



Les tourbillons océaniques et la révolution SWOT

F. d'Ovidio - CNRS, LOCEAN-IPSL

Responsable Océanographie pour la mission SWOT au CNES

Journée de la Science
6 novembre 2025, Paris

L'océan et nous

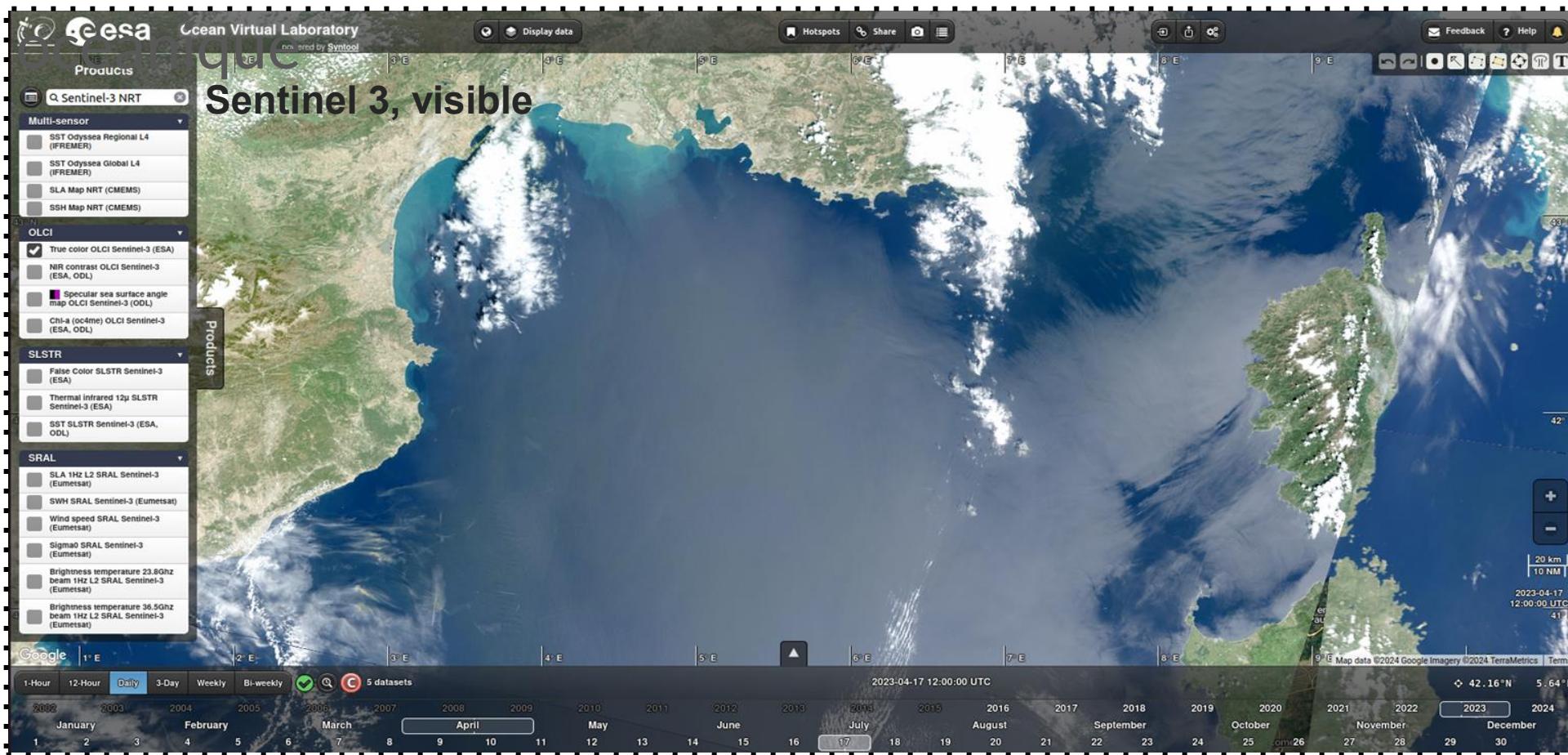
Ressources (revenu et nourriture): 800M personnes



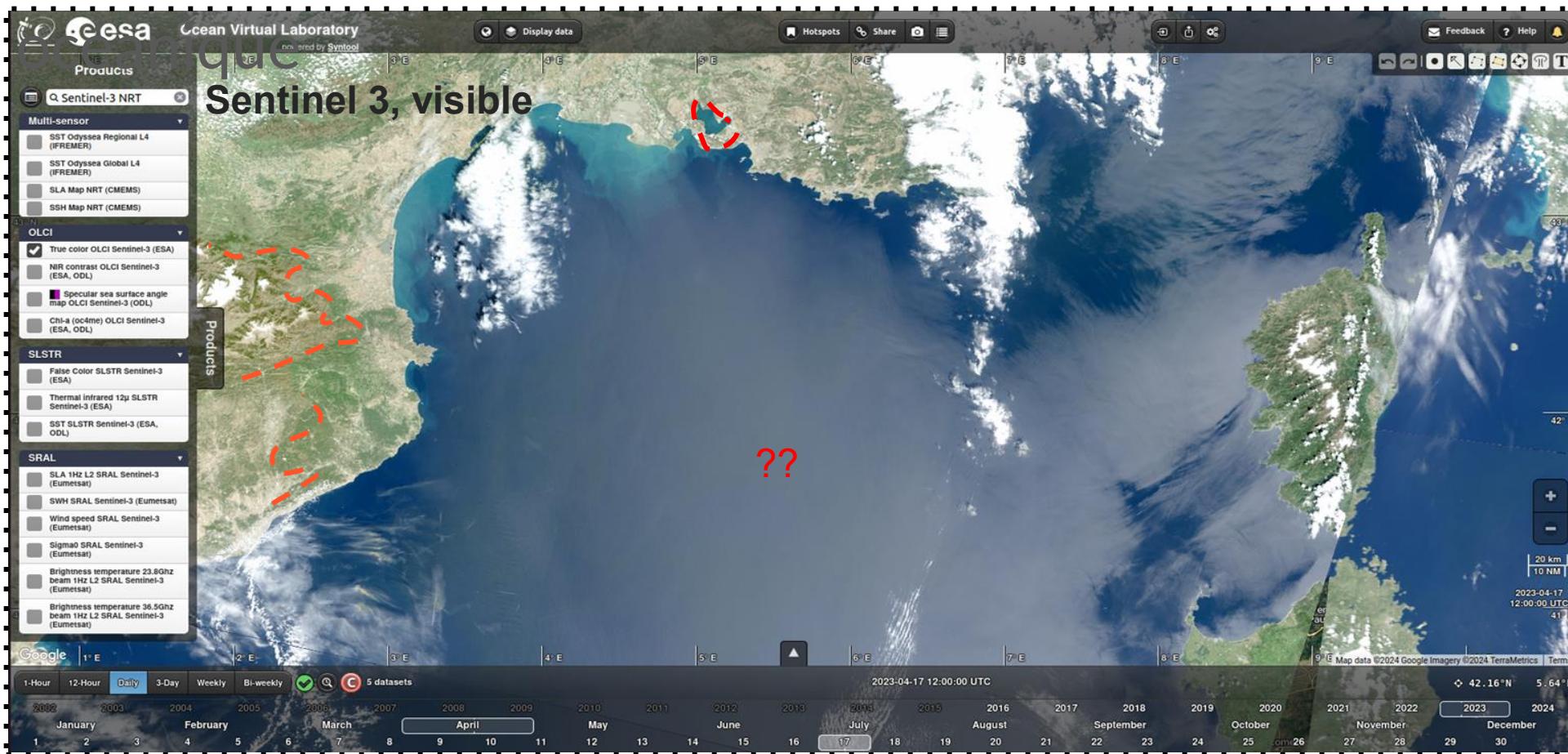
Habitabilité: Système Terre/climat

Lien culturelle/existentielle

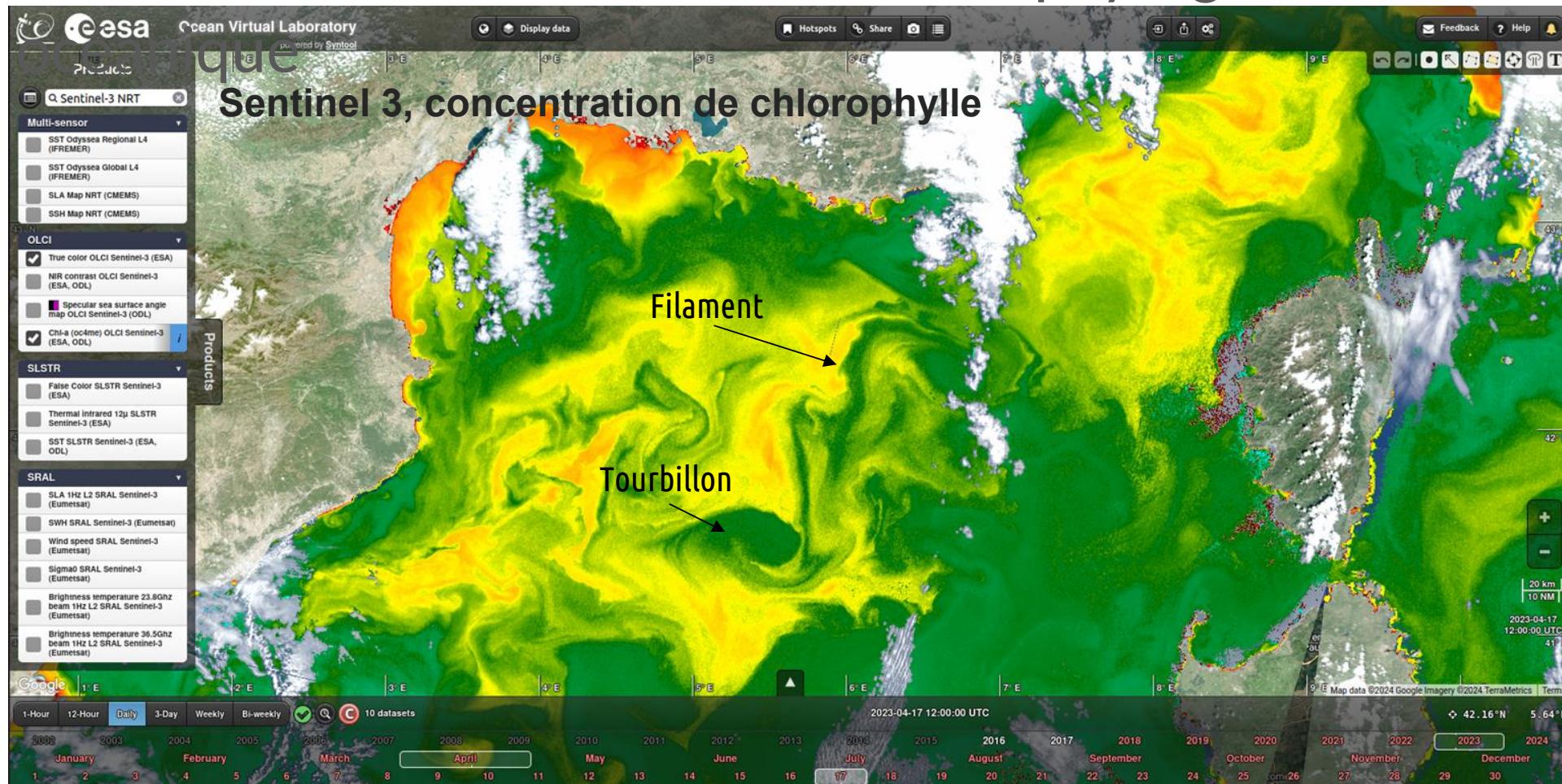
Tourbillons et filaments, au coeur du paysage



