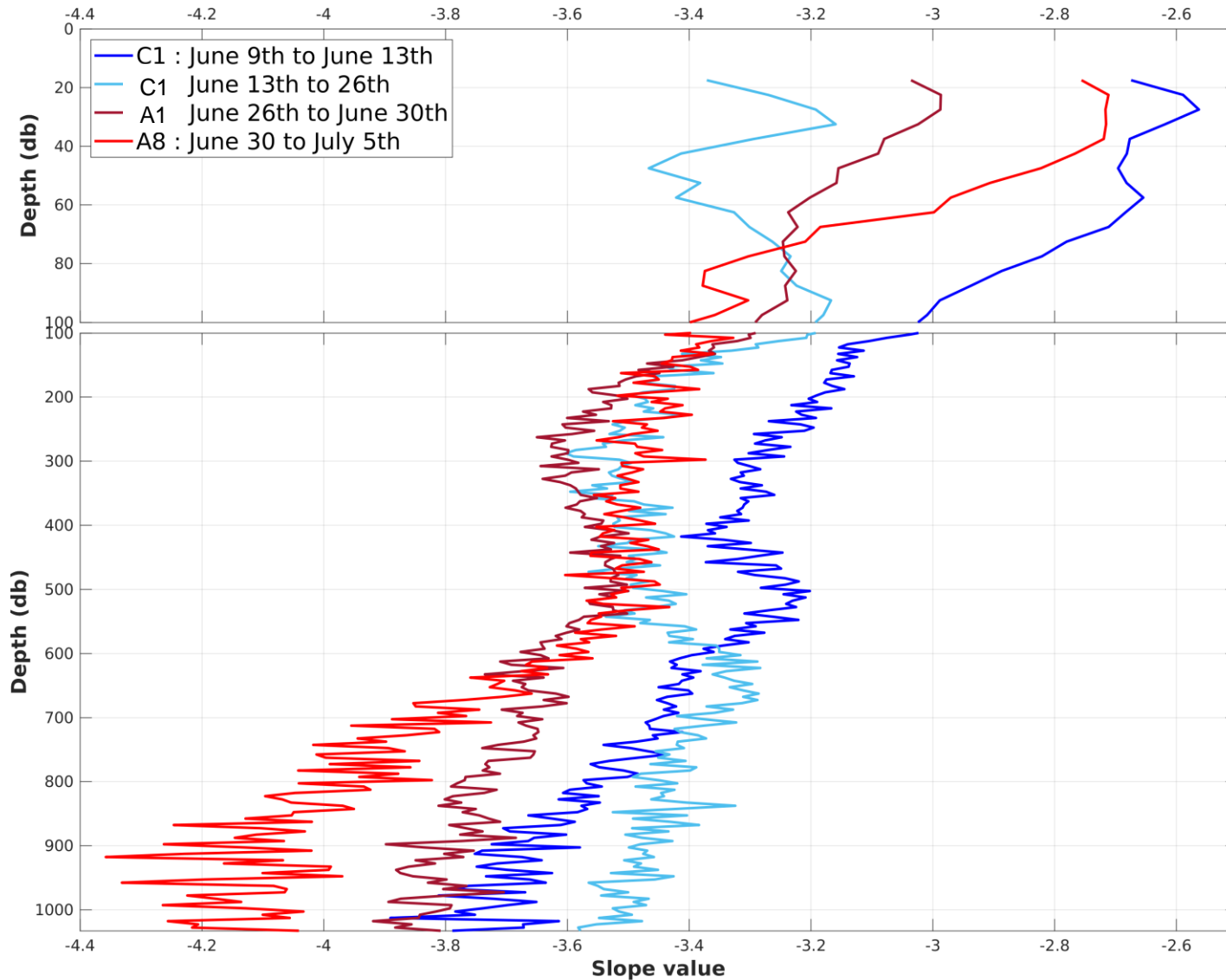
UVP6 ($> 813 \mu\text{m}$) - SEA092

2 filaments de C1 ?



- C1 (26-30 juin) → en surface, **chute drastique** ($\sim /10$) de la [particules] : où sont-elles ?
- Disparition de l'**augmentation** des abondances en **profondeur** dans C1
- Le premier supposé filament est **très marqué** contrairement au deuxième qui n'est **presque plus visible**
- Au niveau des abondances intégrées → [particules] devient **plus importante** en A8 qu'en A1 ou C1 (26-30 juin)

Pentes spectrales → dynamiques d'agrégation/désagrégation



Pentes + fortes = désagrégation biologique (broutage), physique (turbulence?) ou chimique (reminéralisation MO)

Pentes – fortes = agrégation/coagulation chimique ou biologique (pelotes fécales)

Différences marquées entre les trois systèmes

- C1 (9-13 juin) vs C1 (26-30 juin)
agrégation/coagulation diminue en surface, effet coup de vent ?
- Maxima profonds C1 (9-13 juin) 500 db puis C1 (26-30 juin) 600 db : sédimentation différentielle ?
- ≠ 500-1000 db : historique/circulation des masses d'eau ?

(work in progress...)

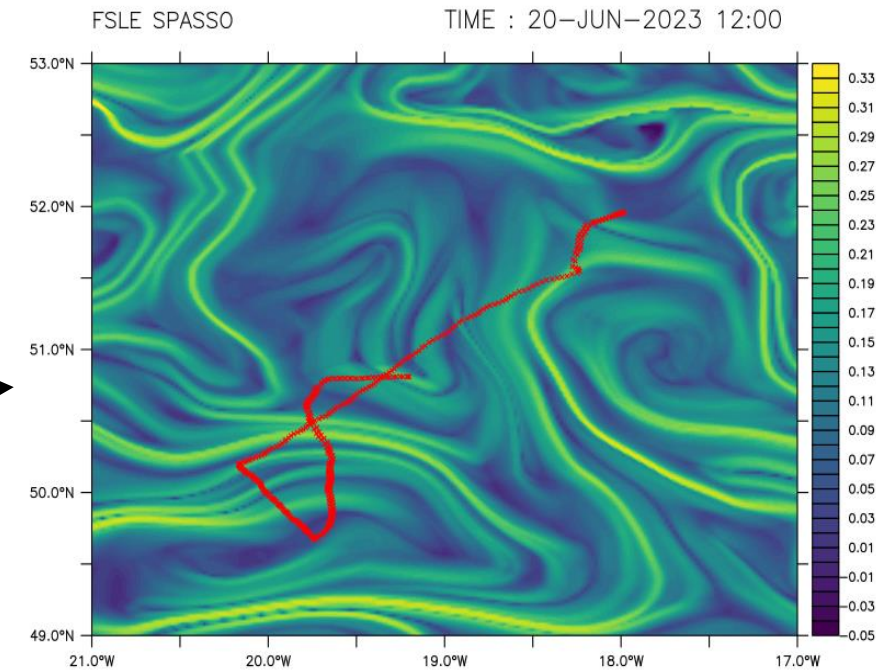
Conclusions/perspectives

- Couplage UVP/glider → informations haute résolution sur la **variabilité**, la **dynamique** et la **répartition** des particules

↳ - petites particules ($< 64 \mu\text{m}$) **dominées par la mésoéchelle**, faible sédimentation ?
- moyennes à grosses particules ($> 64 \mu\text{m}$):
apparition de **sous-mésoéchelle, fronts/filaments?** →

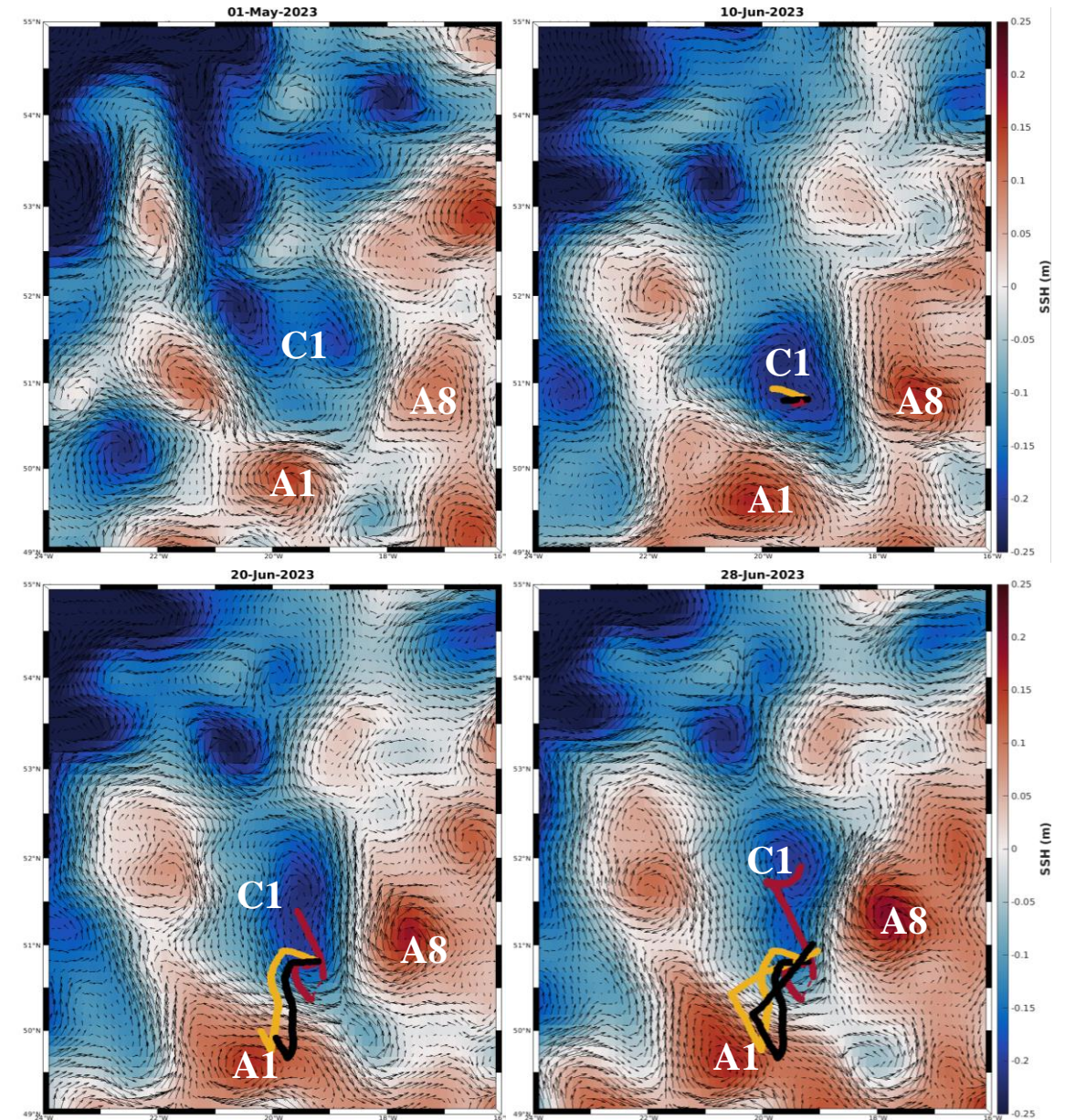
↳ Particules 161-645 μm : max profond ~ 500 db C1 (9-13 juin) → ~ 600 db 2 semaines plus tard C1 (26-30 juin), **sédimentation 6 m/j** ?

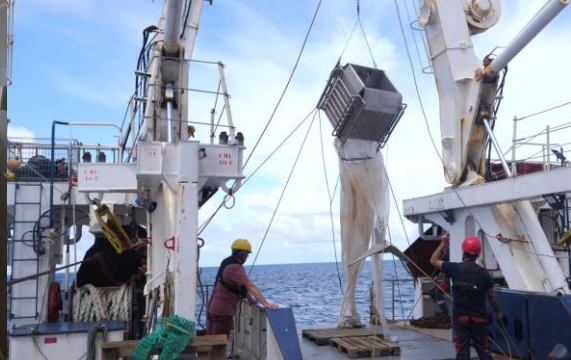
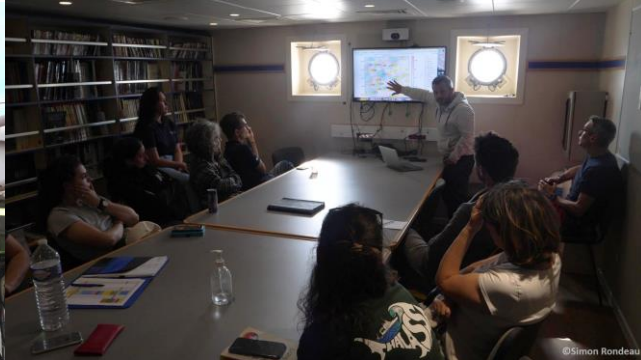
↳ Particules $> 406 \mu\text{m}$: chute **drastique** au deuxième passage dans C1, devenir de ces “grosses” particules ?



Conclusions/perspectives

- Les 3 structures d'intérêts déjà présentes **1 mois** avant le début de la mission
- C1 alimenté par une **veine de courant provenant du gyre subpolaire** → origine de la provenance des grosses particules en profondeur ?
- **SEA002 suit le cœur de C1** qui se déplace vers le nord → informations sur la disparition drastique des grosses particules ?



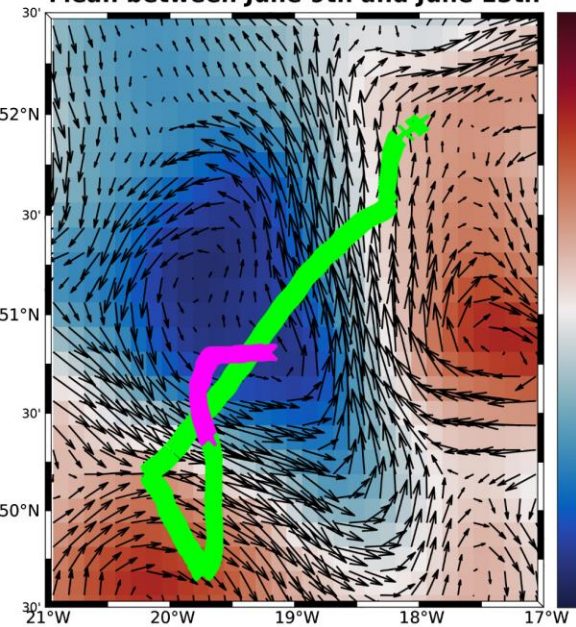


Merci de votre attention

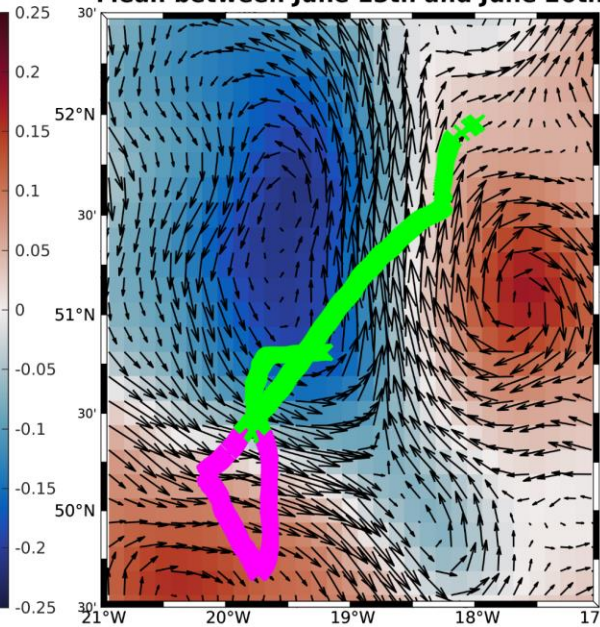


ANNEXE

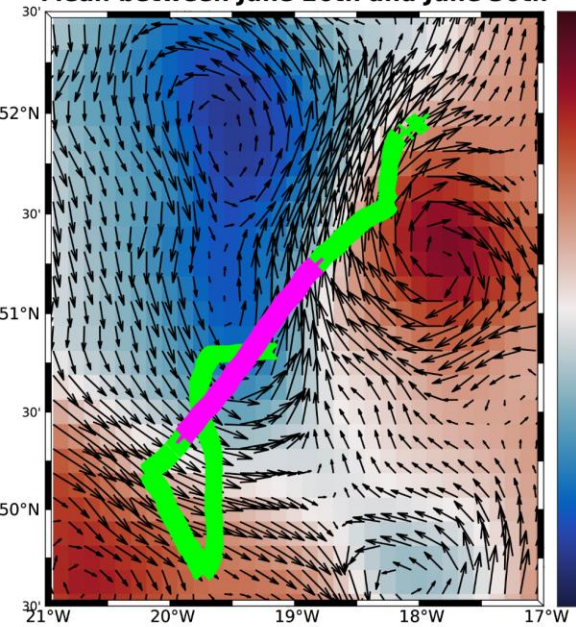
Mean between June 9th and June 13th



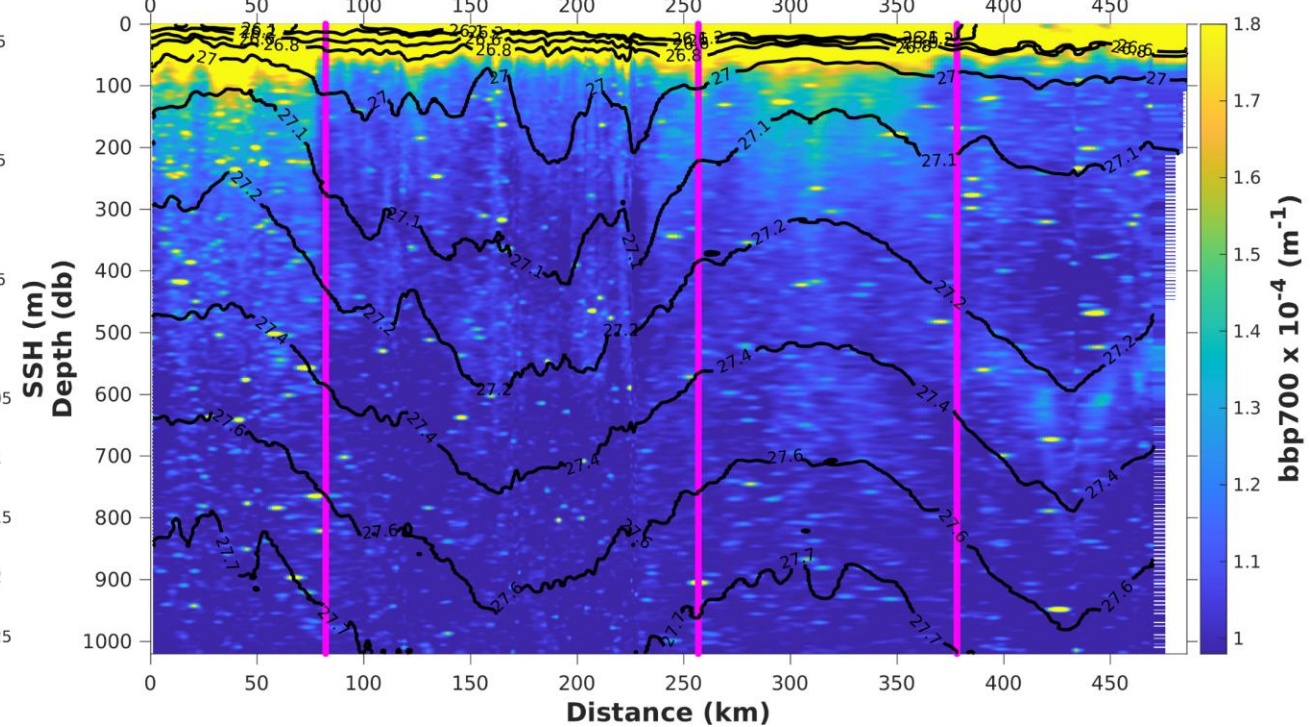
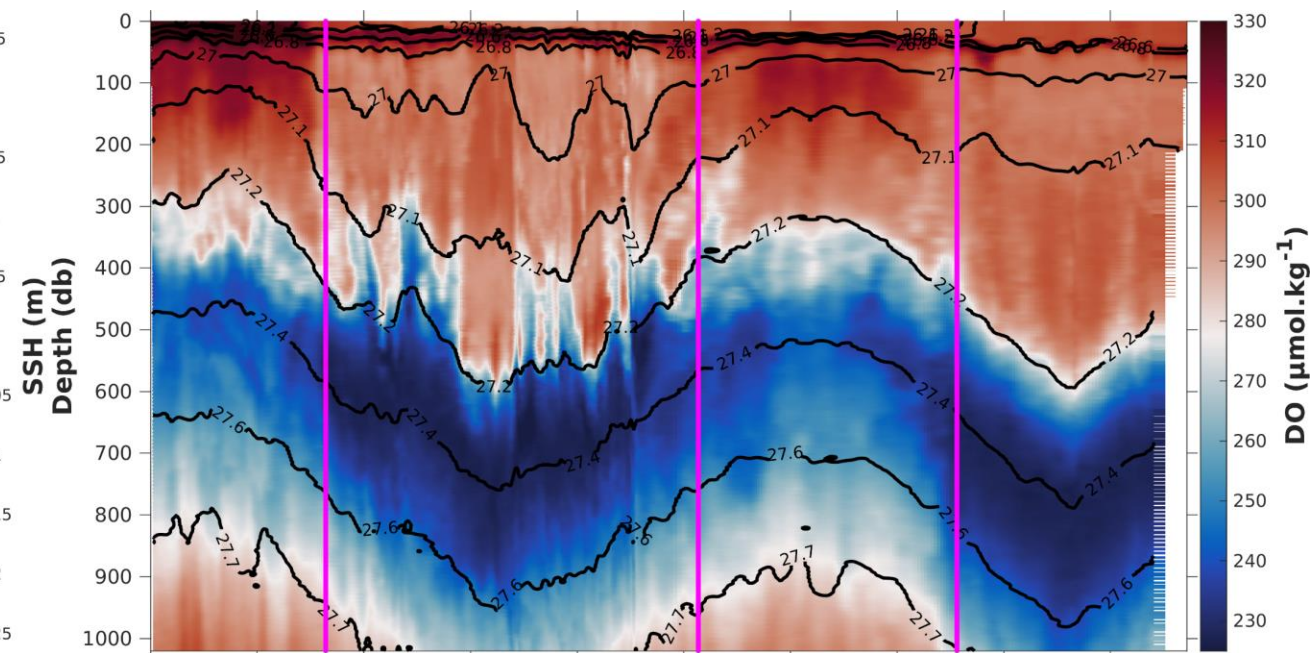
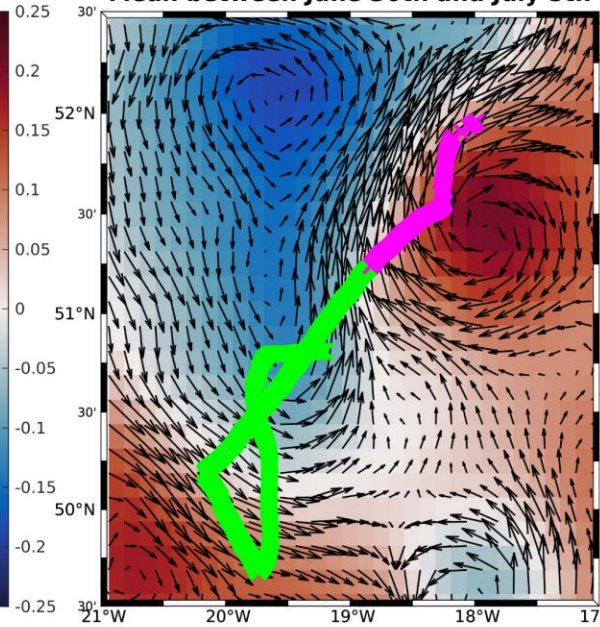
Mean between June 13th and June 26th



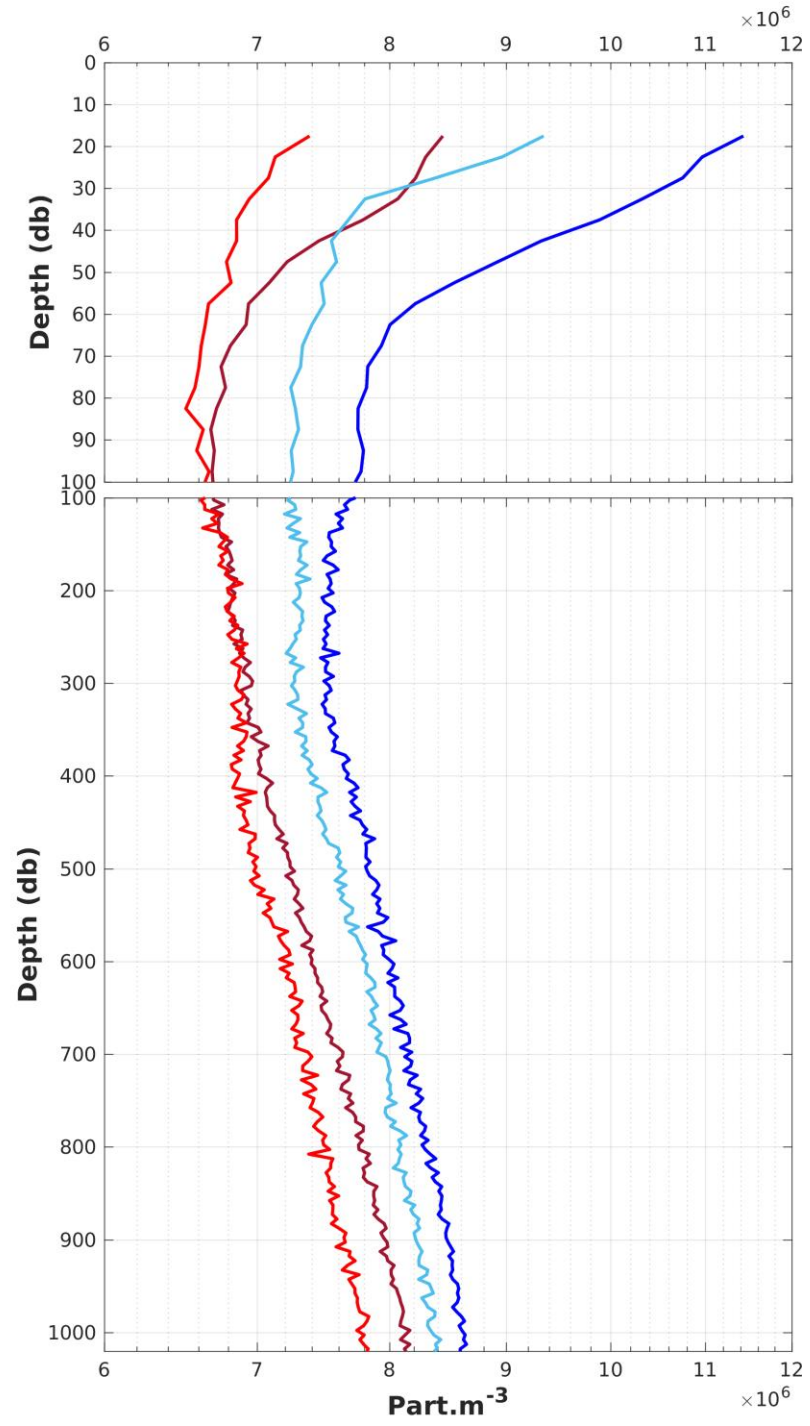
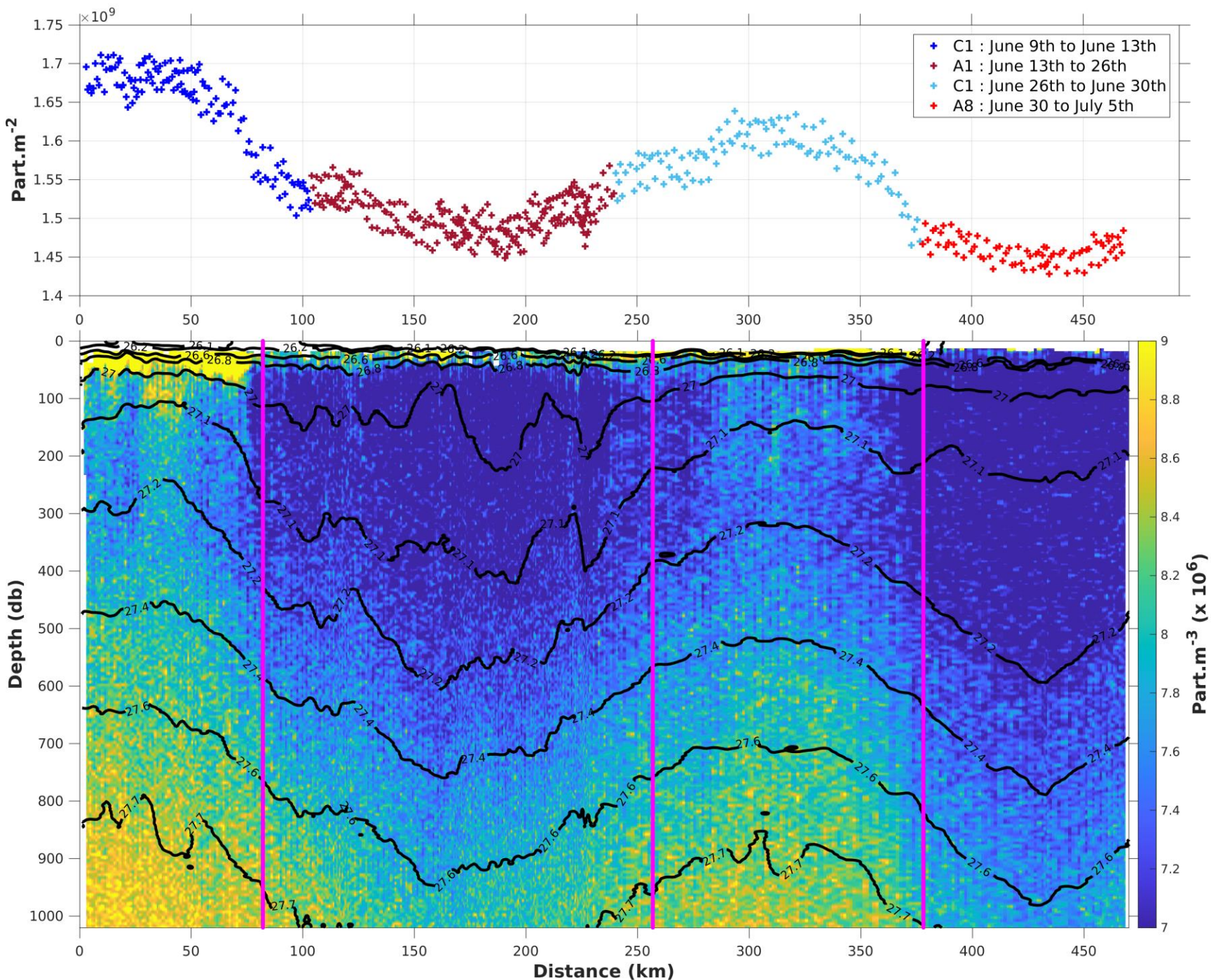
Mean between June 26th and June 30th