Tourbillons et filaments, au coeur du paysage



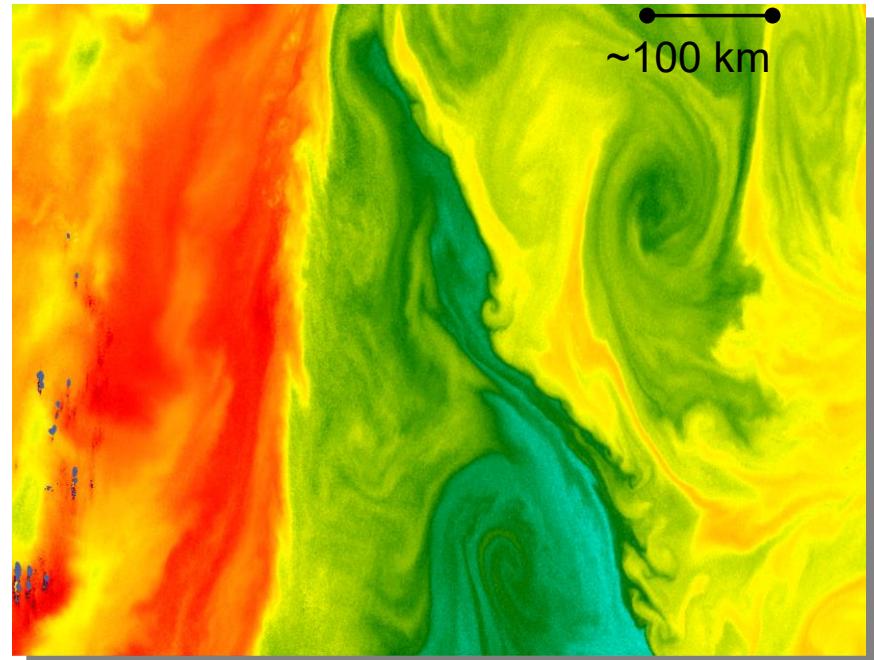
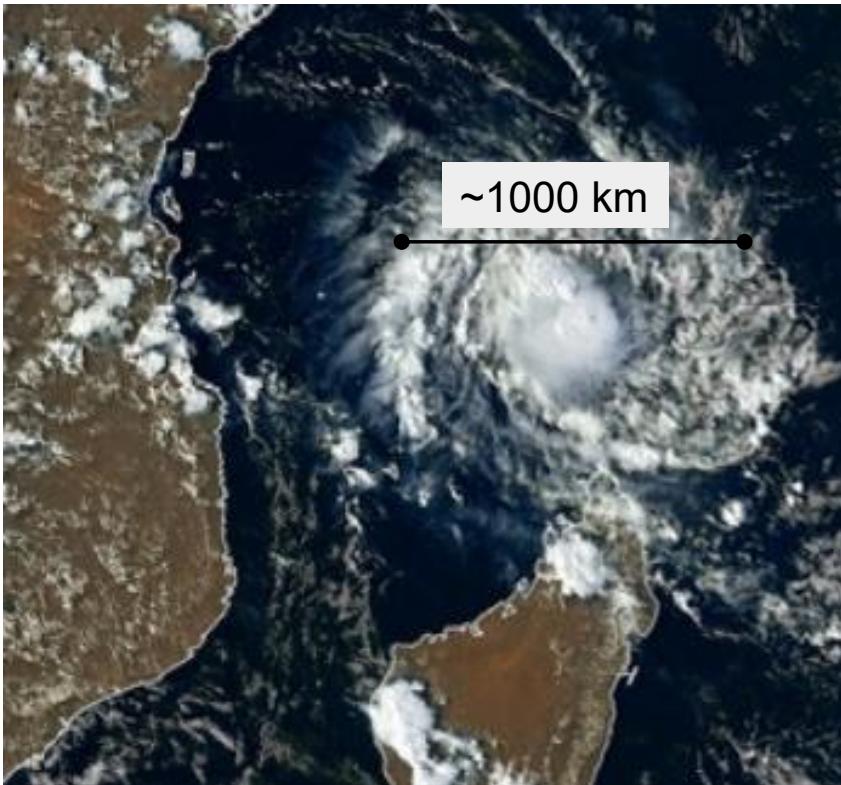
Tourbillons et filaments, au cœur du paysage



Les fines échelles océaniques

Tourbillons et filaments, 1-100km, jours-semaines

Analogues des systèmes météorologiques

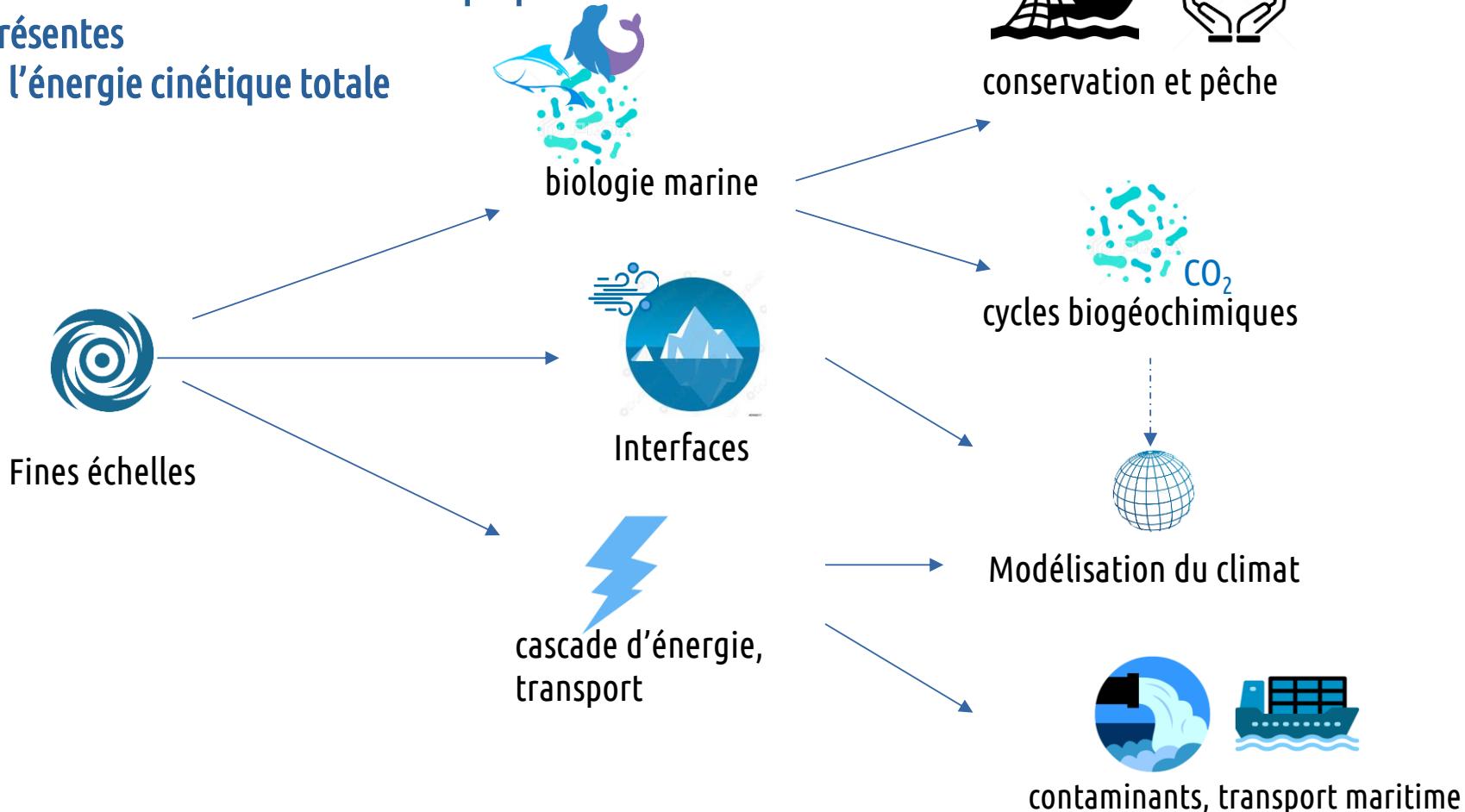


Les tourbillons et filaments océaniques (1-100km)

Des petites structures avec un rôle disproportionné

Omniprésentes

80% de l'énergie cinétique totale



Altimétrie conventionnelle Jason-type



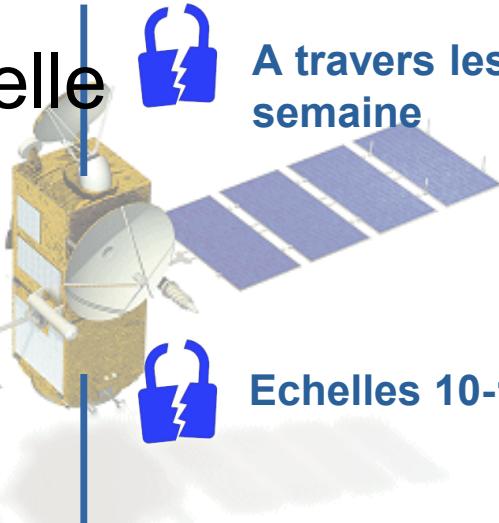
A travers les nuages, globale, résolution de 70-100km, ~1 semaine