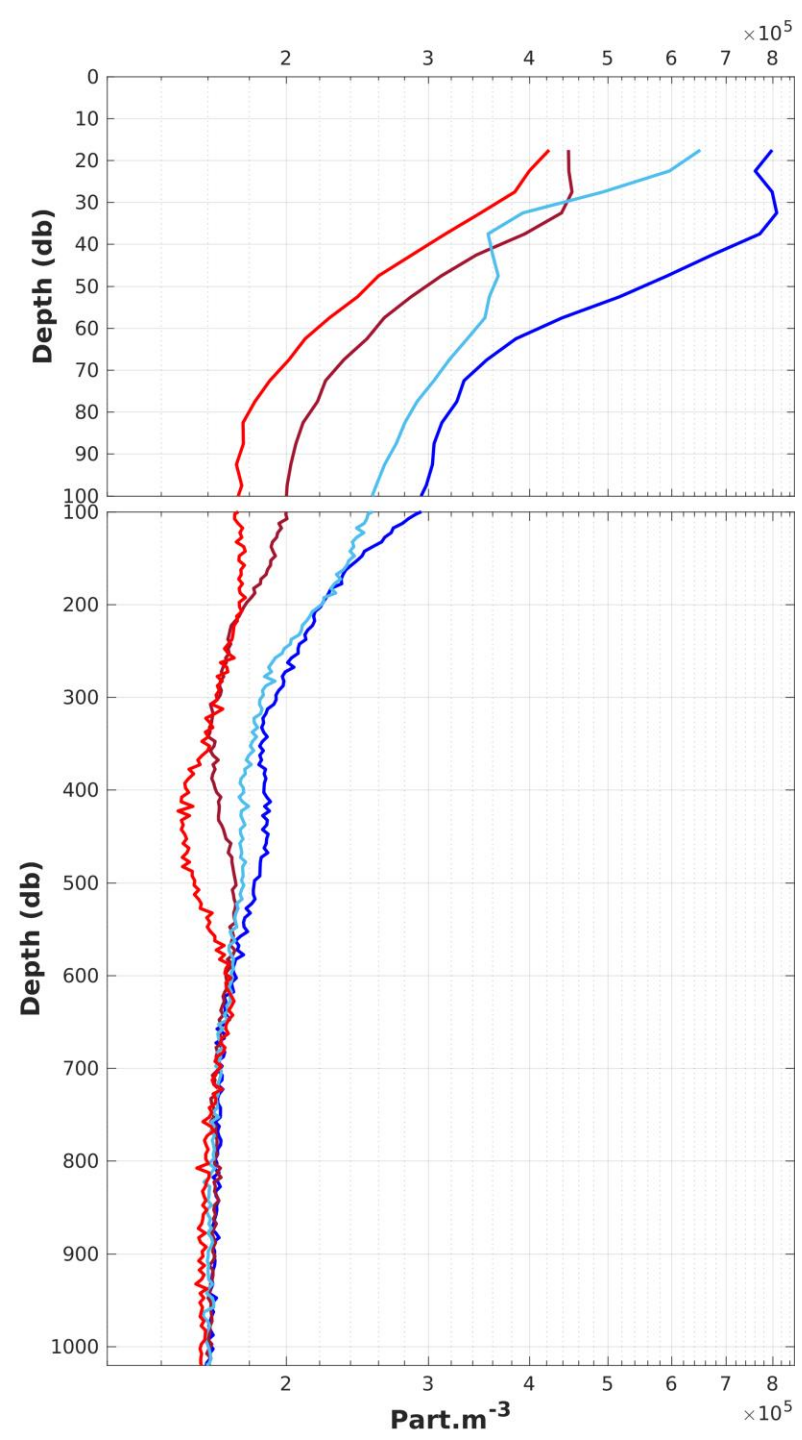
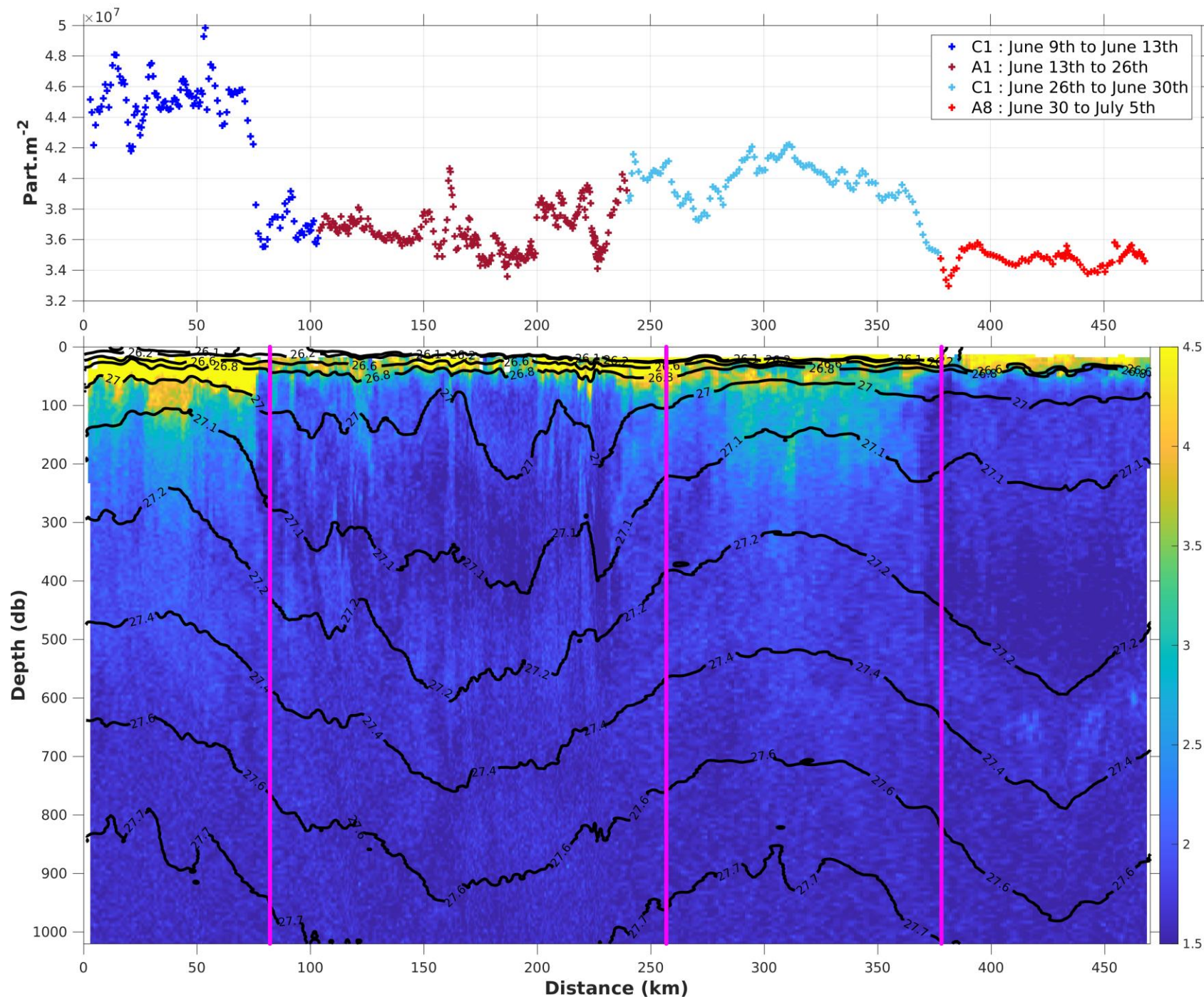
Mean between June 30th and July 5th



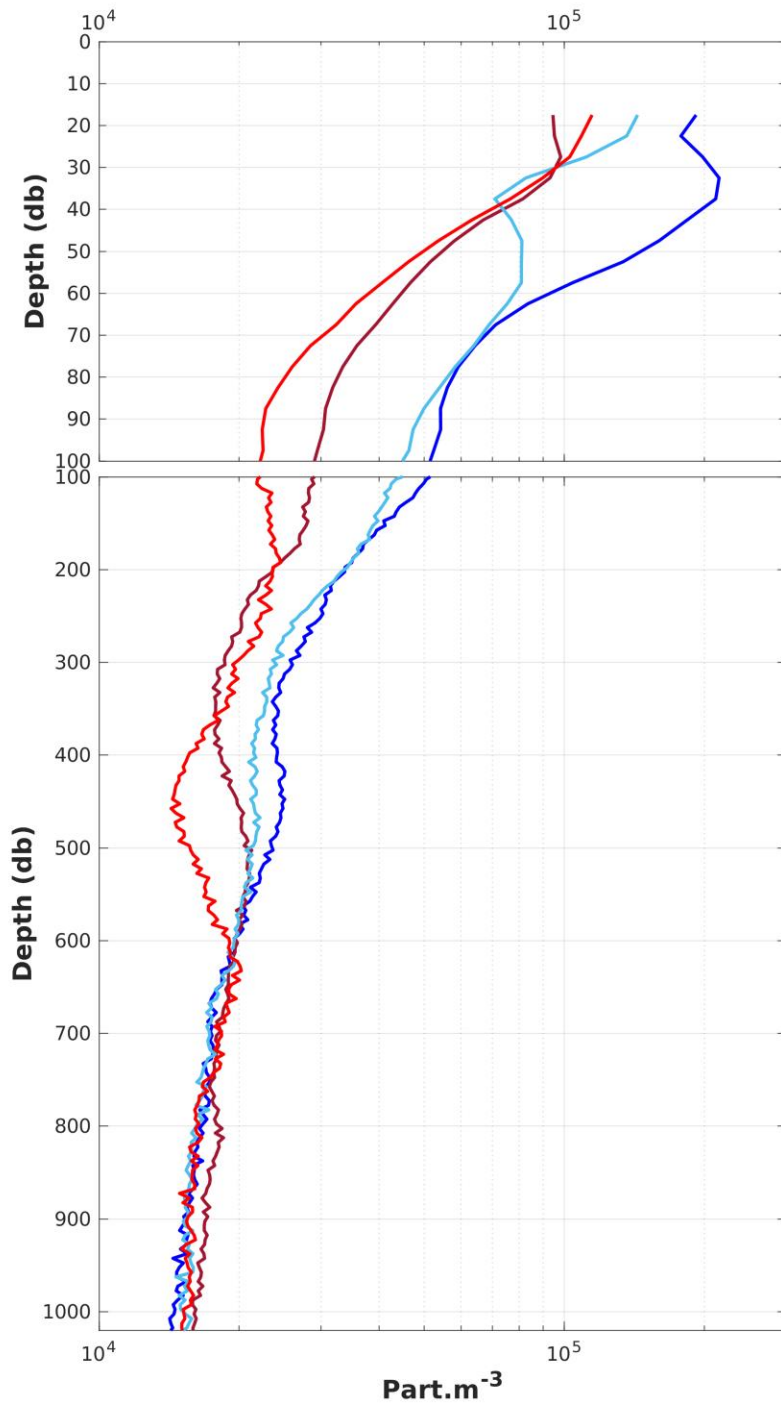
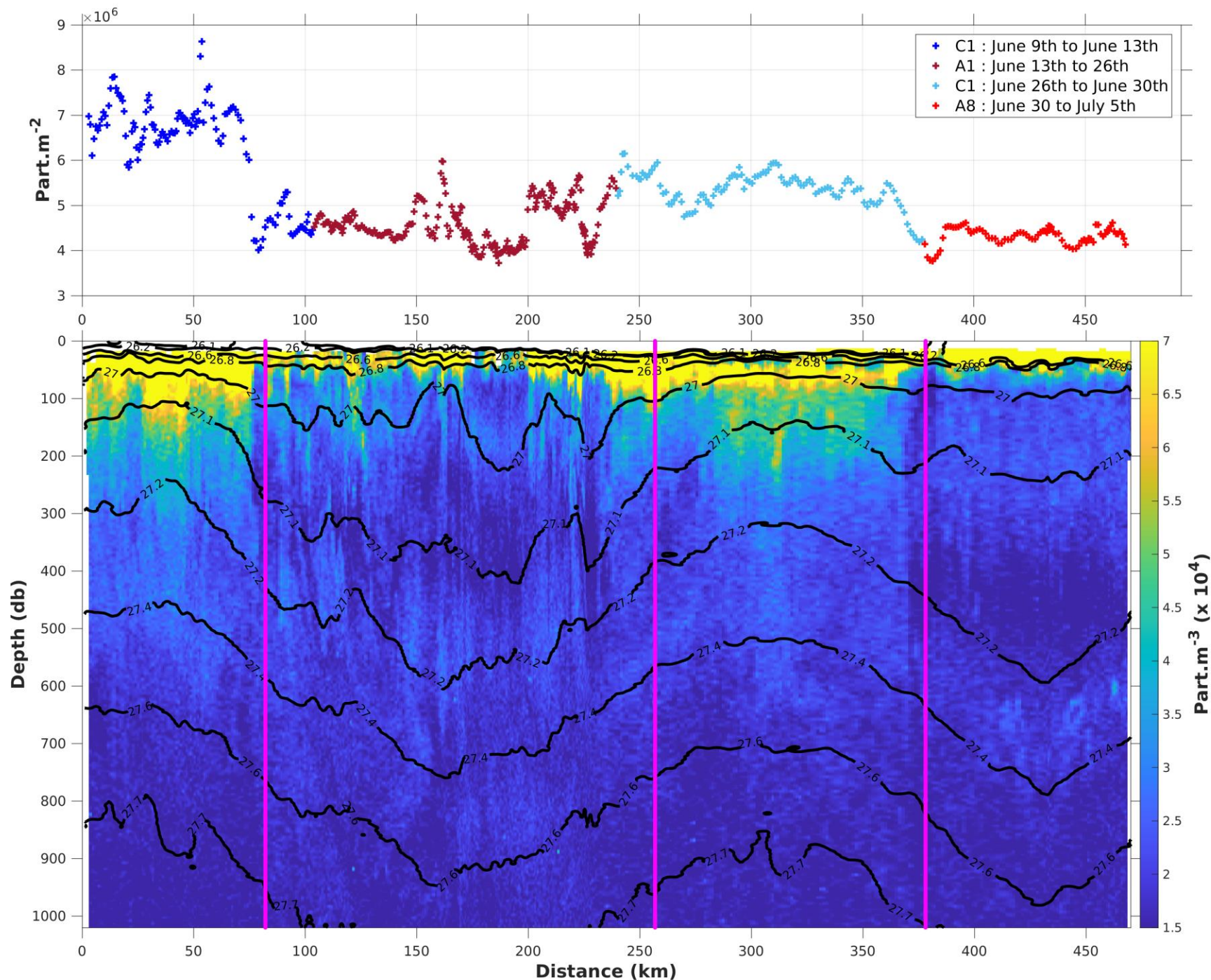
UVP6 (50.8 to 64 μm) - SEA092