Echelles <70-100 km

Régions côtières

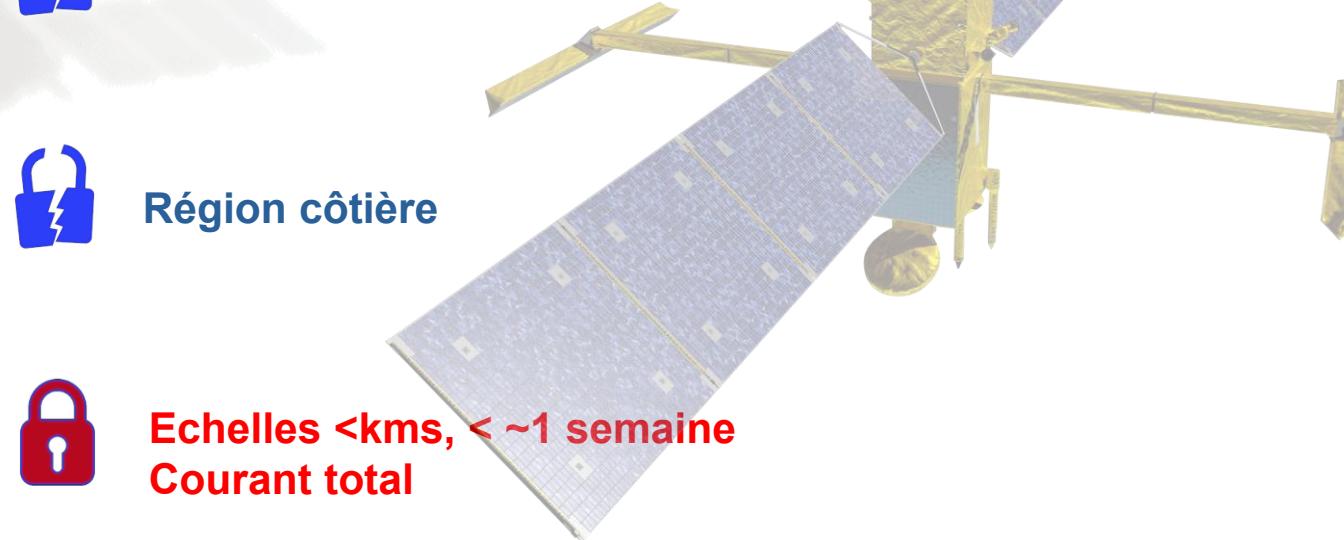
Altimétrie conventionnelle

Jason-type



A travers les nuages, résolution globale de 70-100km, ~1 semaine

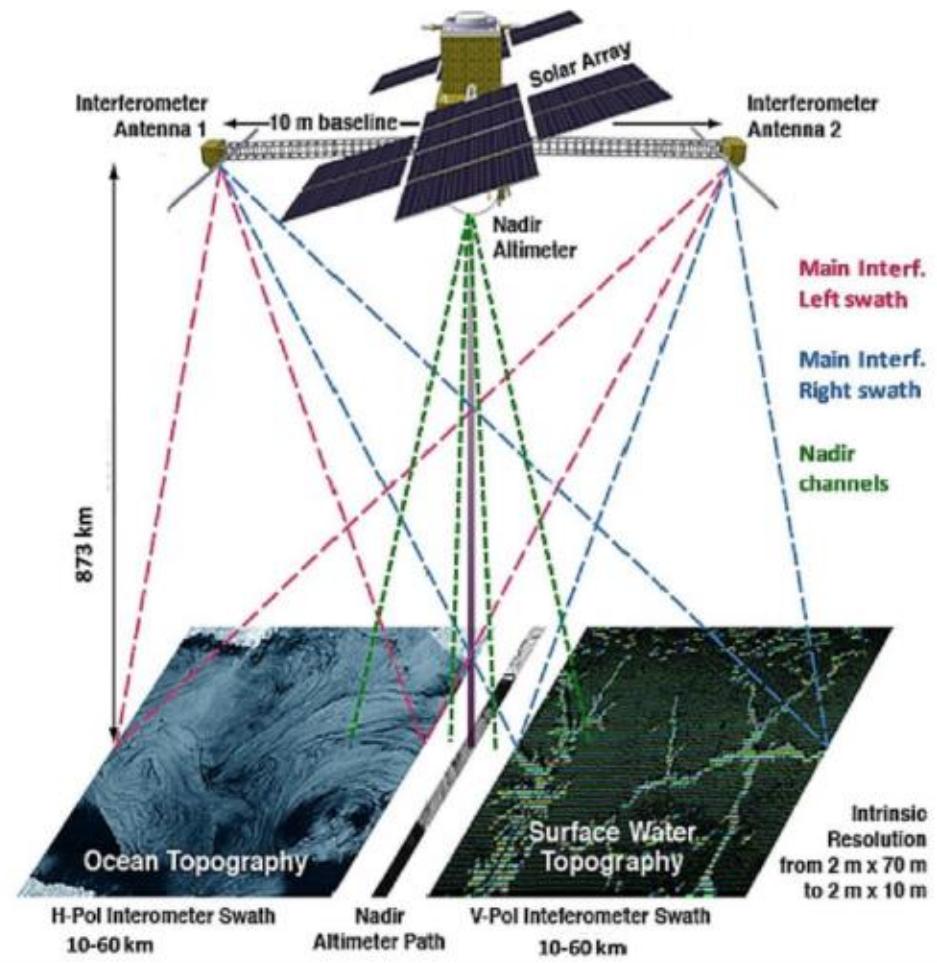
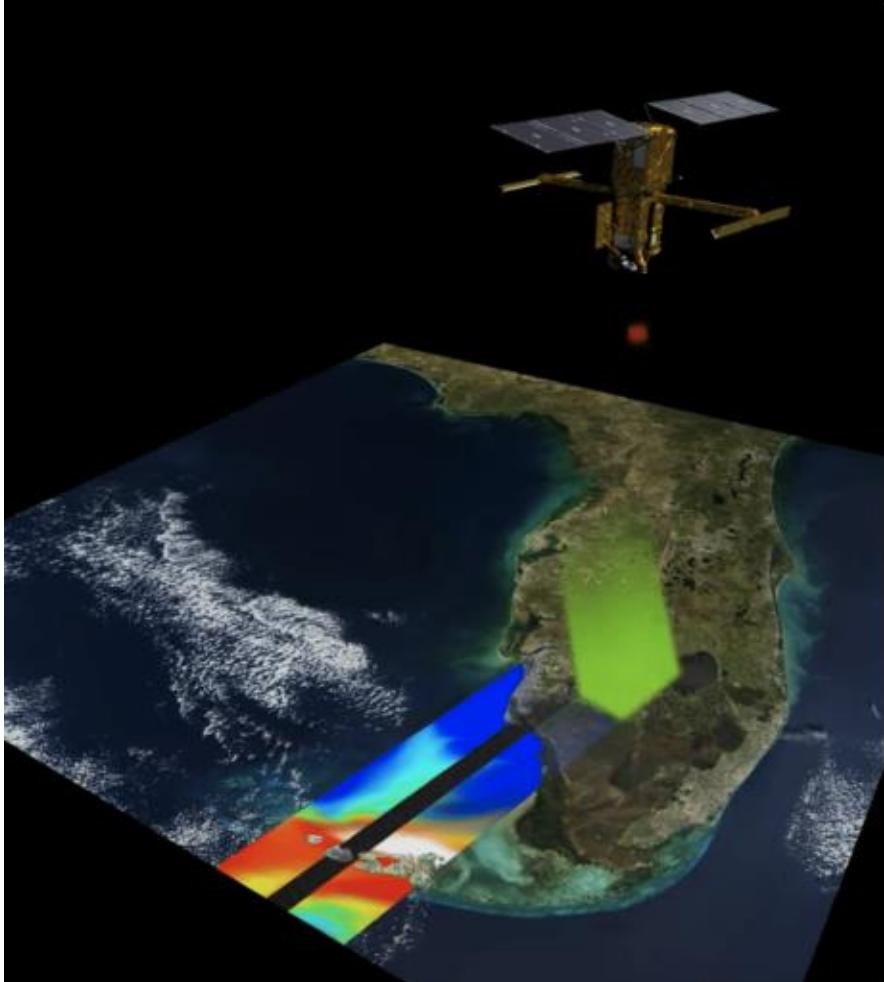
Surface Water Ocean Topography (SWOT)



Echelles 10-100km

Région côtière

Echelles <kms, < ~1 semaine
Courant total



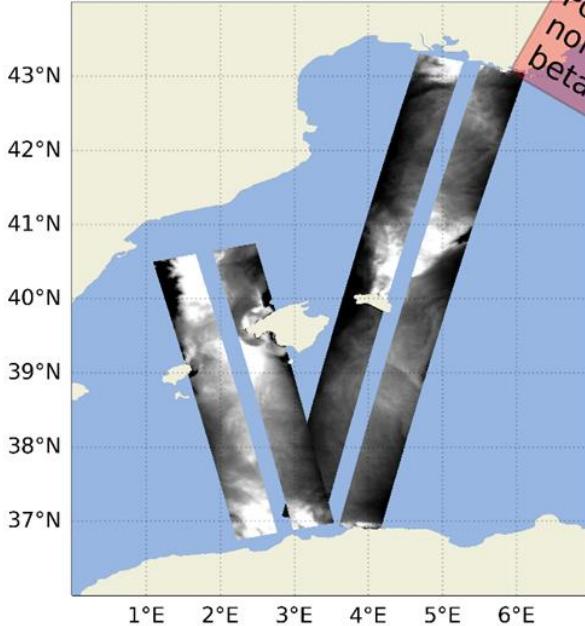
16 décembre 2022



Une des toutes premières images

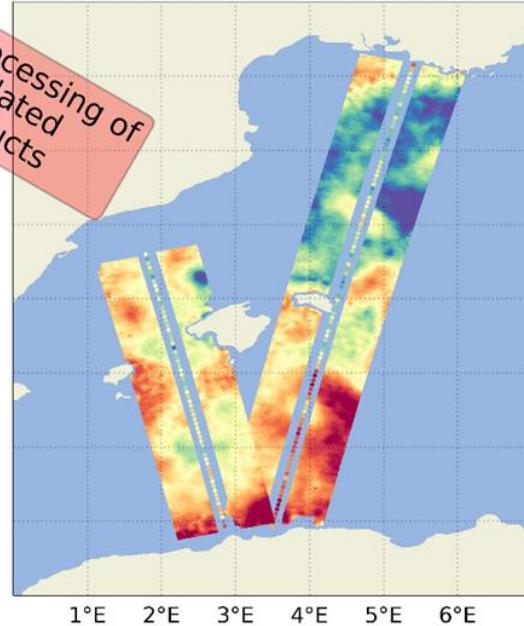
SWOT data on 2023-04-10 for cycle 486 and track 3 & 16

SWOT Sigma0

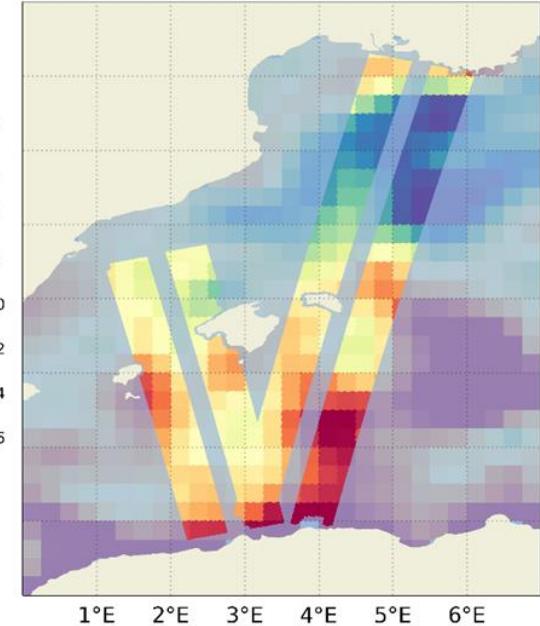


SWOT KaRIn+Nadir Alt ADT

Post-processing of
non-validated
beta products



DUACS CMEMS





**BioSWOT
Med**

Planning de route pour le
3-5 mai

émis le 03/05/2023 à 10:28 (heure locale)

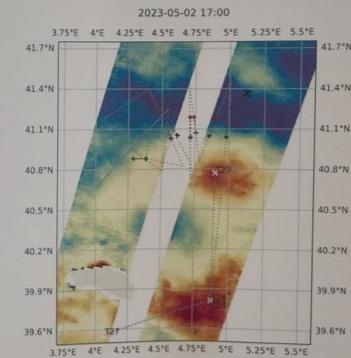
Date Heure Locale : Activités

3 mai
08:19 : Fin de l'opération récupération du Zooglider.
Reprise de la route vers T28 à 6 km fond avec MVP sans réduire la vitesse si on est en avance
14:30 : Arrêt à T28 et remontée du MVP pour vérification câble.
Dès que la vérification du câble est terminée, reprise de la route vers T29 à 6 km fond avec MVP.
Route vers T29 sans réduire la vitesse si on est en avance

4 mai
01:10 : arrivée à T29 et début de la station Lagrangienne « B2 » (possibilité de faire un portage pour T29)
02:30 : rosette O-~~2000~~ avec prélevement d'eau (Emily-S) avec Sel Nut (G2d) PRÉVOIR RINCAGE
03:00 : déploiement VVP /
04:10 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 0-50m 2m (P17)
06:30 : déploiement de 4 bouteilles : 1 BGC-SVP, 1 Spotter, 1 Carthe, 1 EoDyn
07:00 : déploiement Zooglider et récupération VVP (zodiac)
08:00 : profil rosette CTD 0-500m avec prélevement d'eau (C25) pour repérage de T29
09:00 : profil VMP
09:45 : profil FF-ADCP
10:00 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 0-50m résolution 3m (P18)
12:00 : 4 traits de filet zooplancton (0-400m, 0-200m, 0-100m, 0-100m)
14:00 : déploiement VVP
14:15 : 1 trait de filet de phytoplancton (0-200m)
14:30 : profil rosette CTD 0-500m avec prélevement d'eau (C26)
15:45 : profil VMP
16:30 : profil FF-ADCP
17:15 : trait de filet pour mesocosm DAY3
17:30 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 50m pour remplissage cuve DAY3 (P19)
18:15 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 0-50m 4m (P19)
19:30 : récupération VVP (zodiac)
20:30 : profil rosette CTD 0-500m avec prélevement d'eau (C27)
21:30 : profil VMP
22:15 : profil FF-ADCP
23:00 : trait de filet pour mesocosm NIGHT3
23:15 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 50m pour remplissage cuve NIGHT2 (P20)

5 mai
00:00 : 4 traits de filet zooplancton (0-400m, 0-200m, 0-100m, 0-100m)
02:45 : profil rosette CTD 0-500m avec prélevement d'eau (C28)
03:00 : profil VMP
03:20 : profil FF-ADCP
04:45 : déploiement de 8 SVP en croix autour du BGC-SVP
05:00 : déploiement de 1 flotteur-profilleur Argo-DO
06:00 : Fin de la station lagrangienne « B2 » et reprise de la route vers T30 à 6 km fond avec MVP
Route vers T30 avec possible lâcher de bouées dérivantes en accord avec quart MVP

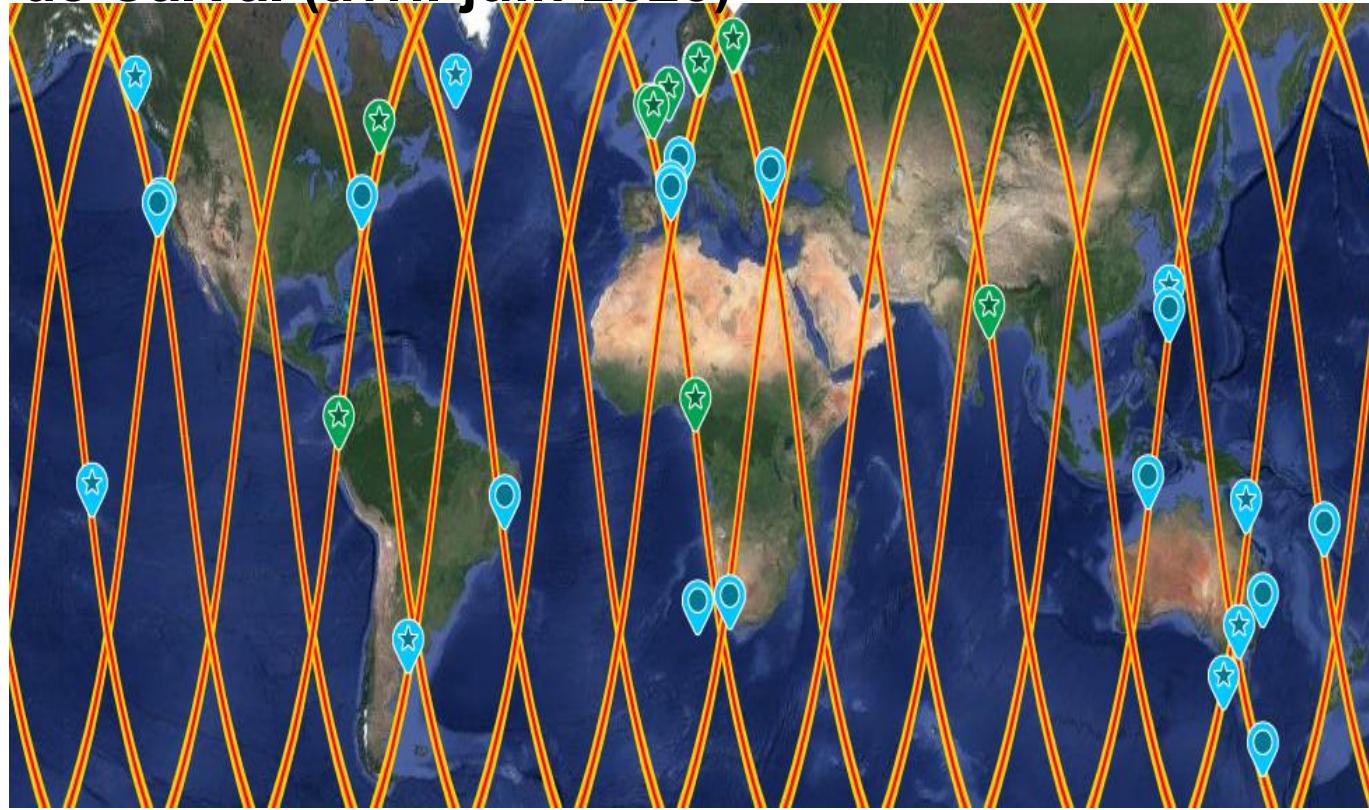
T	Lat°		Lon°	
	Lat'	Lon'	Lat'	Lon'
20	41	23.400	4	24.000
21	40	50.400	4	43.464
22	41	26.400	4	42.000
23	40	51.120	4	47.064
24	41	26.430	5	0.0000
25	40	51.368	4	58.348
26	39	48.590	4	52.949
27	39	33.603	4	04.515
28	39	48.590	4	52.949
29	40	46.260	4	57.150
30	41	12.000	5	15.000