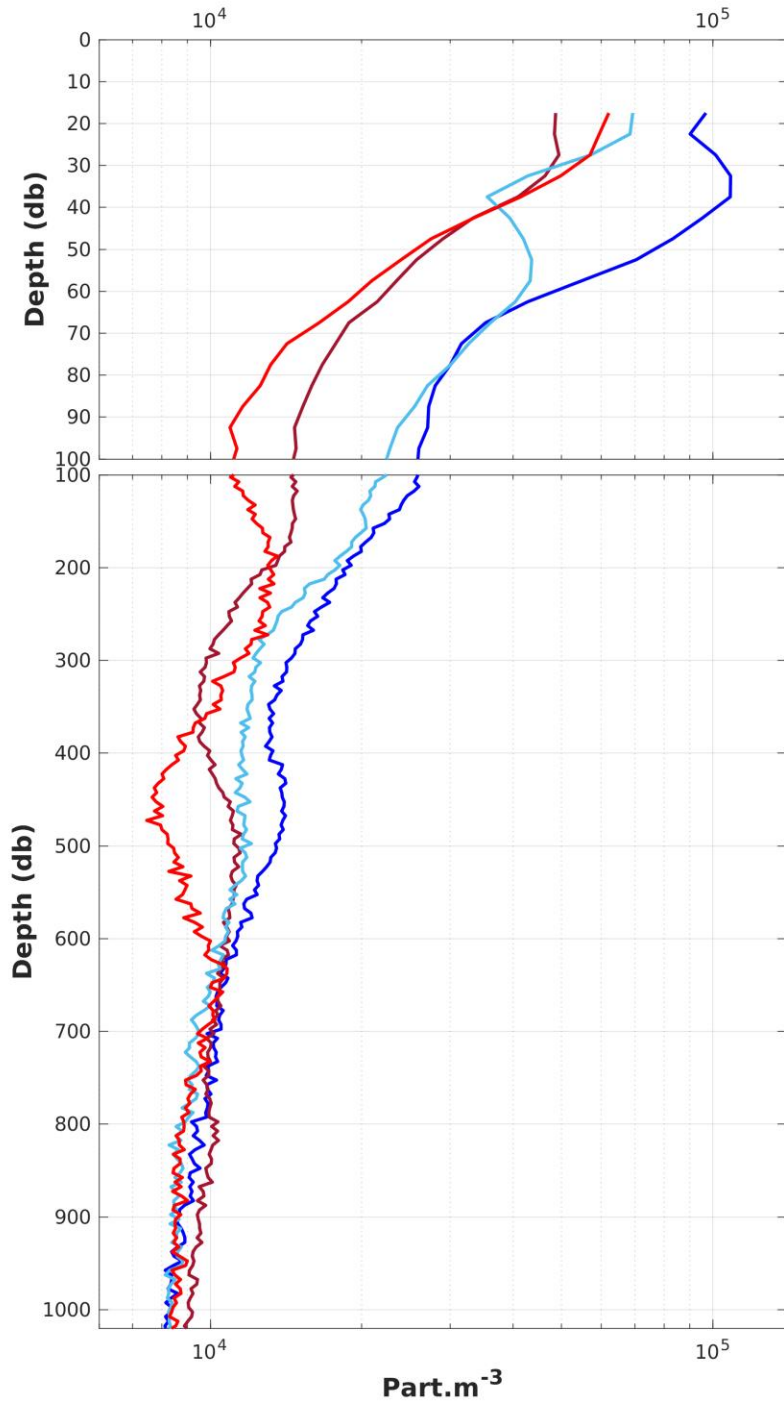
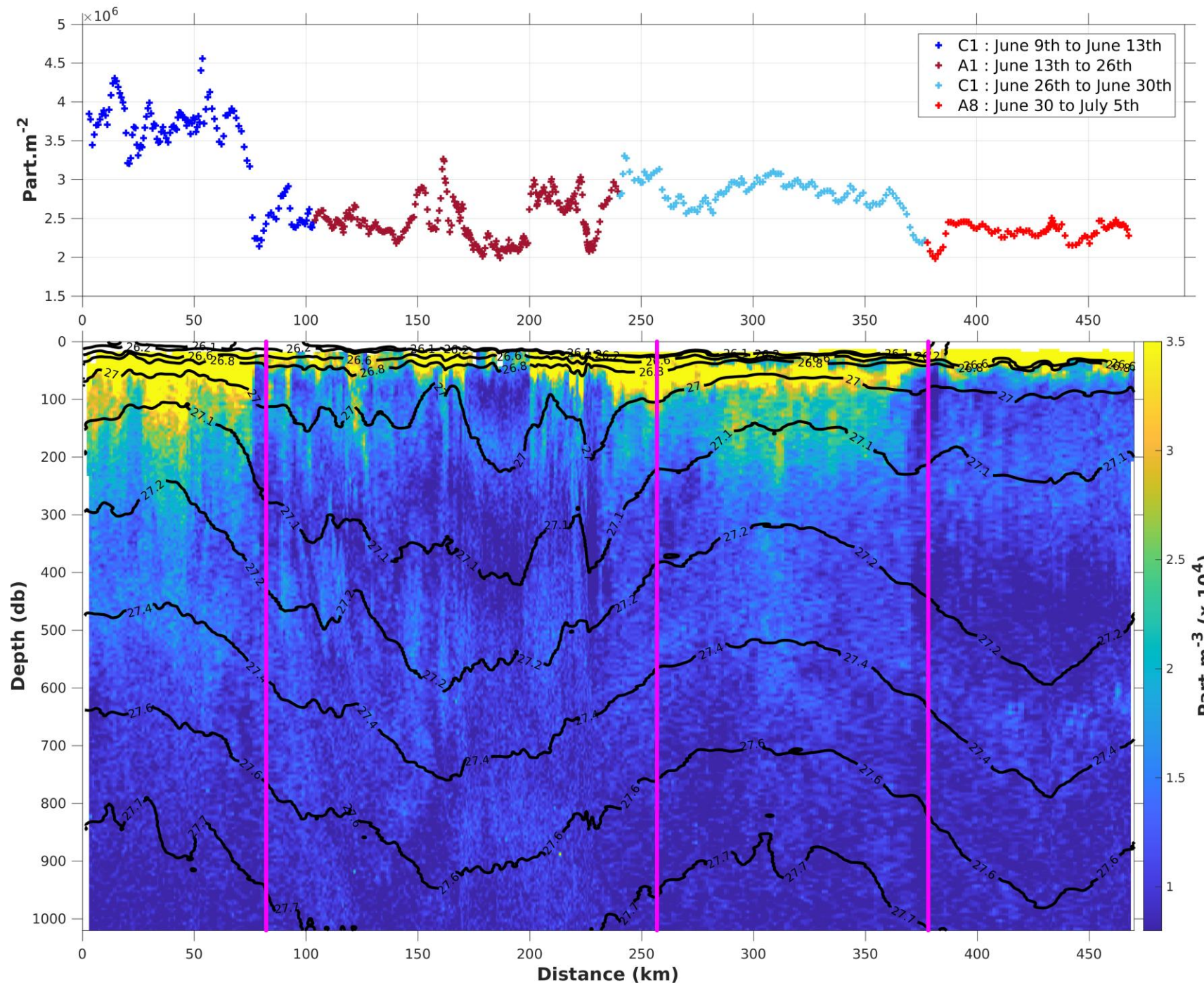
UVP6 (64 to 80.6 μm) - SEA092