SWOT Adopt-a-Crossover: des expériences à la mer pendant la phase de phase de CalVal (avril-juin 2023)

<https://www.swot-adac.org>

SWOT
AdAC

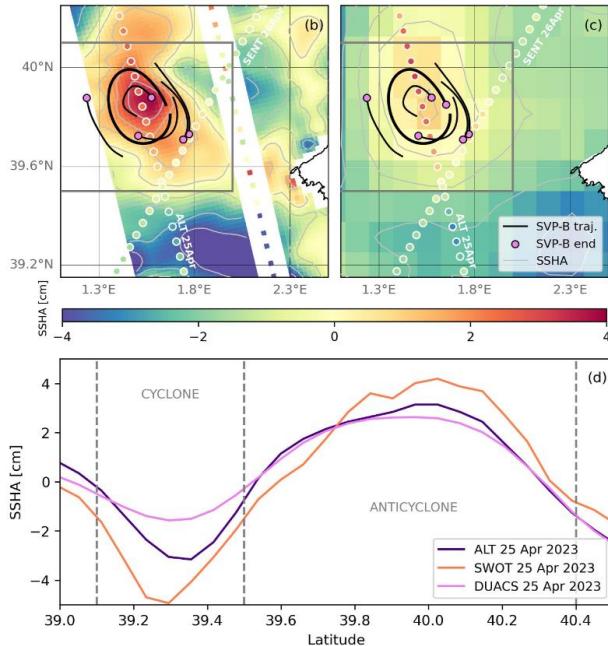


14 offshore (ship)

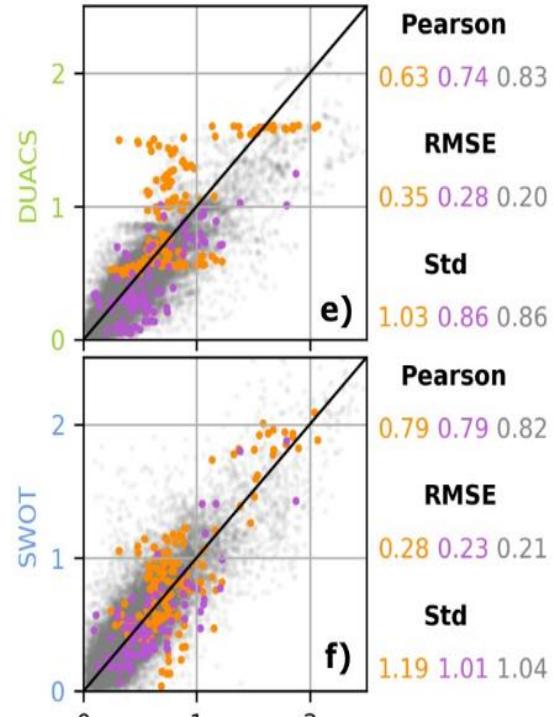
7 offshore (infrastructure)

9 coastal/estuary

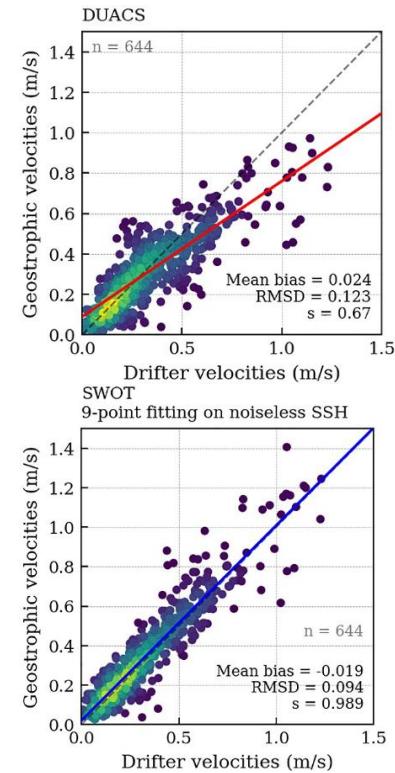
Validation: quelques exemples



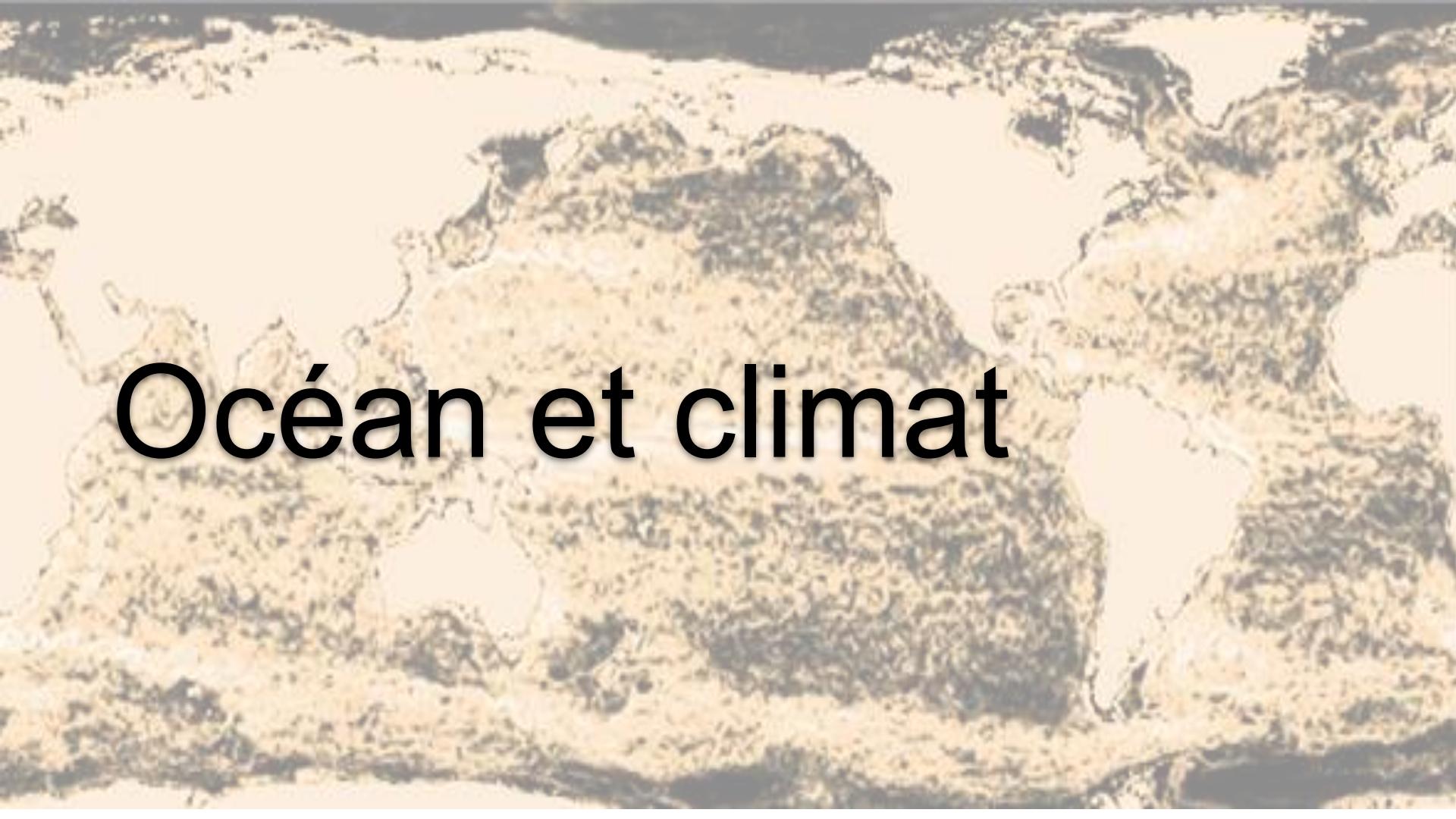
NW Mediterranean
Verger-Miralles et al. 2025



Agulhas
Coadou-Chaventon et al.
2025

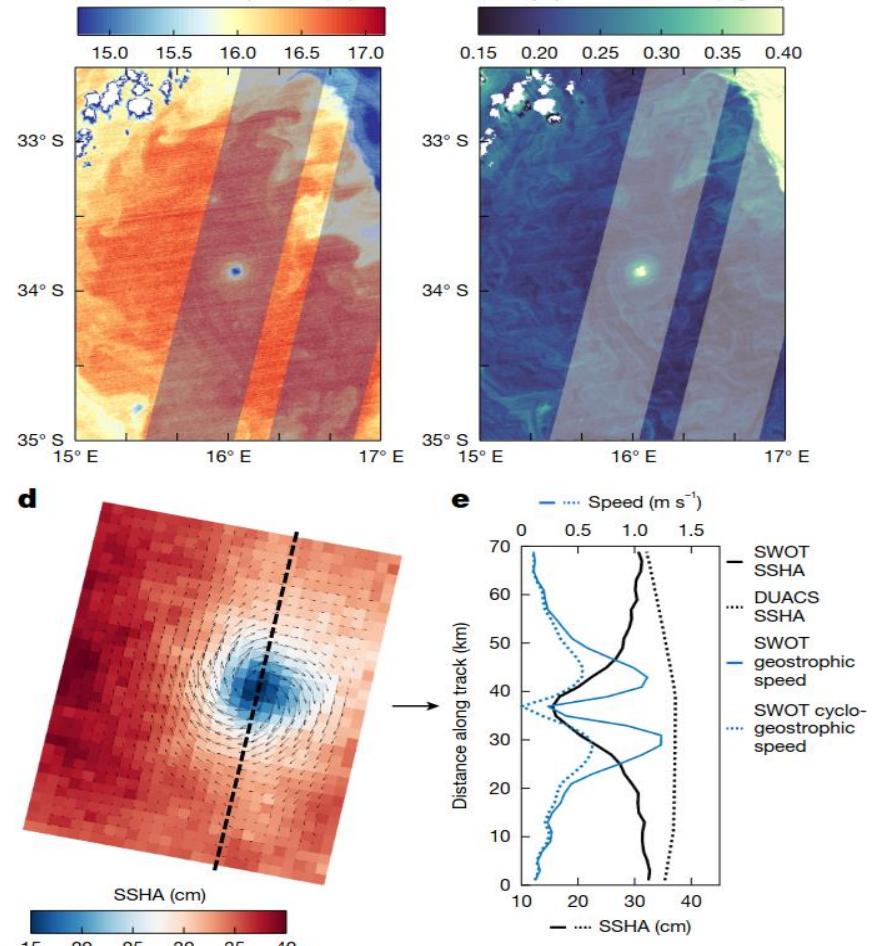
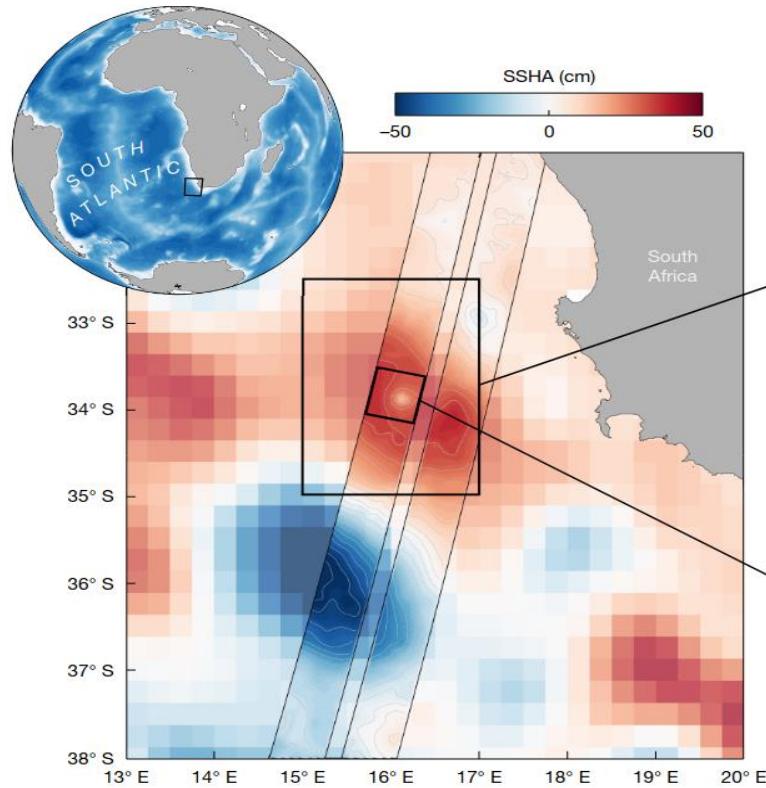