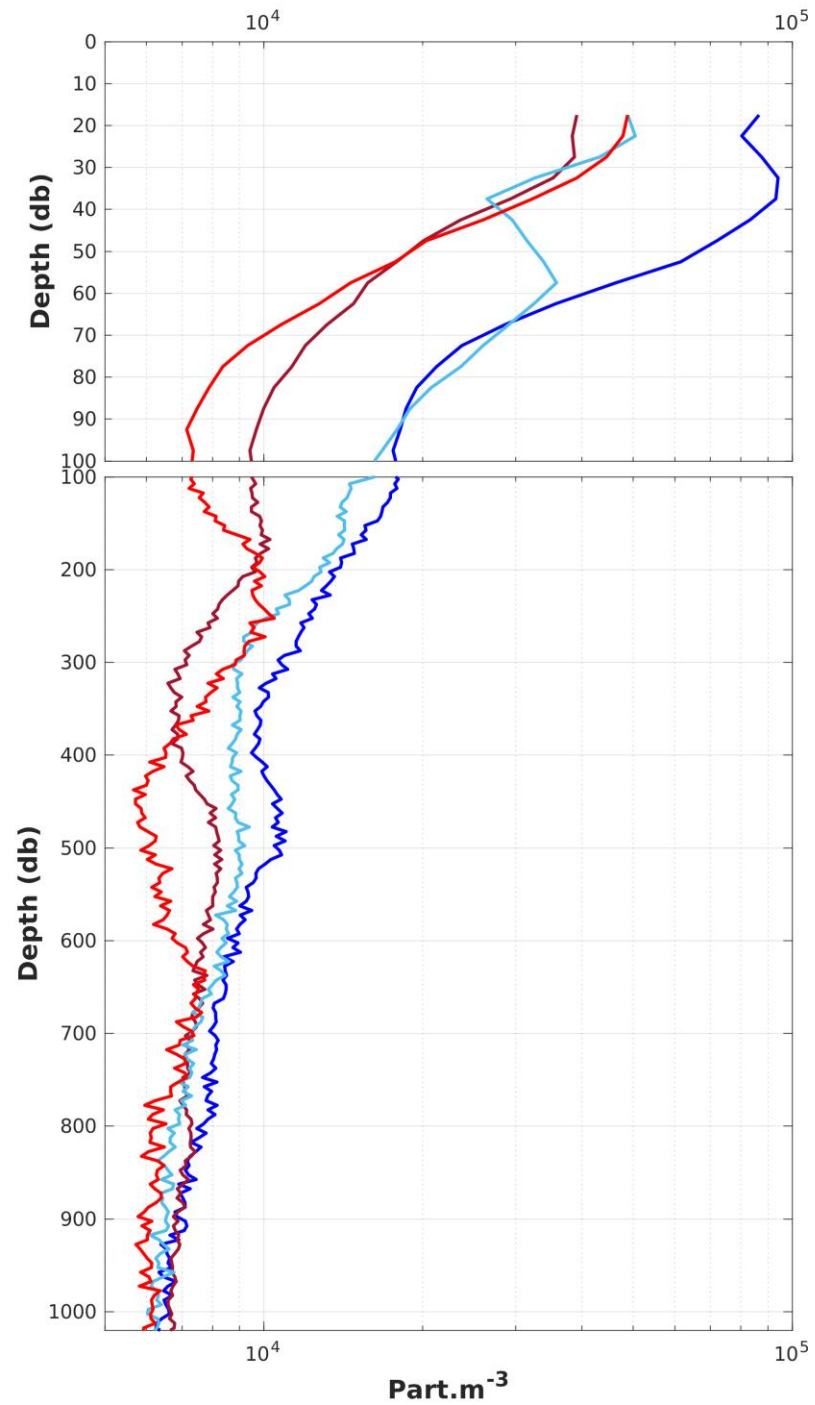
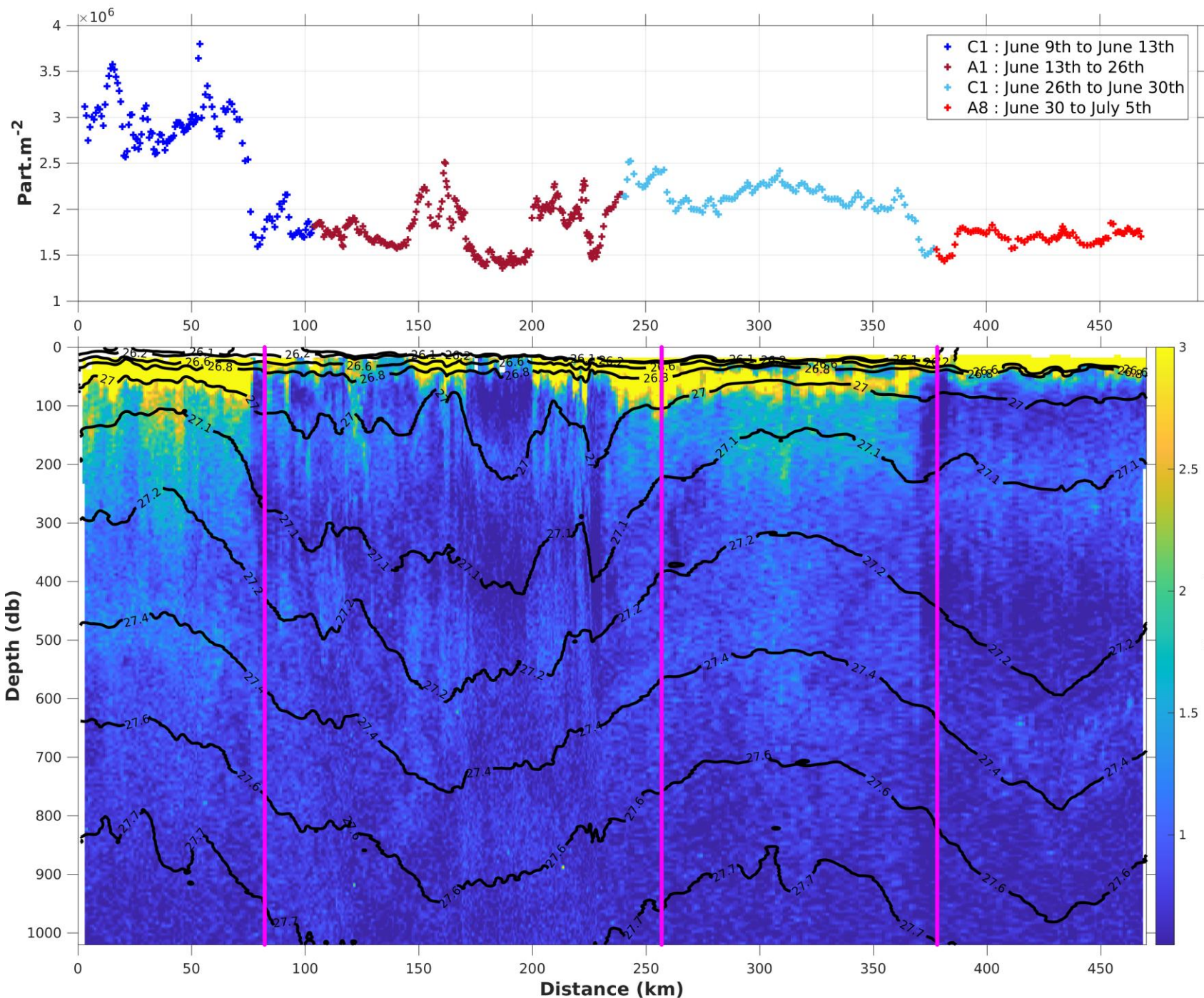
UVP6 (80.6 to 102 μm) - SEA092



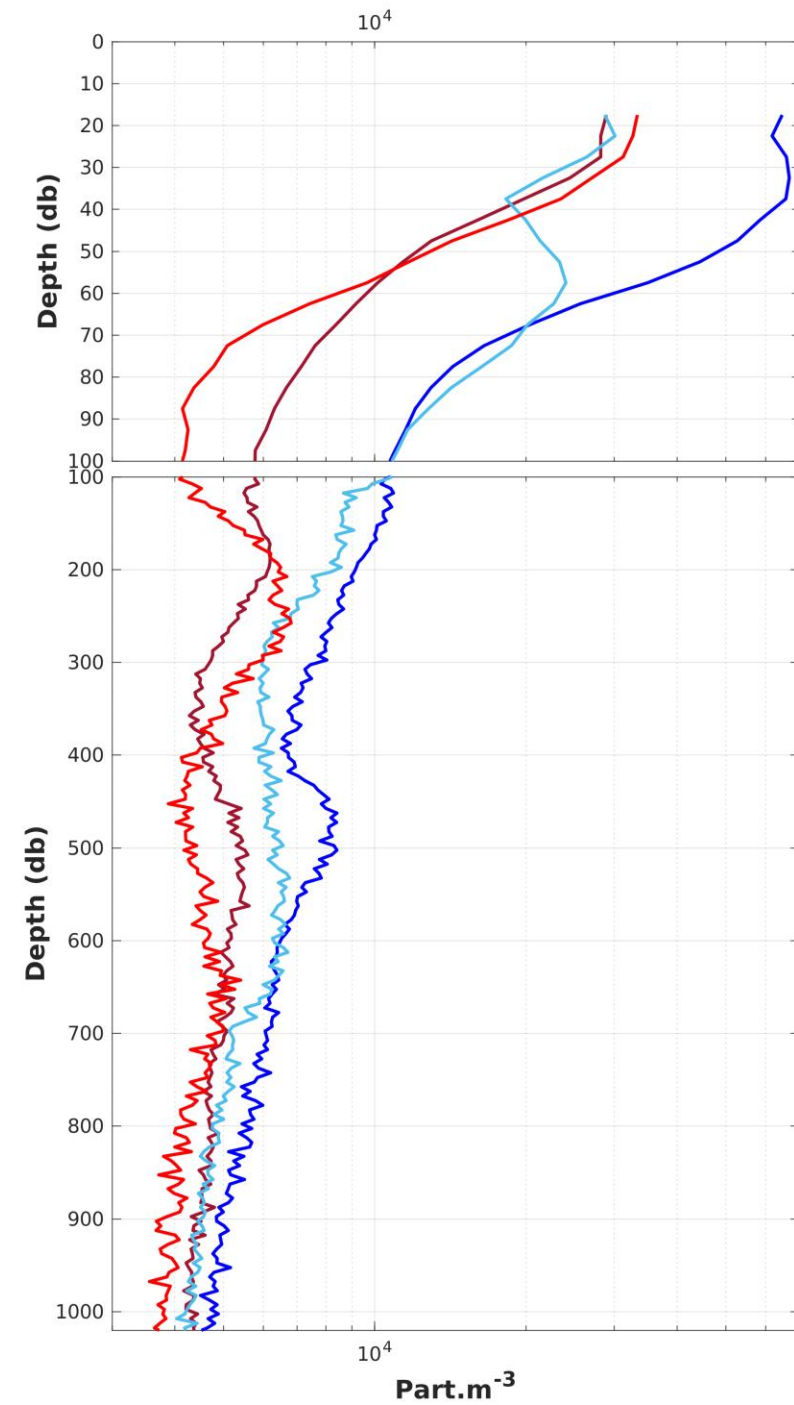
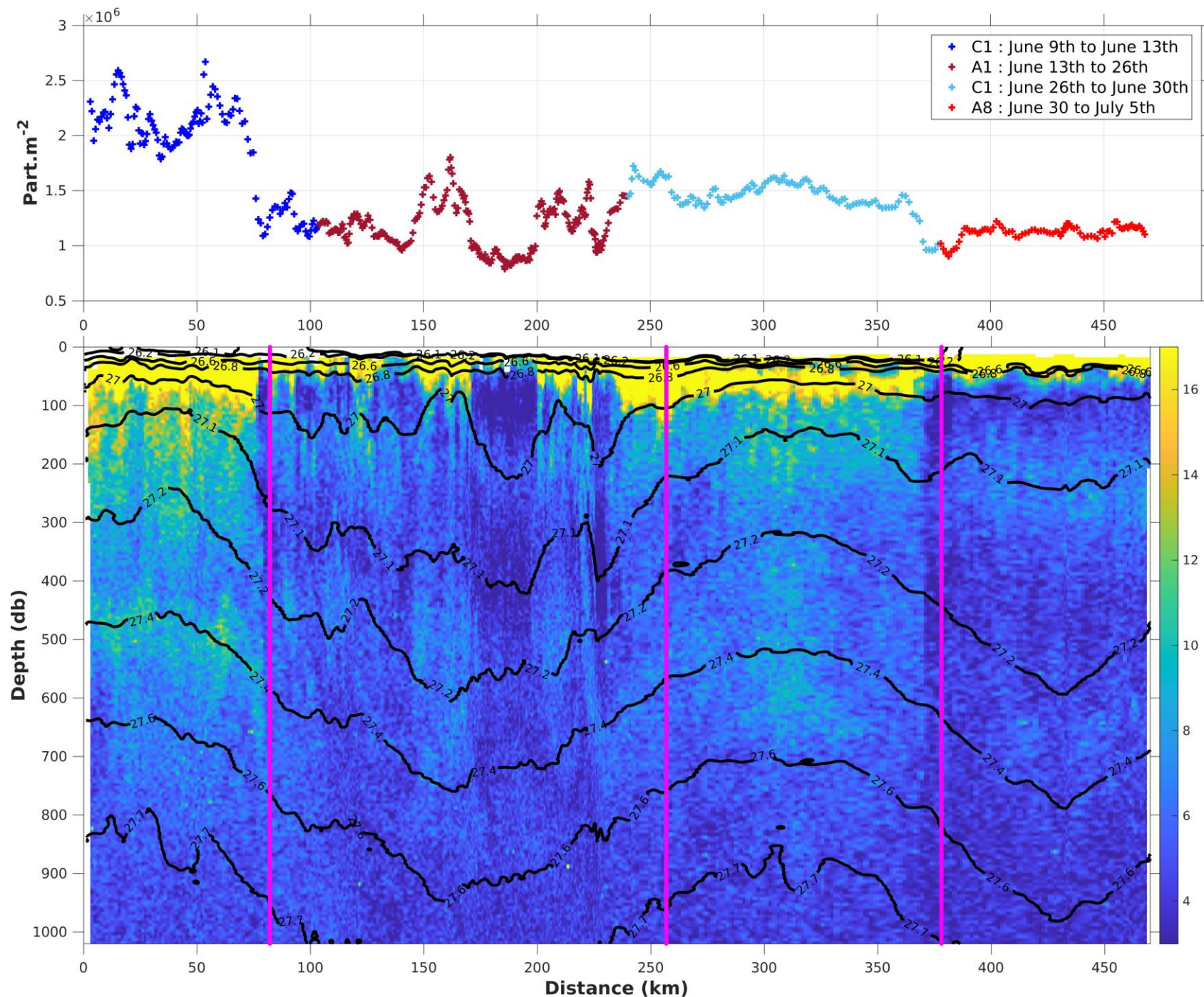
UVP6 (102 to 128 μm) - SEA092