Antarctic Circumpolar
Current
Tranchant et al. 2025

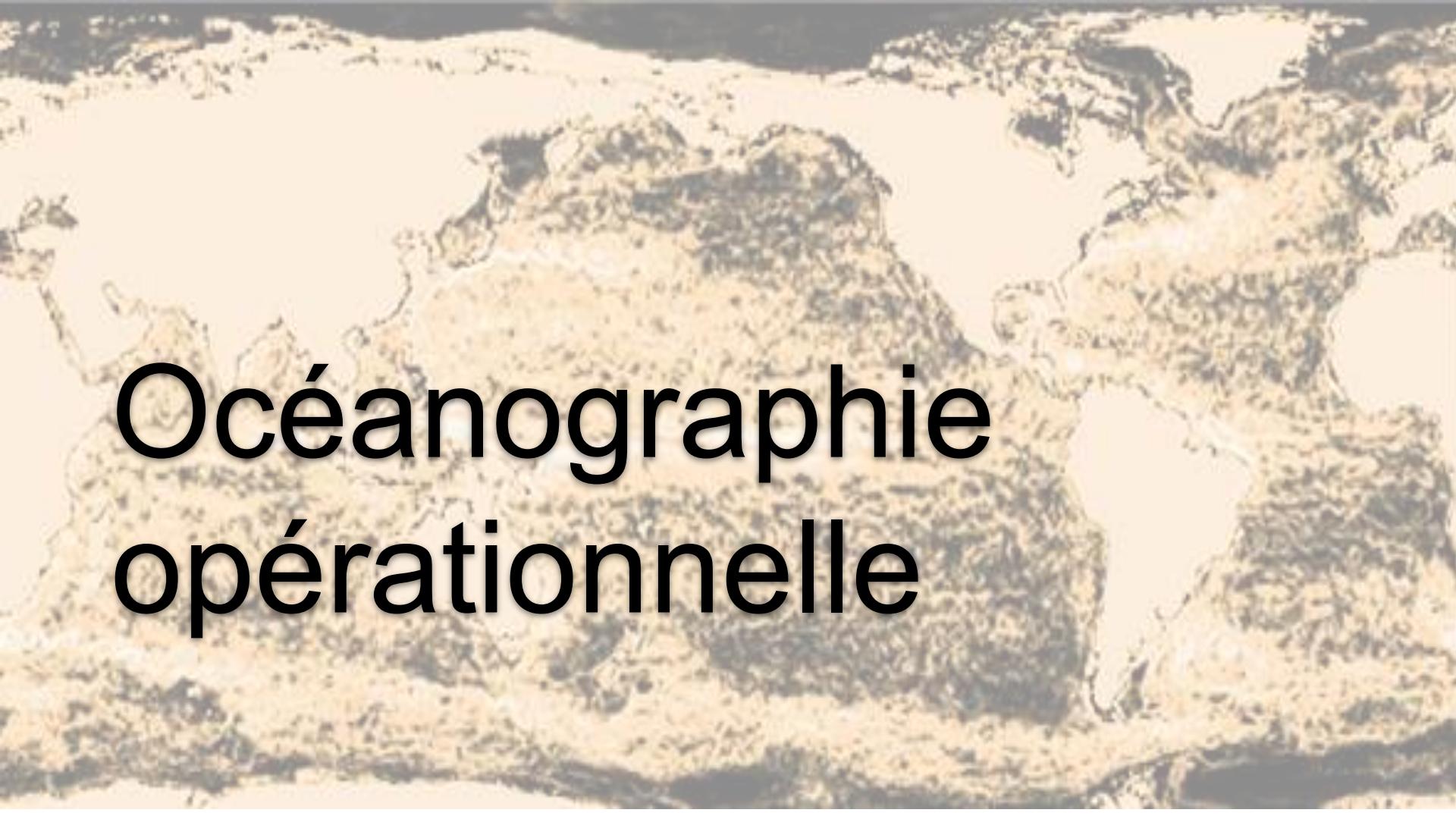
A high-angle aerial photograph of a coastal area. In the foreground, there is a sandy beach with some low-lying vegetation. Behind it is a large, rugged, light-colored cliff face with dark, craggy outcrops. The ocean is visible in the background, showing some white foam from waves crashing against the rocks.

Océan et climat

Une fenêtre sur des processus clés pour le climat



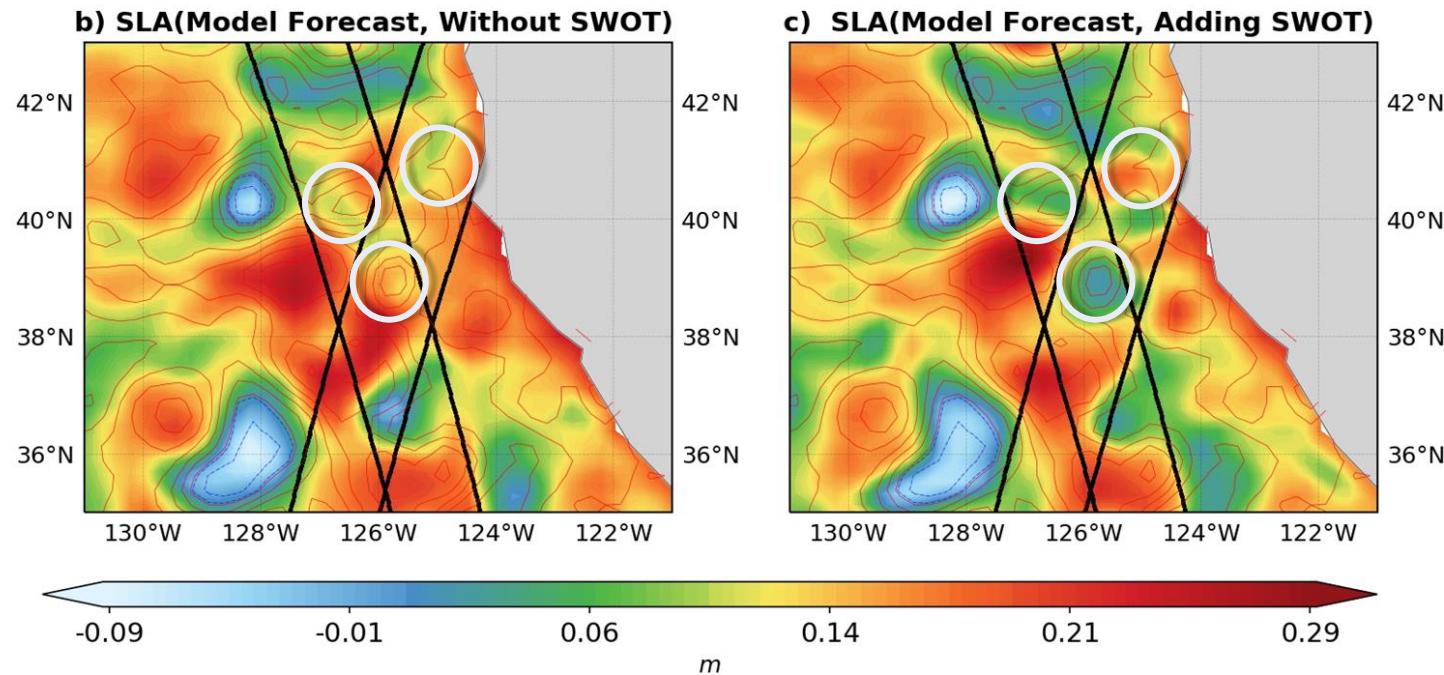
Archer et al., Nature 2025

A high-angle aerial photograph of a coastal area. The foreground is dominated by a sandy beach with dark, irregular patches of vegetation or debris. Beyond the beach, a rocky shoreline extends into the distance, featuring large, light-colored rock formations and smaller, darker, craggy rocks. The water is a deep, dark blue, appearing calm. The overall scene is a mix of natural coastal elements.

Océanographie opérationnelle

Océanographie opérationnelle (MERCATOR)

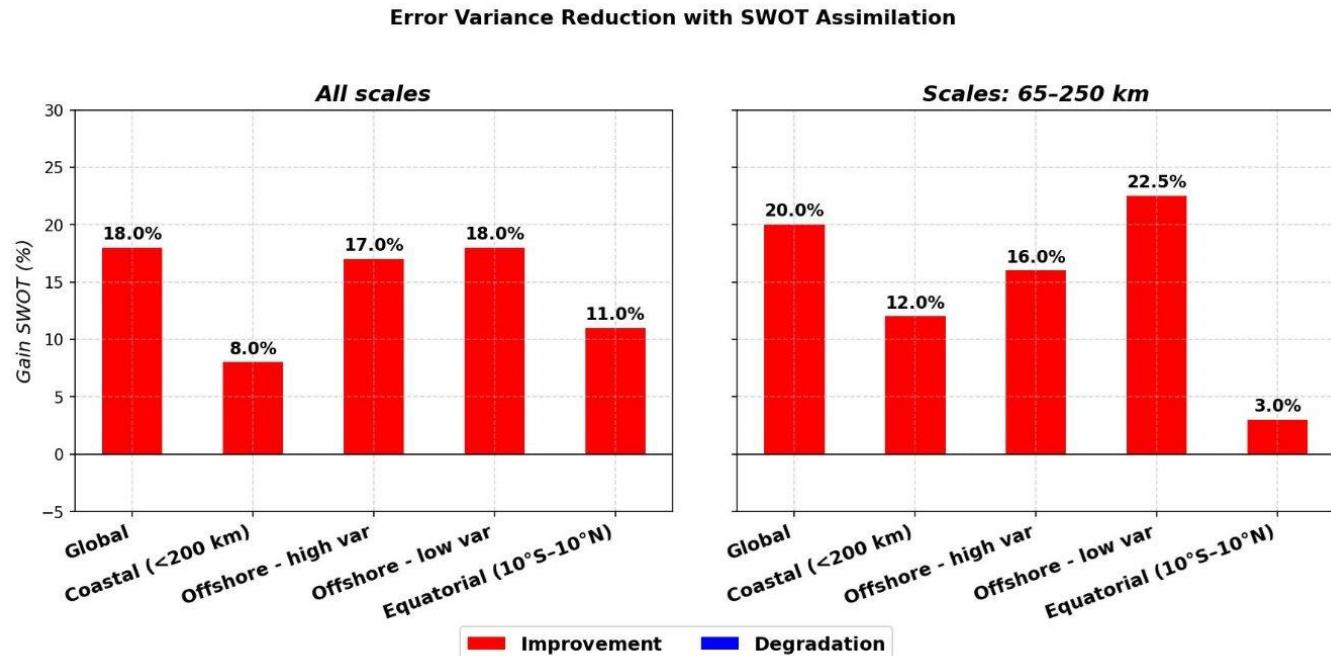
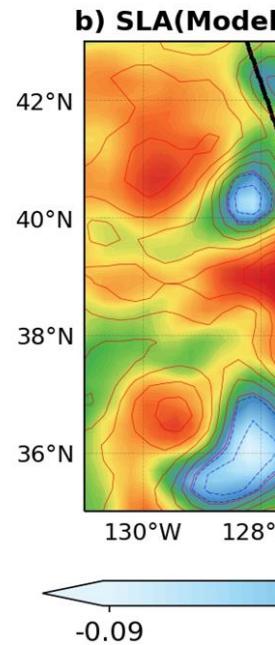
SLA (California Current, 20231114, Contour line : Duacs)



Crédits: M. Benkiran, E. Fouchet, P.-Y. Le Traon and E. Rémy

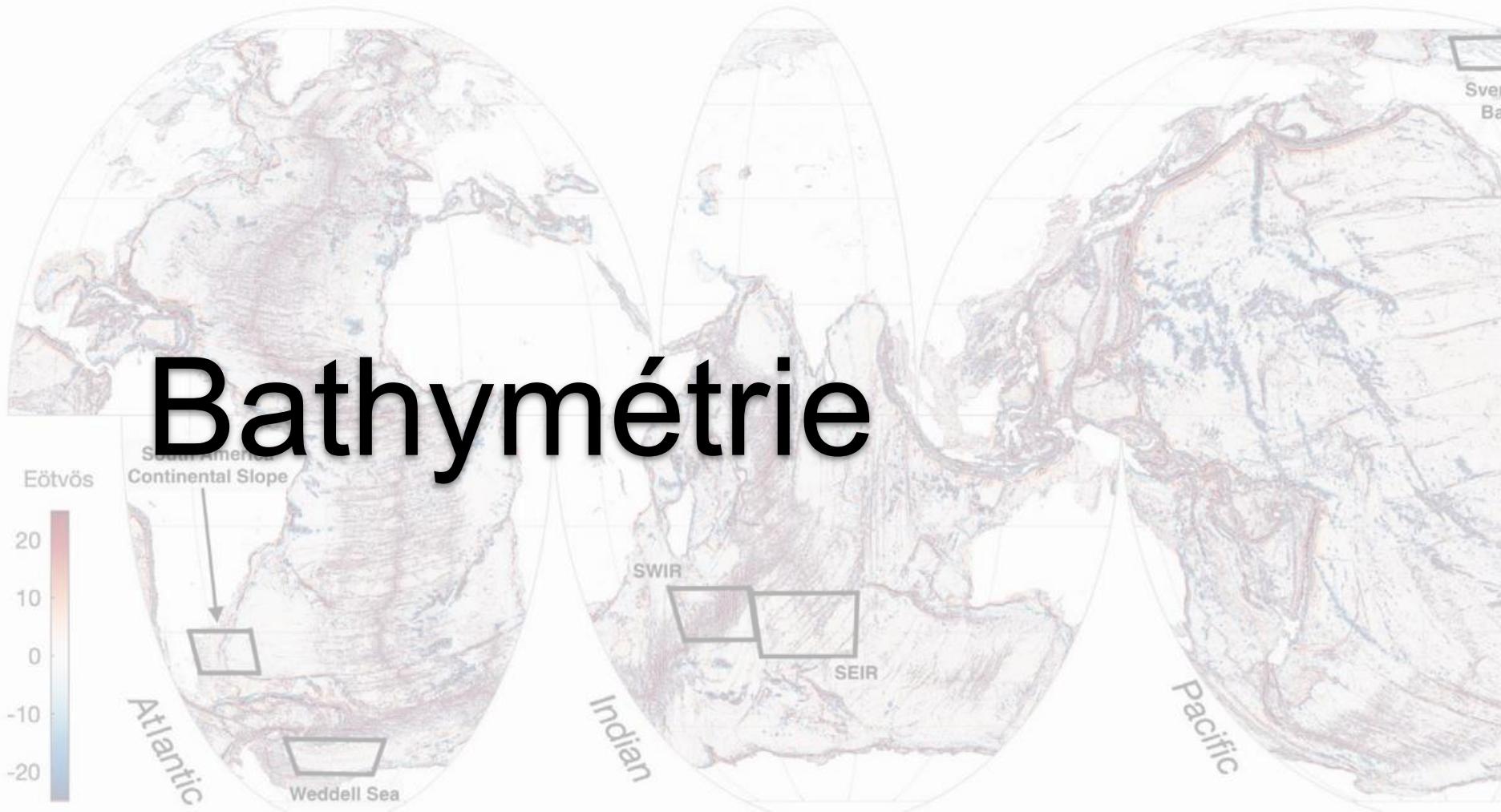
L'assimilation de SWOT réduit les erreurs dans les prévisions MERCATOR à toutes les échelles

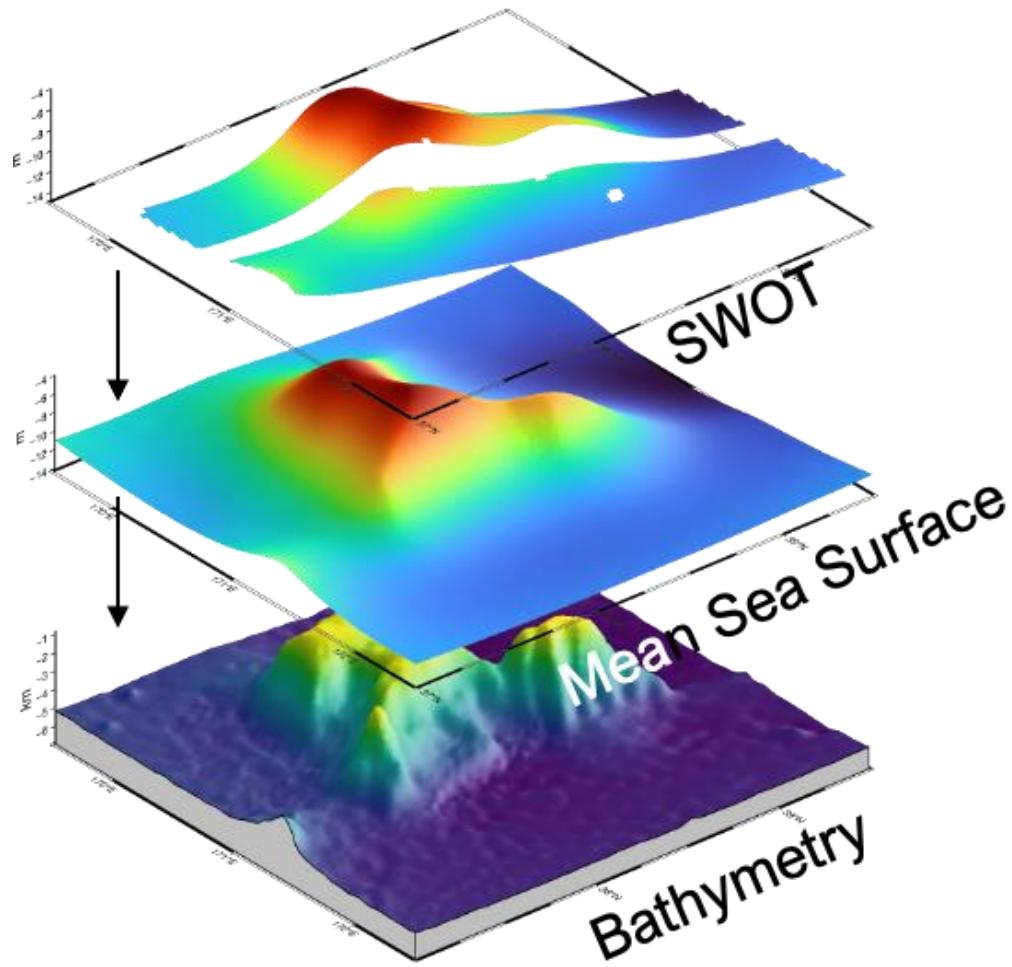
SLA (California Current, 20231114, Contour line : Duacs)



Crédits: M. Benkiran, E. Fouchet, P.-Y. Le Traon and E. Rémy

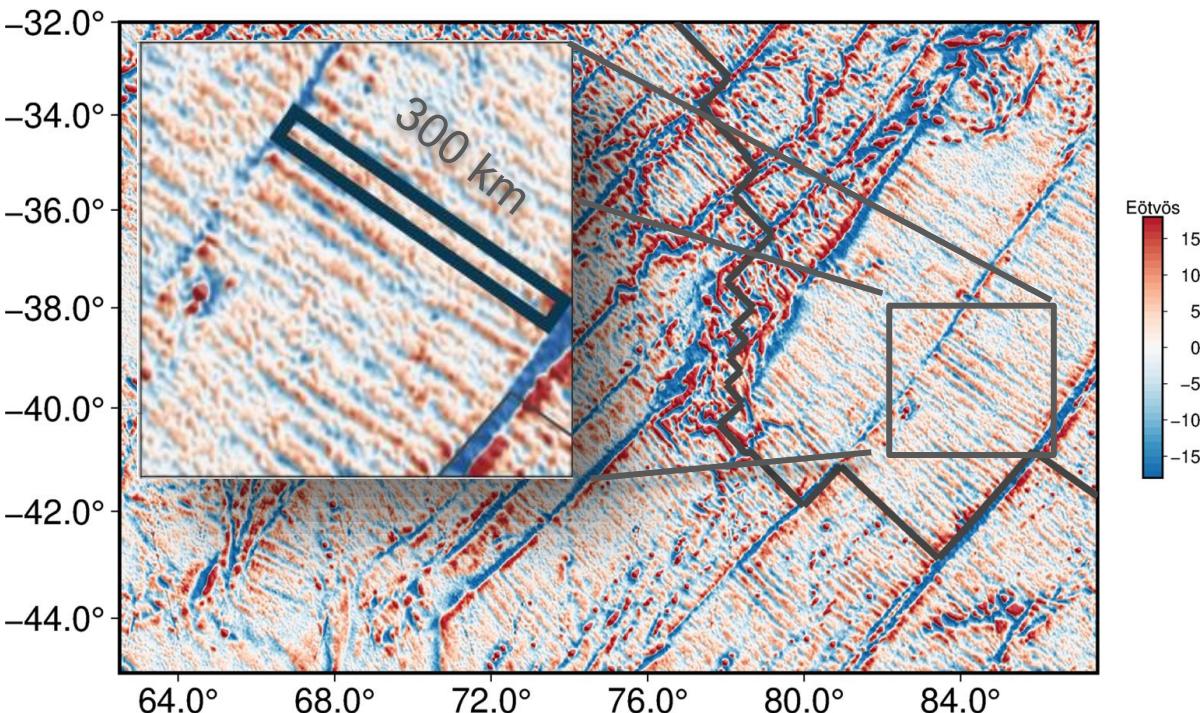
Bathymétrie





“1 year of SWOT data offers more detailed information than 30 years of nadir altimetry”