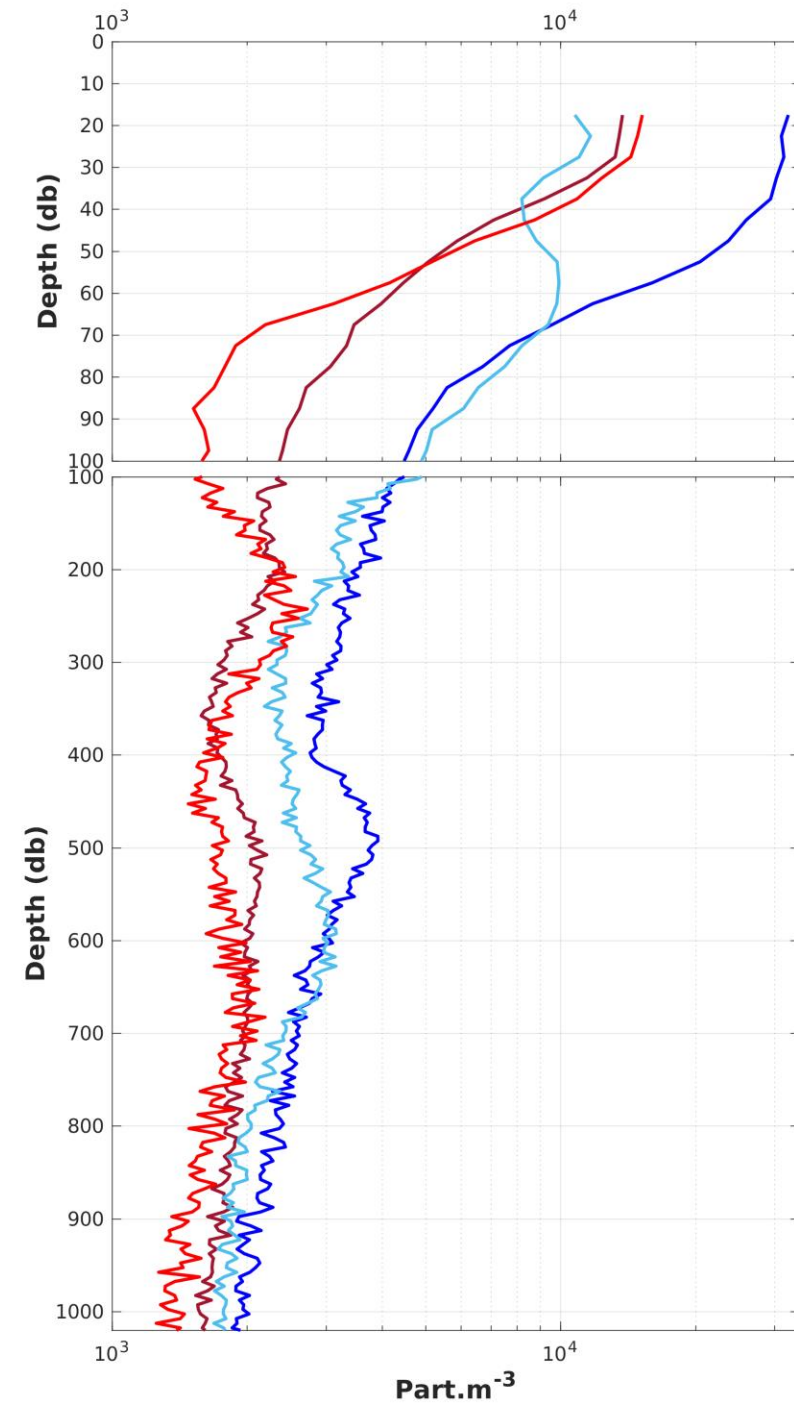
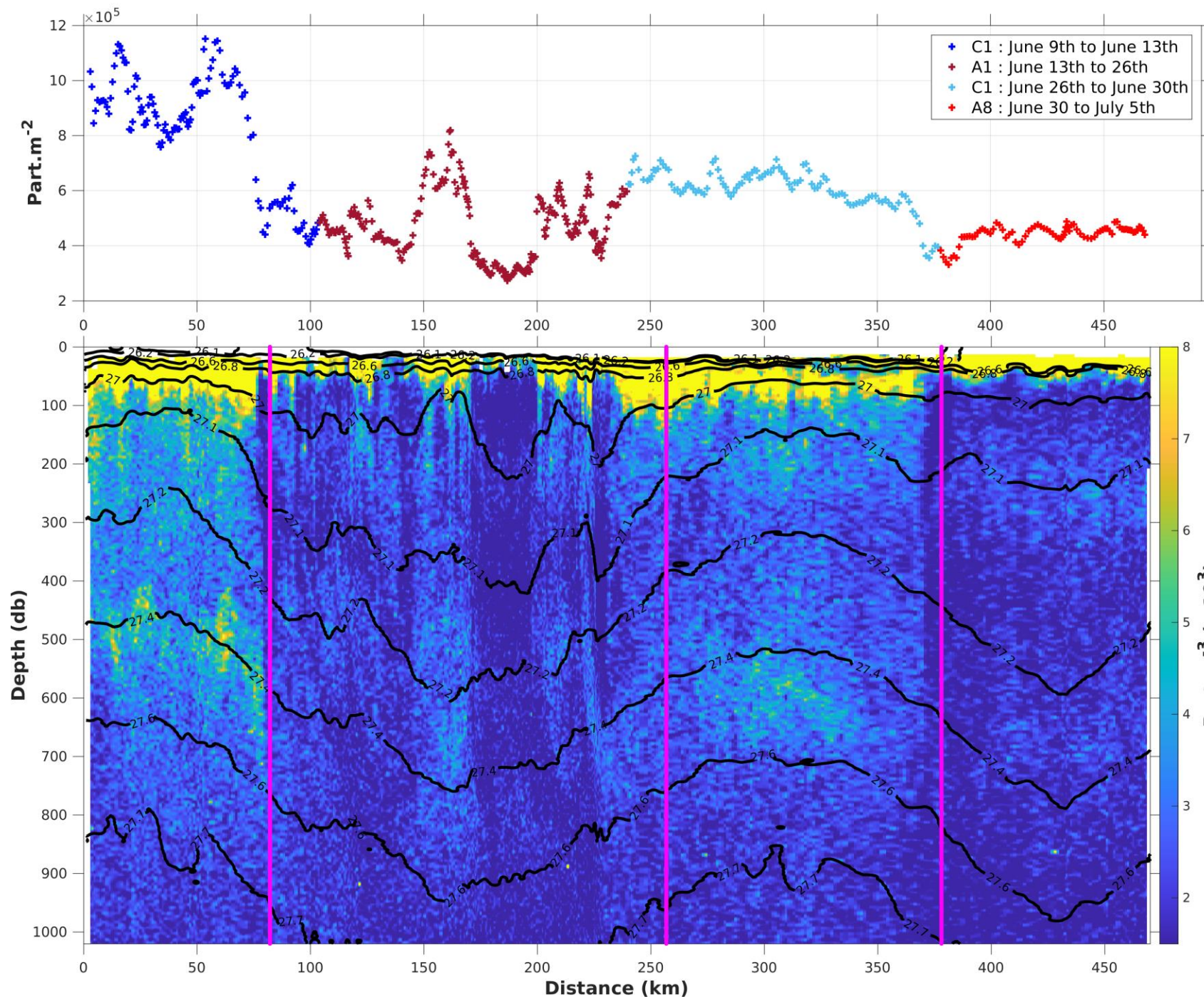
UVP6 (128 to 161 μm) - SEA092



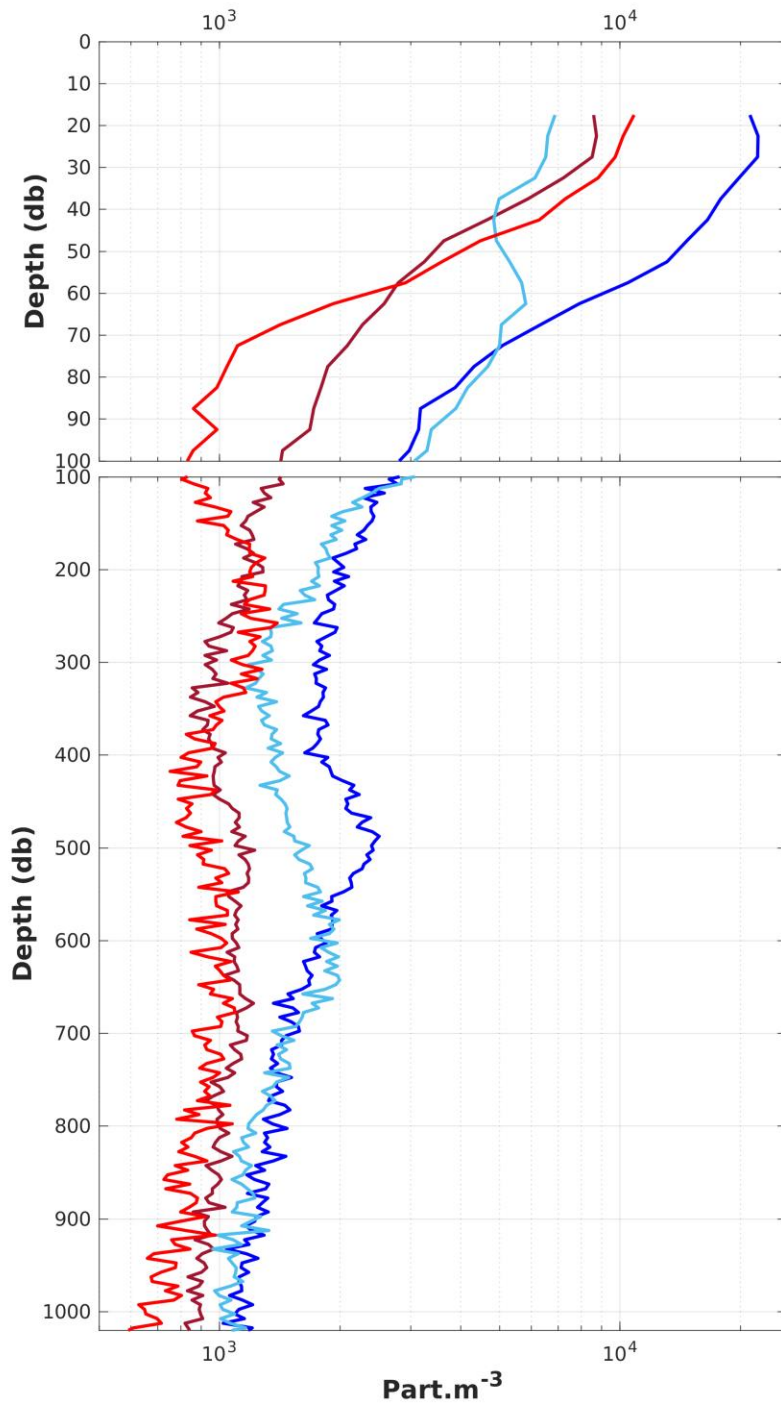
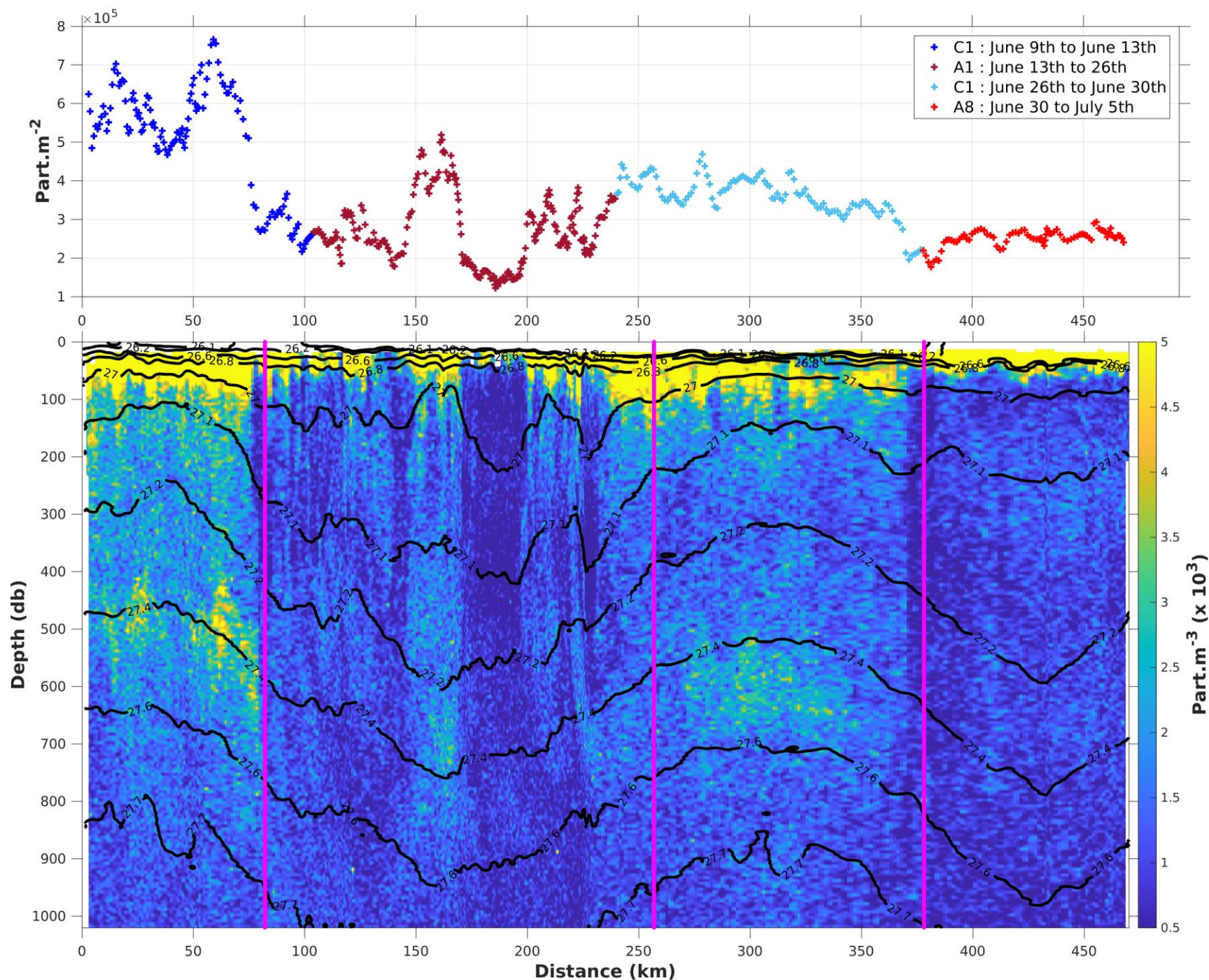
UVP6 (161 to 203 μm) - SEA092