Yu et al. Science, 2024

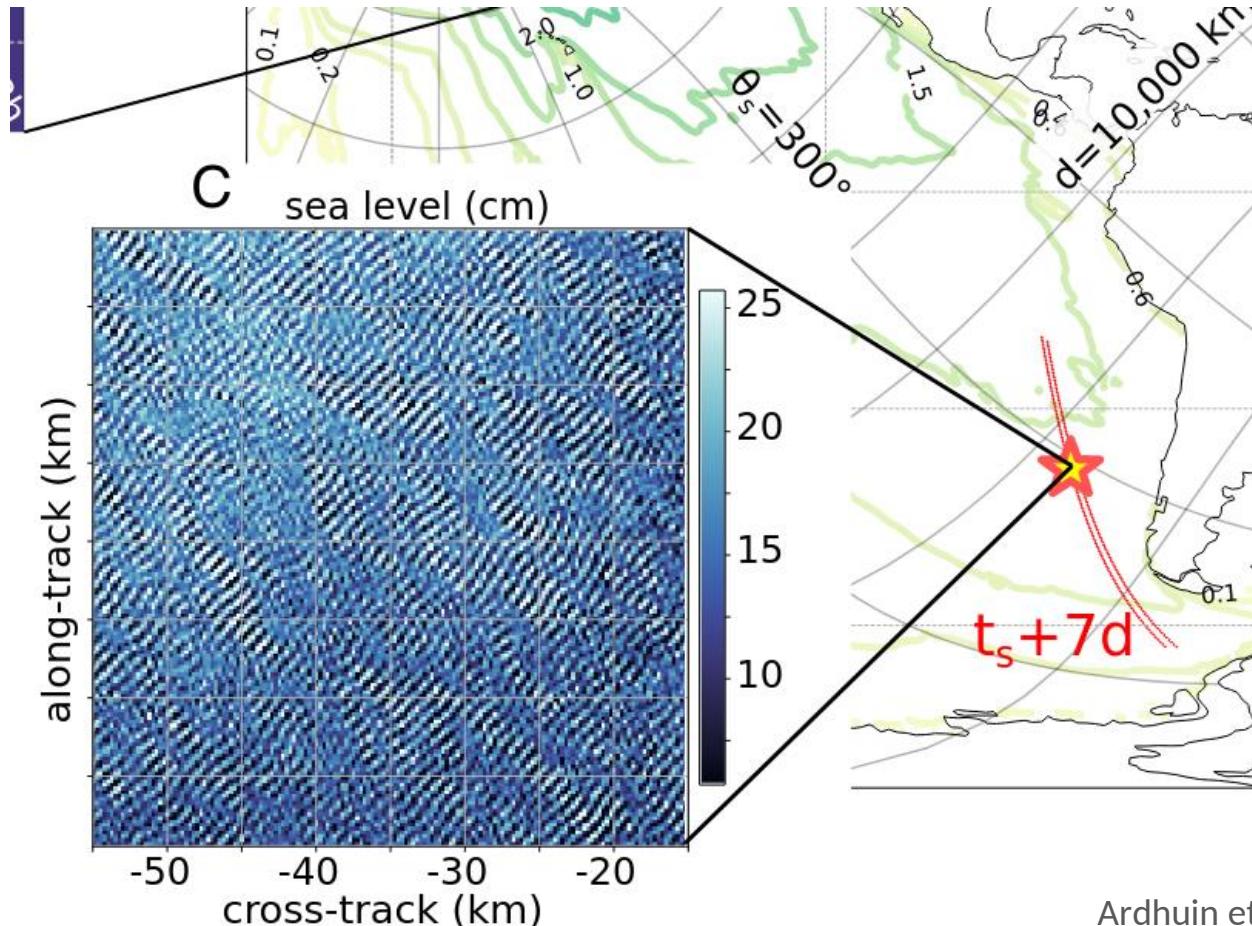


Exemple: détection
des collines abyssales

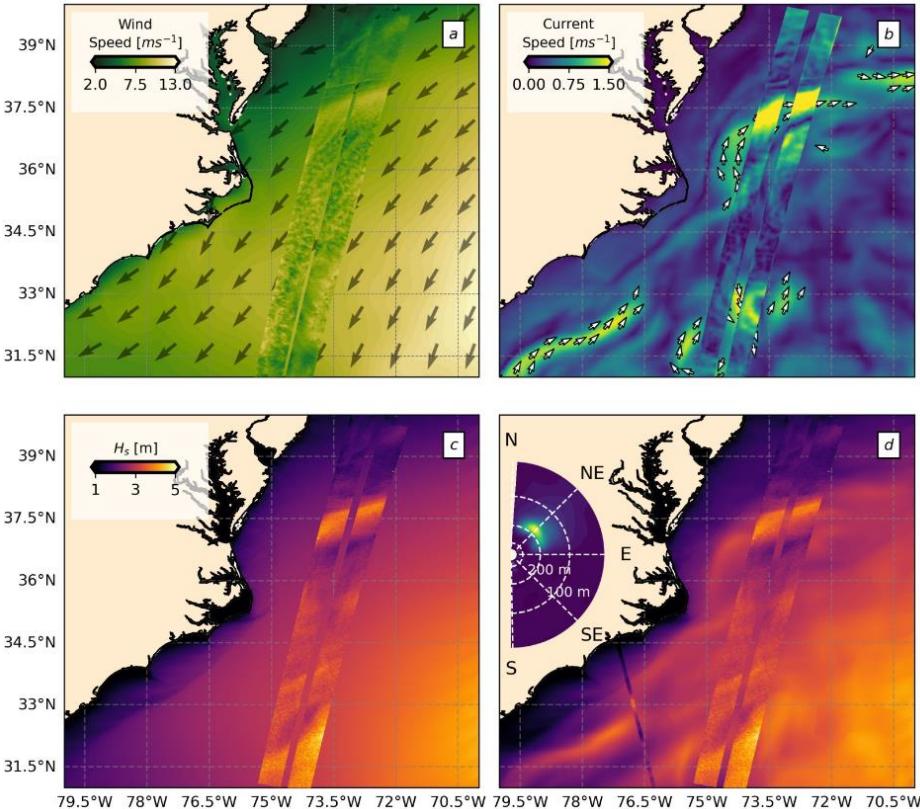
A dark, moody image of a stormy sea. The water is choppy with white-capped waves, and the sky above is filled with heavy, grey clouds.

Vent et vagues

Houle après tempêtes depuis l'espace !



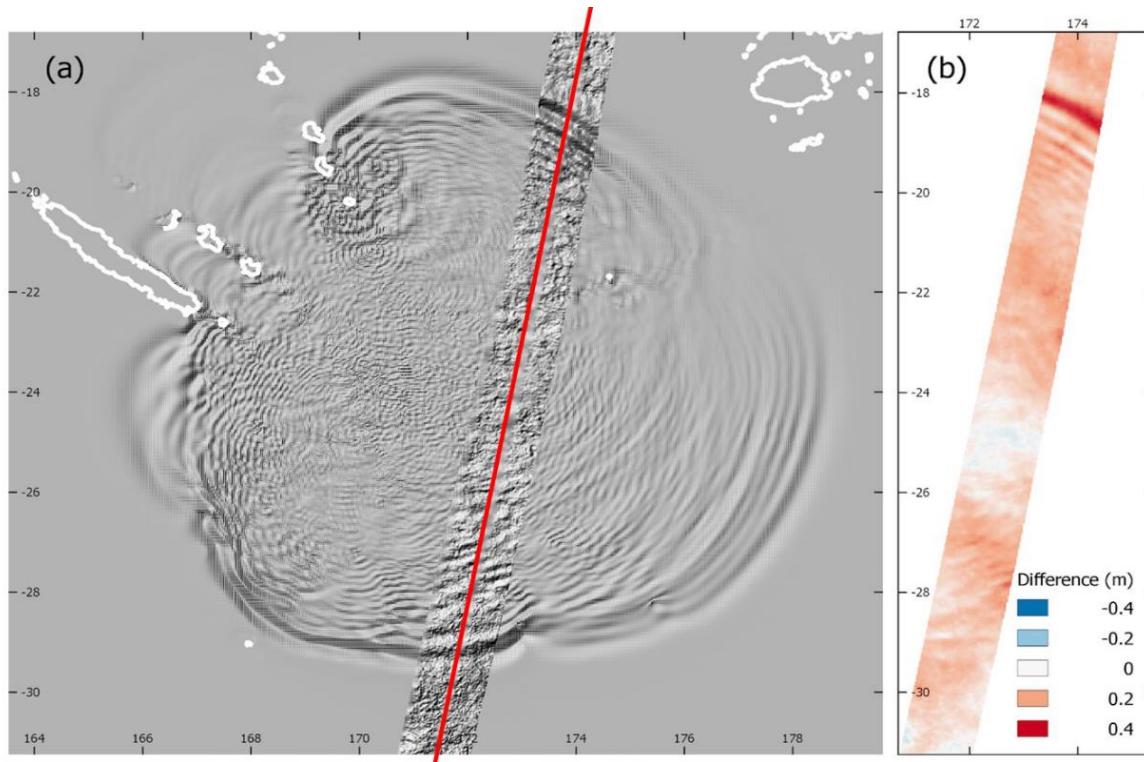
Les observations concomitante de vagues et hauteur dynamique “represent a transformative advance in understanding significative weight heights”, Villas Bôas et al. 2025



Perspectives

- Amélioration de modèles d'état de la mer (**sécurité maritime**)
- Exploration des processus d'interaction océan-atmosphère

Détection du signal de tsunami en 2D!



Perspectives

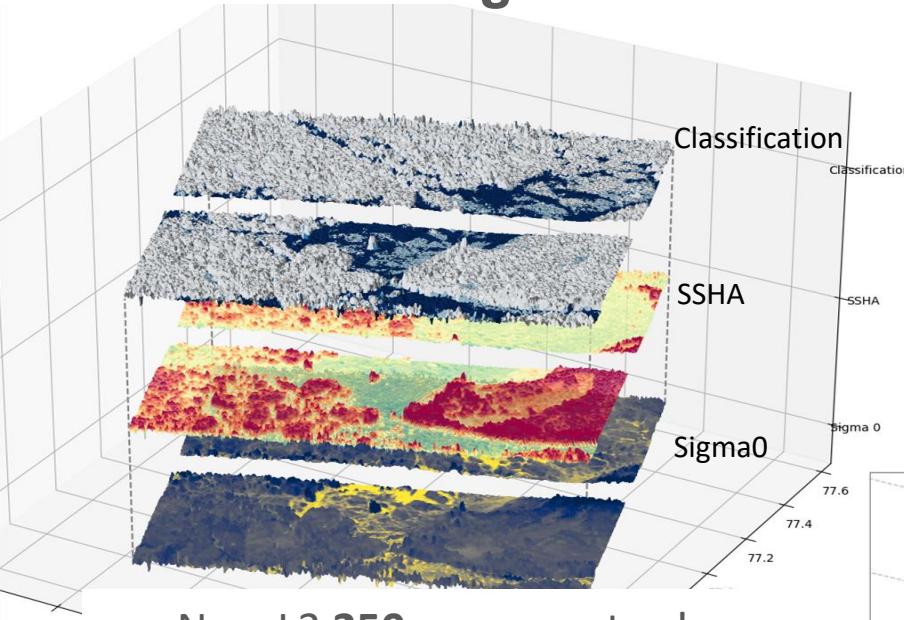
- Synergies de SWOT avec les réseaux sismiques
- Amélioration modèles de propagation et dissipation de tsunami
- Early warning

A high-angle aerial photograph of a vast expanse of sea ice. The ice is a light blue-green color, with numerous dark brown, irregularly shaped cracks and fissures of varying sizes. Some of these cracks are quite large and deep, creating a complex network across the entire scene. The overall texture is rough and fragmented, typical of pack ice in a polar region.

Glace de mer

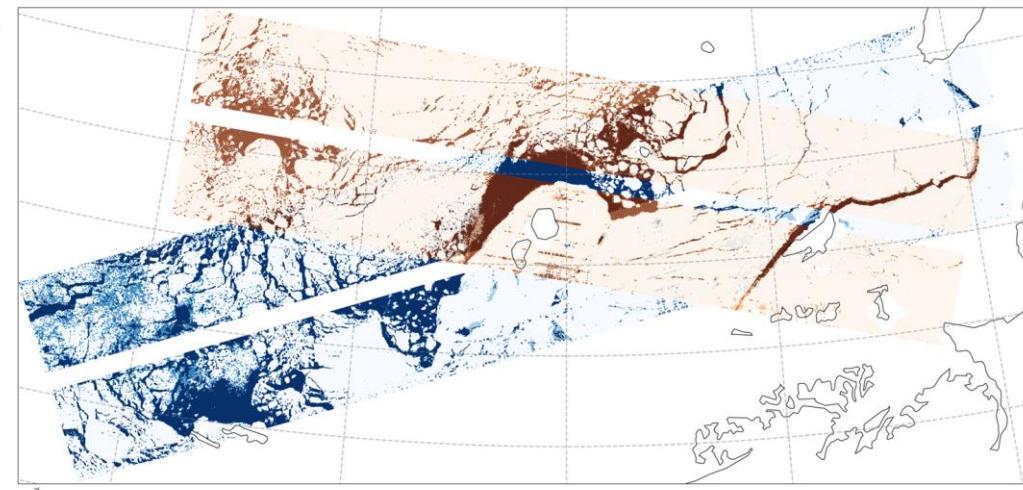
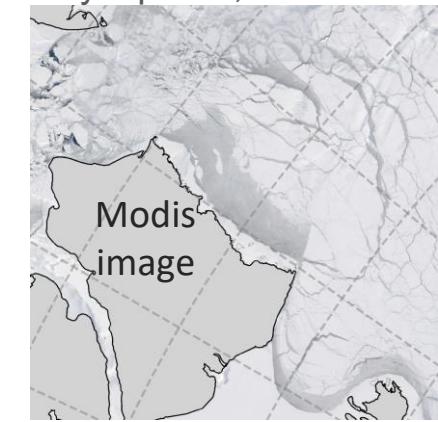
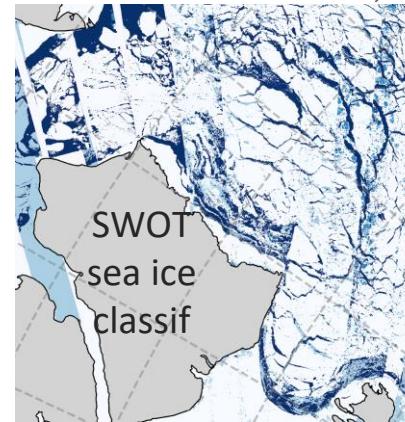
Classification, concentration, et dynamique de glace de mer à travers le nuage et à haute résolution (250m!)