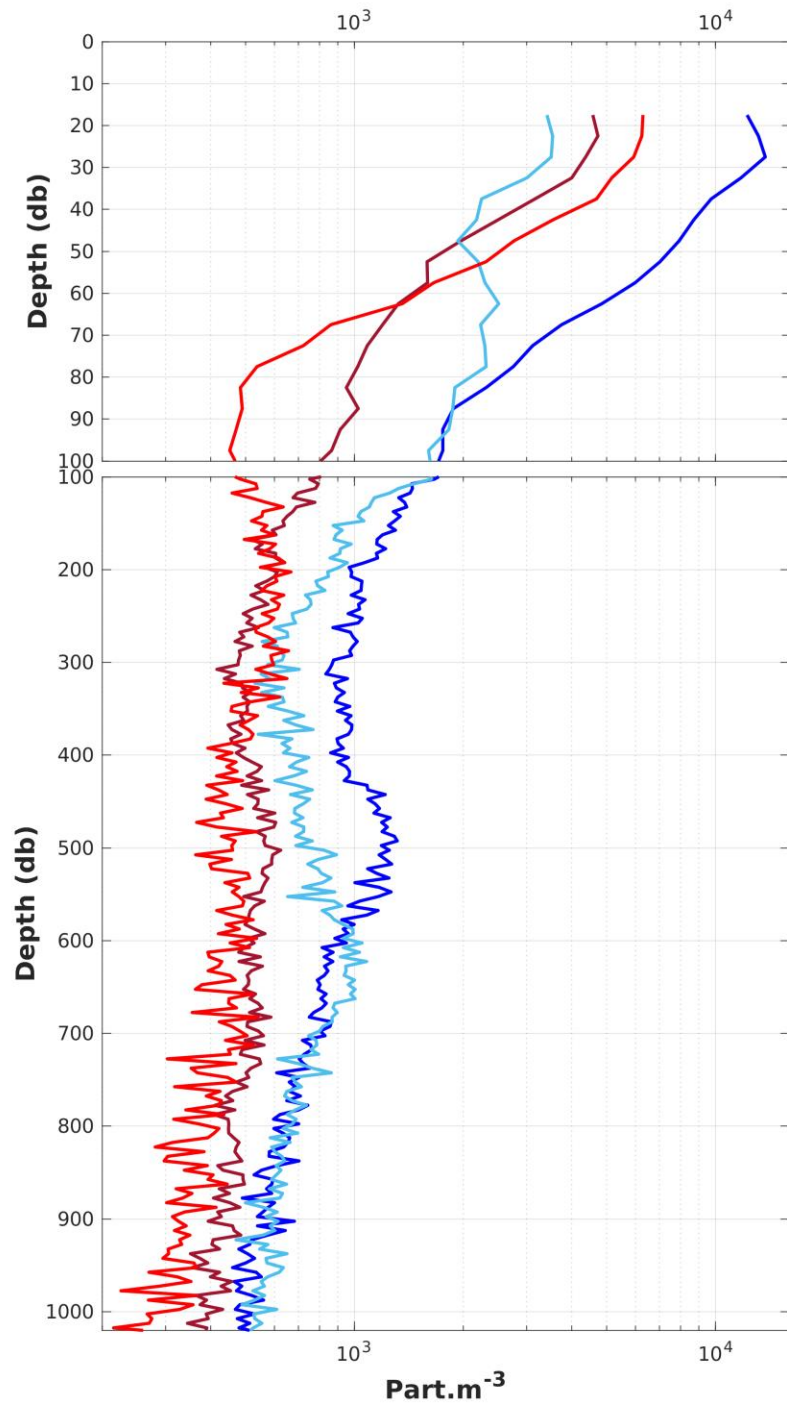
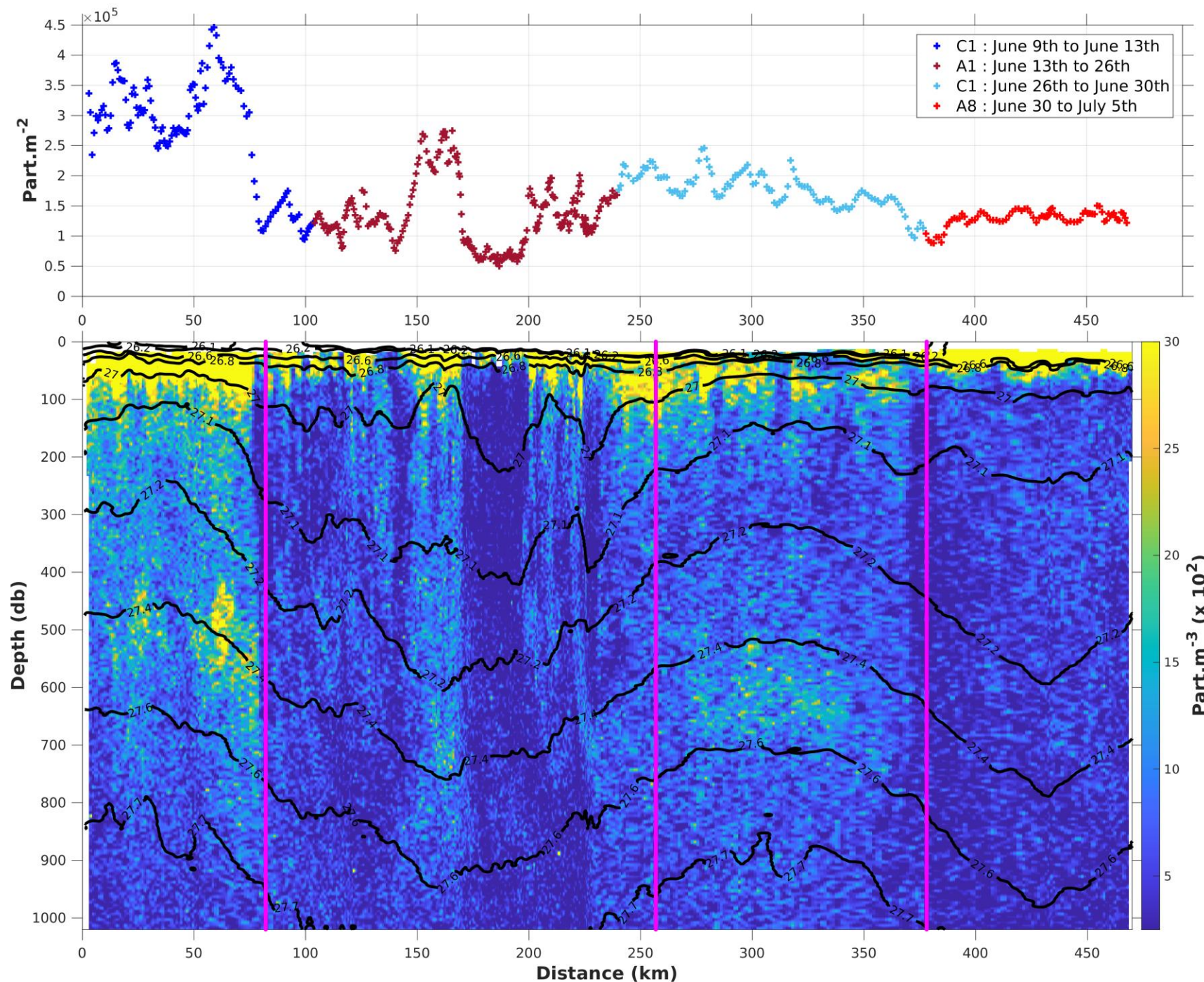
UVP6 (203 to 256 μm) - SEA092



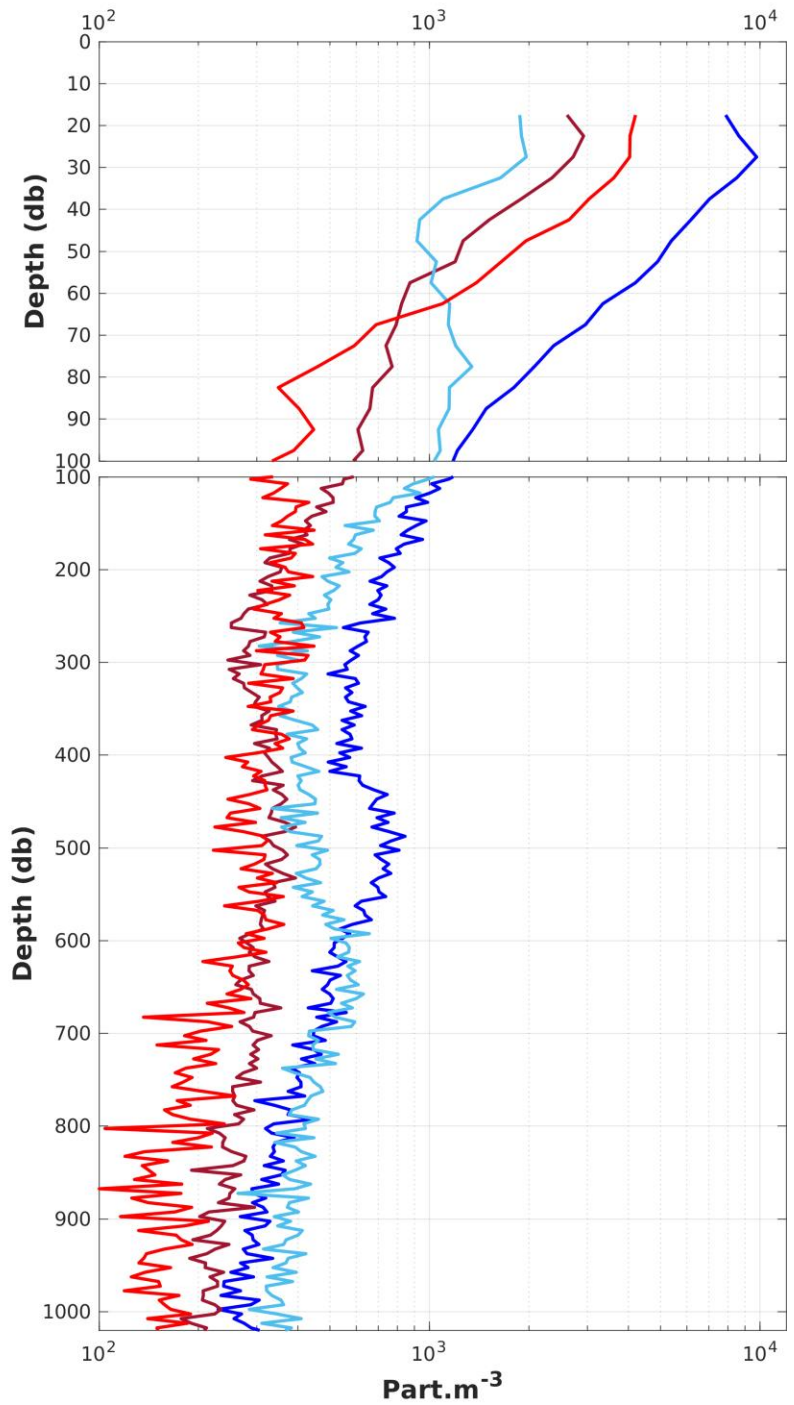
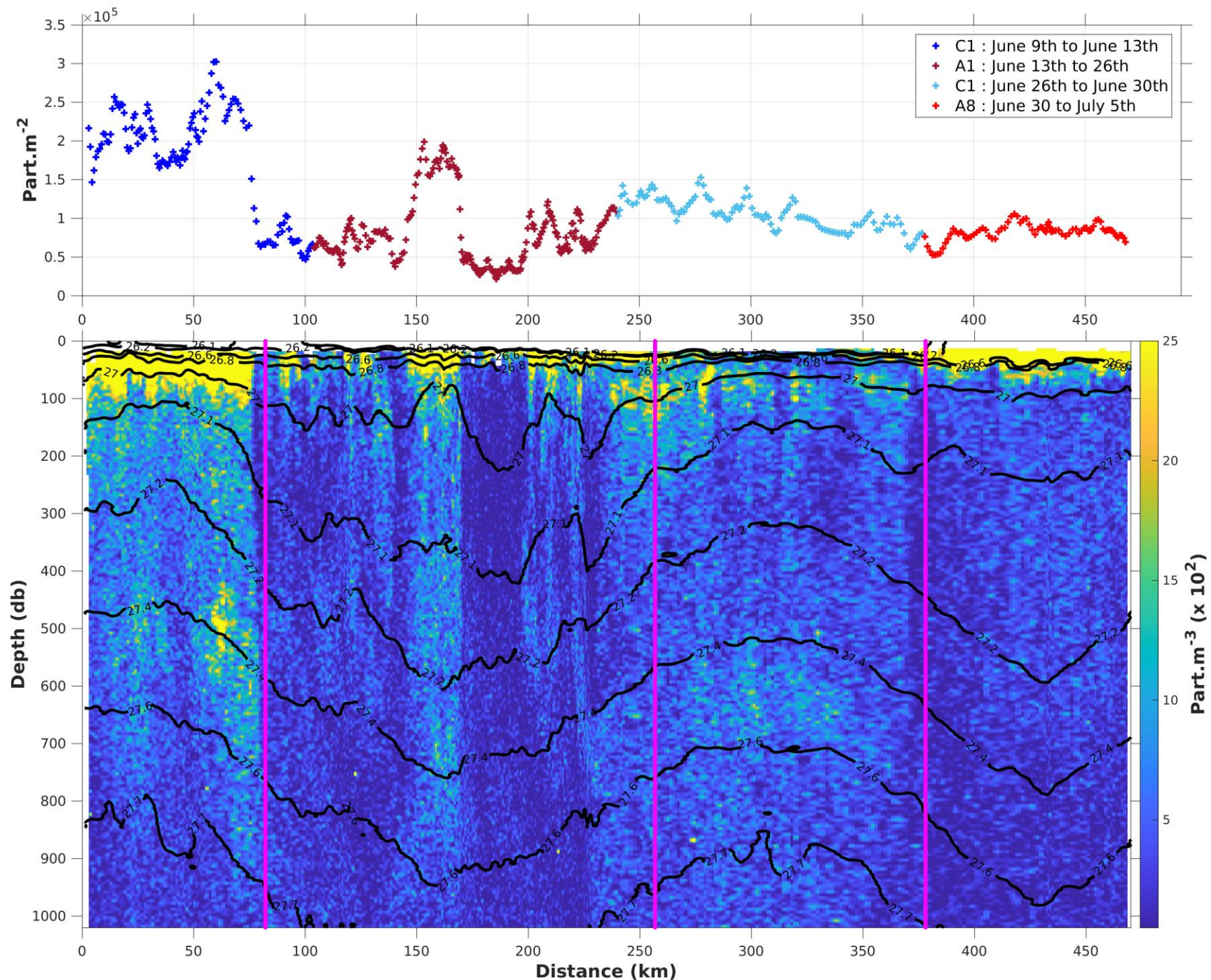
UVP6 (256 to 323 μm) - SEA092