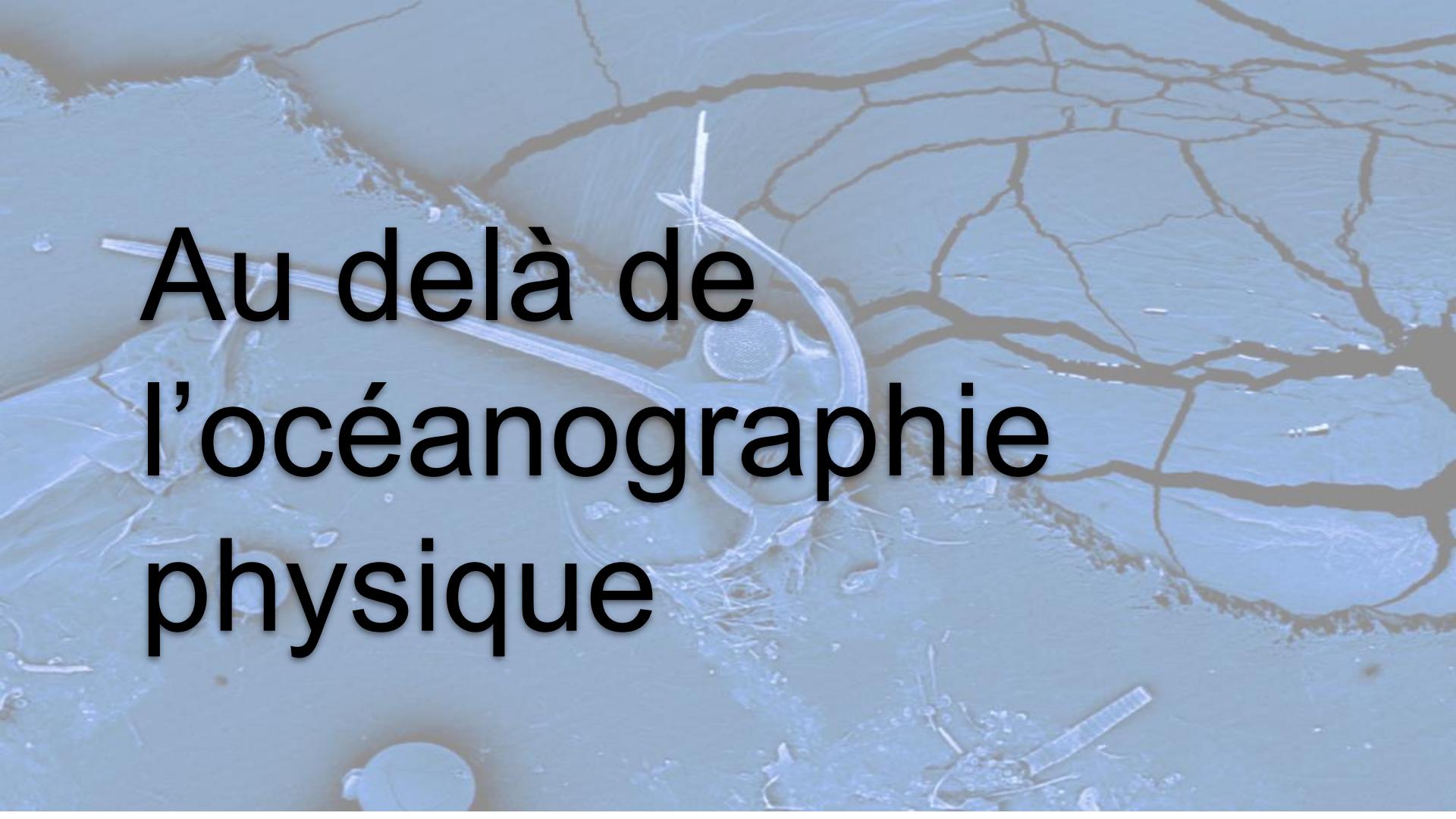
Jestin et al., The Cryosphere, submitted



New L3 250m parameter !

surface type	flag
ocean (including leads and polynyas)	#0
probable ocean	#18
probable ice	#19
ice pack, ice floes	#20



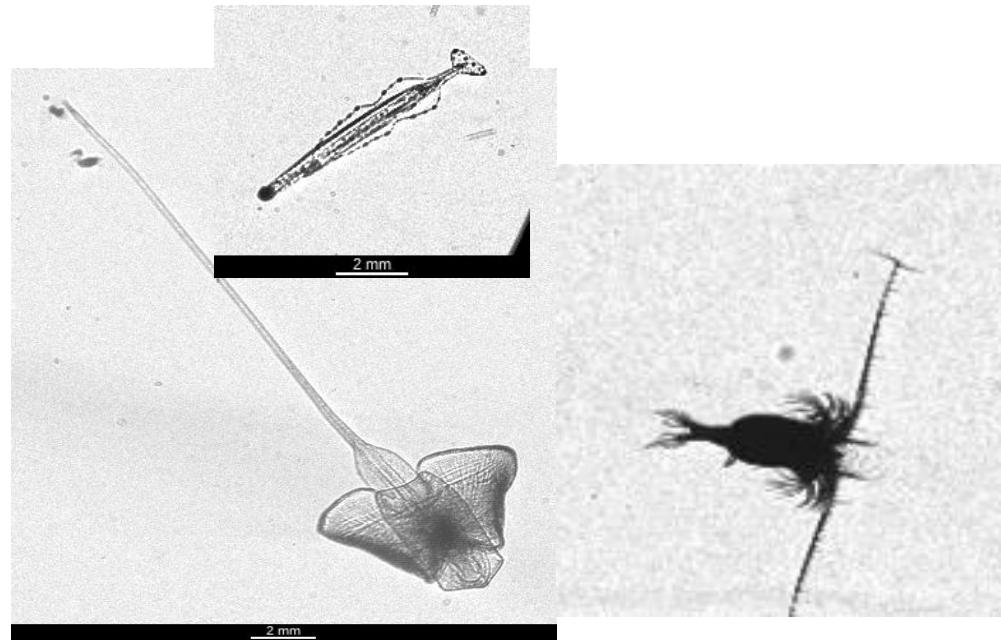
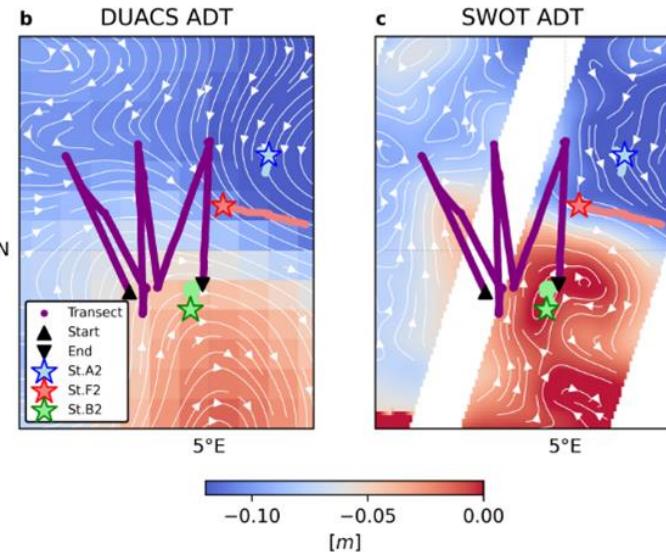
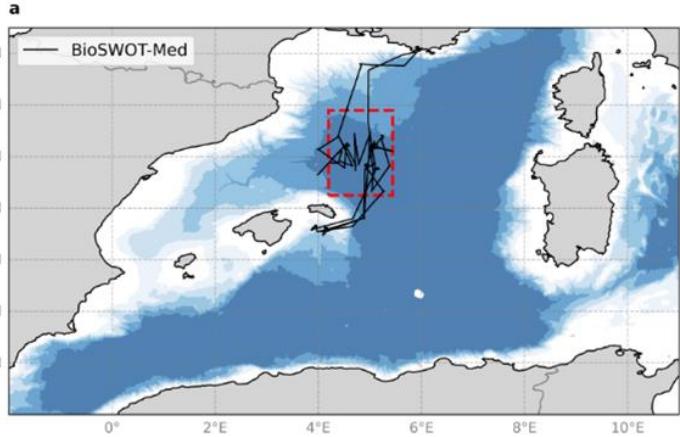


Au delà de
l'océanographie
physique

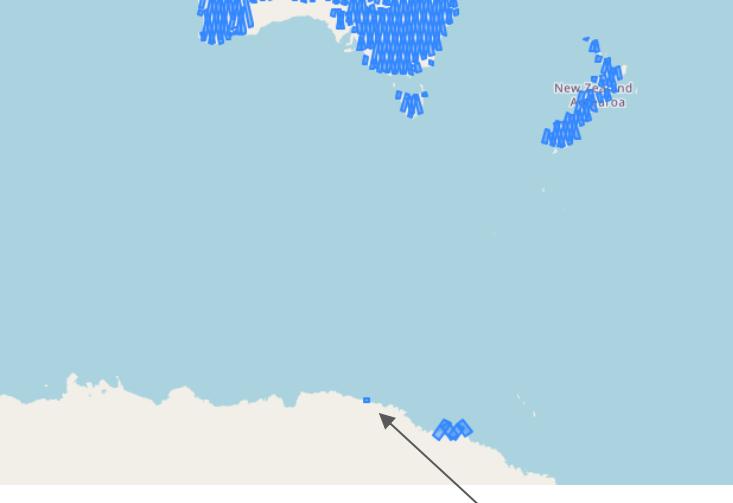
Campagne BIOSWOT-Med

Pls: A. Doglioli, G. Grégori

Biodiversité



Crédits: M. Ohman (Scripps) et Karine Leblanc (MIO)



November 2025: glace de mer observée par SWOT et phoques de Weddel



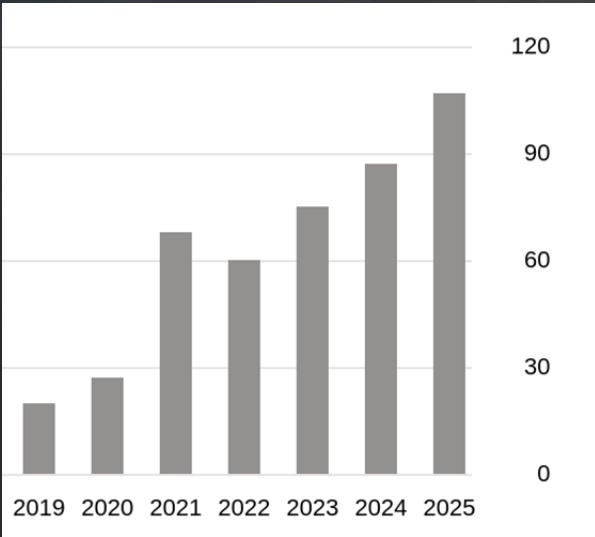
Sara Labrousse, LOCEAN-IPSL, program IPEV 1182



Conclusions

Une plateforme d'observation océanographique révolutionnaire

Morrow et al. 2019:
citations /an



100+ publications, et des nouvelles chaque mois

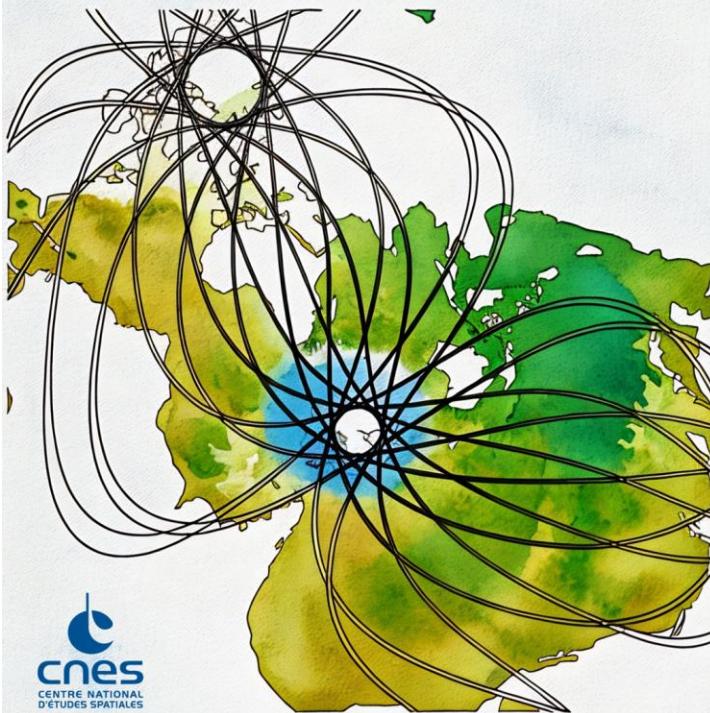
400+ abstracts au SWOT meeting 2025 (Arcachon)

60+ abstracts à une seule session SWOT de Ocean Science Meeting (Glasgow, février 2026)

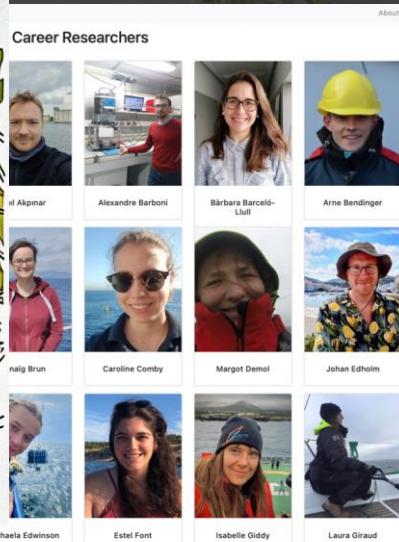
La plupart des domaines de l'océanographie physique touchée par SWOT (circulation hauturière et côtière, interaction vent-vague, dynamique de marée, glace de mer,...) et des découvertes interdisciplinaires (physiques-biologie) stimulées

SWOT and the new wave of oceanographers

Early Career Researchers speak about SWOT



Un outil puissant pour structurer et faire rayonner la communauté française



Une grande communauté scientifique (des 100s), avec une forte présence de jeunes (50+)

La plupart des laboratoires d'océanographie françaises impliquées

Collaborations internationales de haute niveau

20+ campagnes océanographiques nationales et internationales en coordination avec Flotte et pôles de données

Un terrain de test idéal pour s'emparer des techniques d'IA

Un outil d'action science société

Haut impact sociétal: meilleur compréhension de la dynamique côtière et deltas, potentielles améliorations des modèles opérationnelles (prévision circulation, état de la mer, tsunamis,...), et de projection climatiques

Education: Intégration de SWOT dans le matériel didactique du GIEC (Office for Climate Education)

Catalyseur de partenariats public-privé: Un écosystème industriel riche avec des grandes entreprises (Thales), ETI (CLS), PME (Magellum, Noveltis, Datlas), start-ups (eOdyn), auto-entreprises (LizardData, Thalassa Communication),...

Merci
de votre
attention



Merci
de votre attention