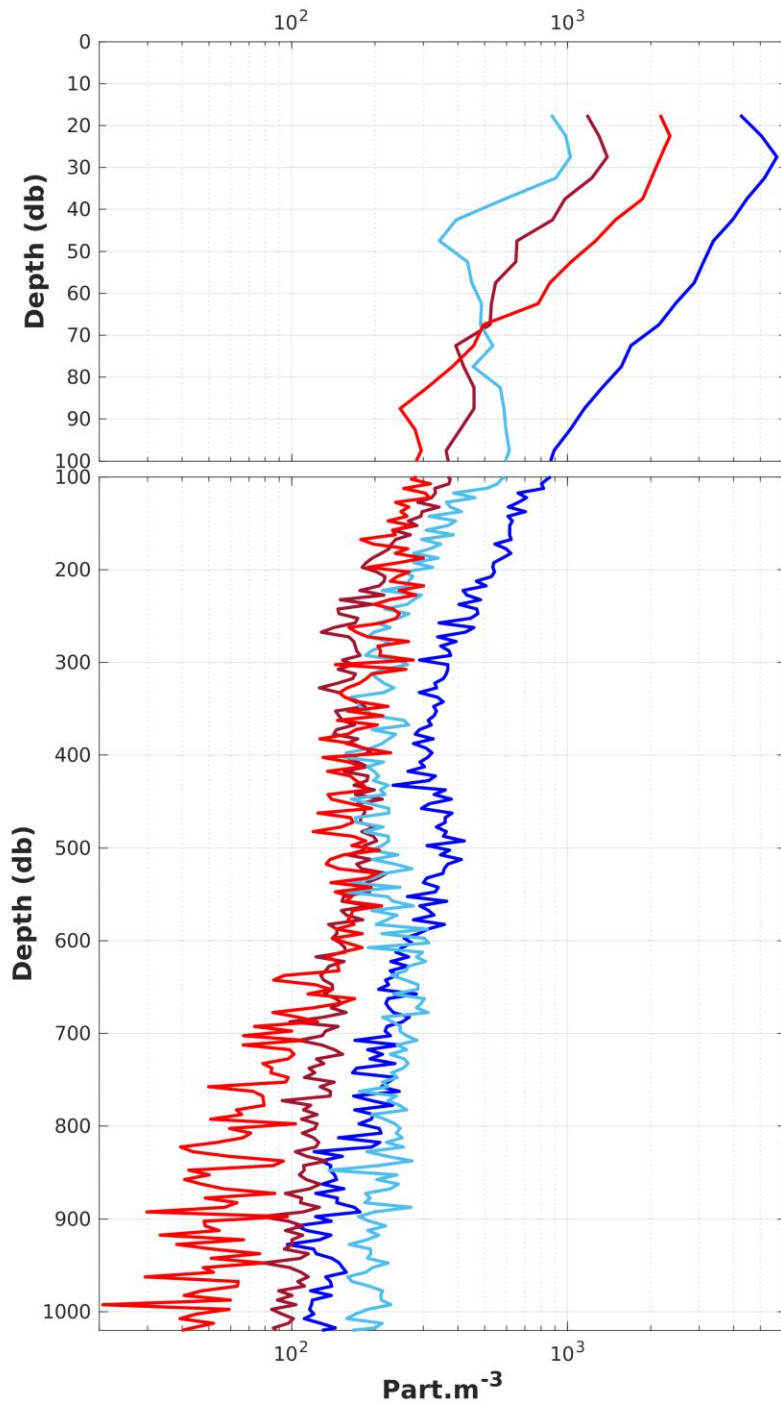
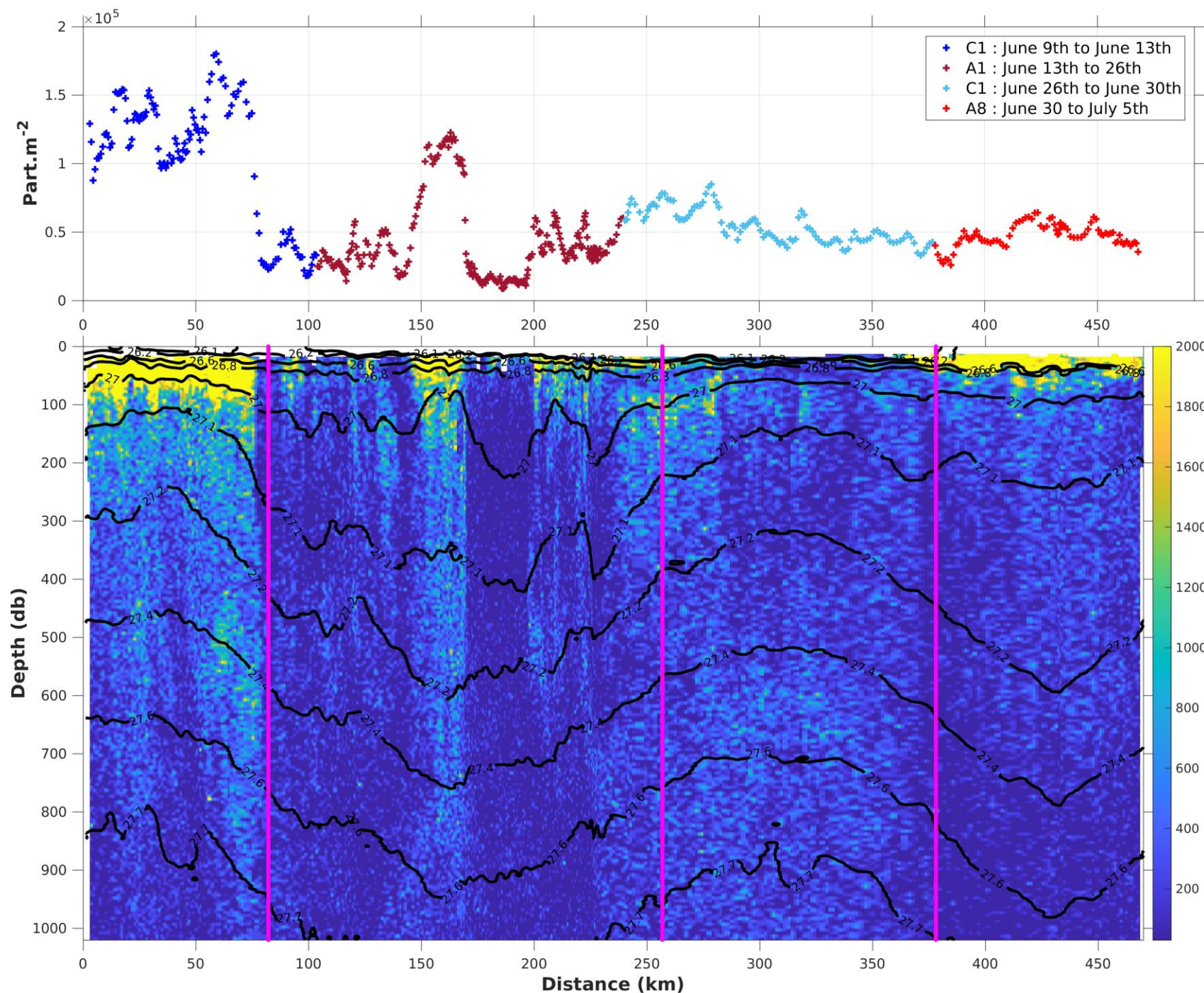
UVP6 (323 to 406 μm) - SEA092



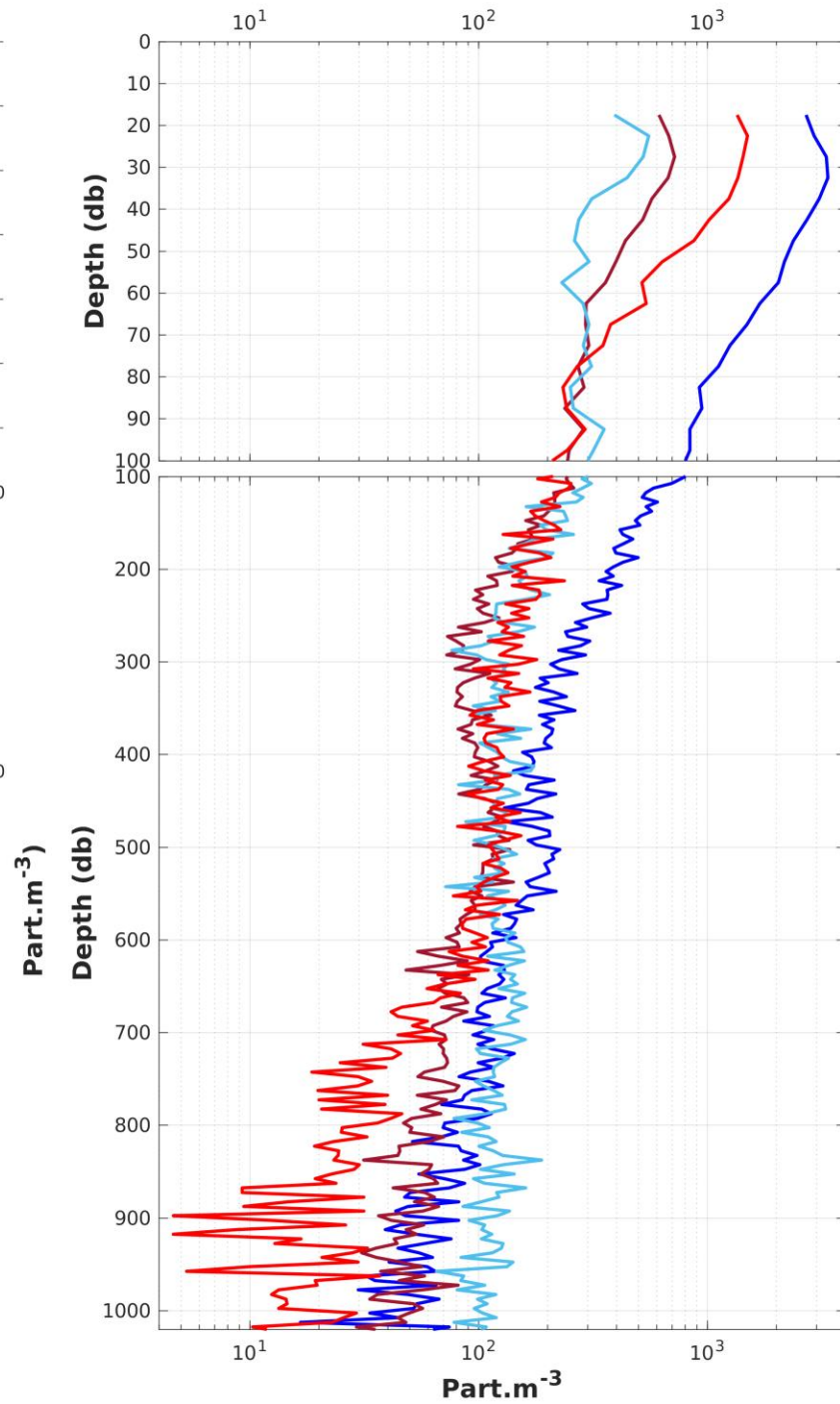
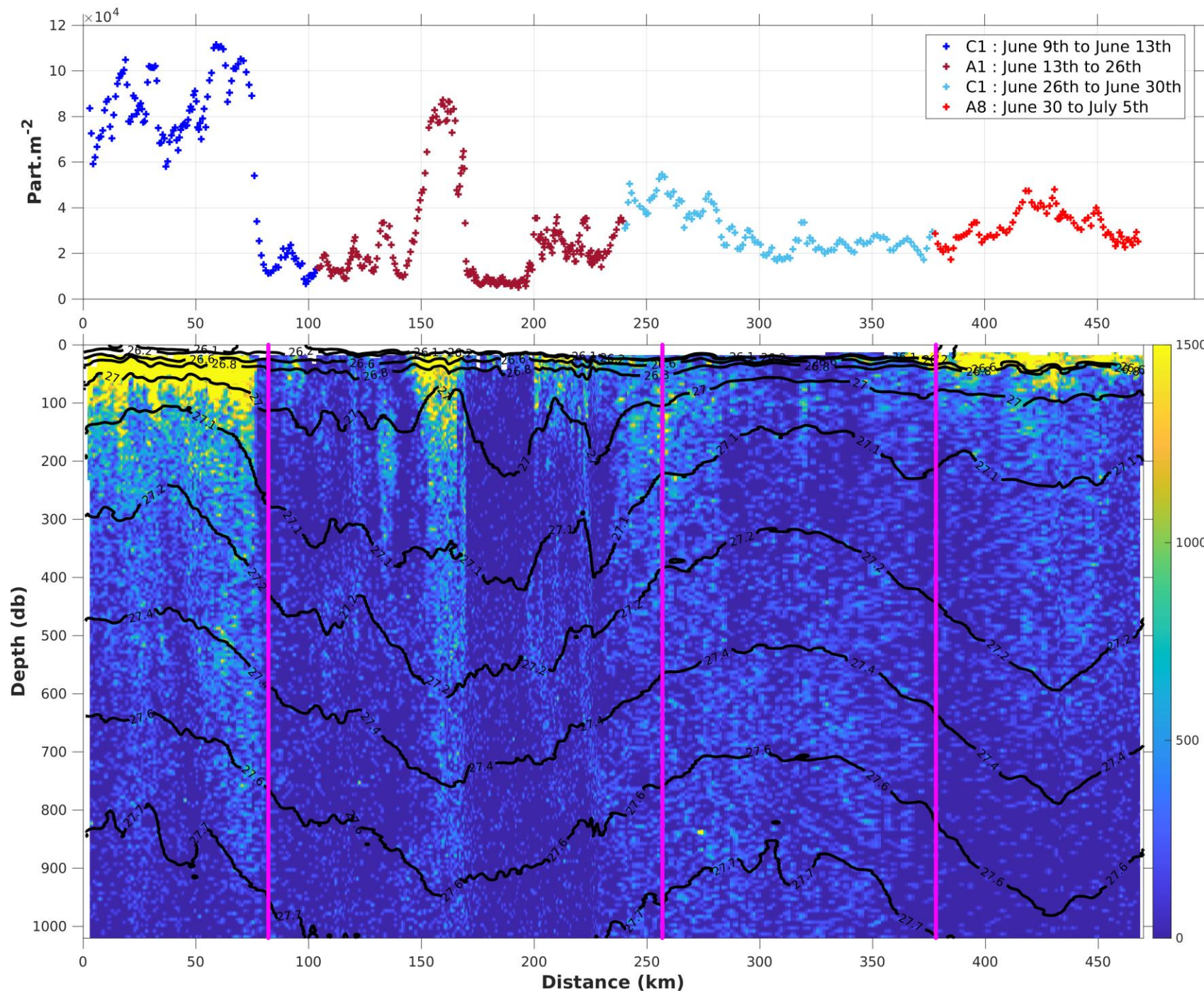
UVP6 (406 to 512 μm) - SEA092



UVP6 (512 to 645 μm) - SEA092



UVP6 (645 to 813 μm) - SEA092



UVP6 (> 813 μm) - SEA092

