



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

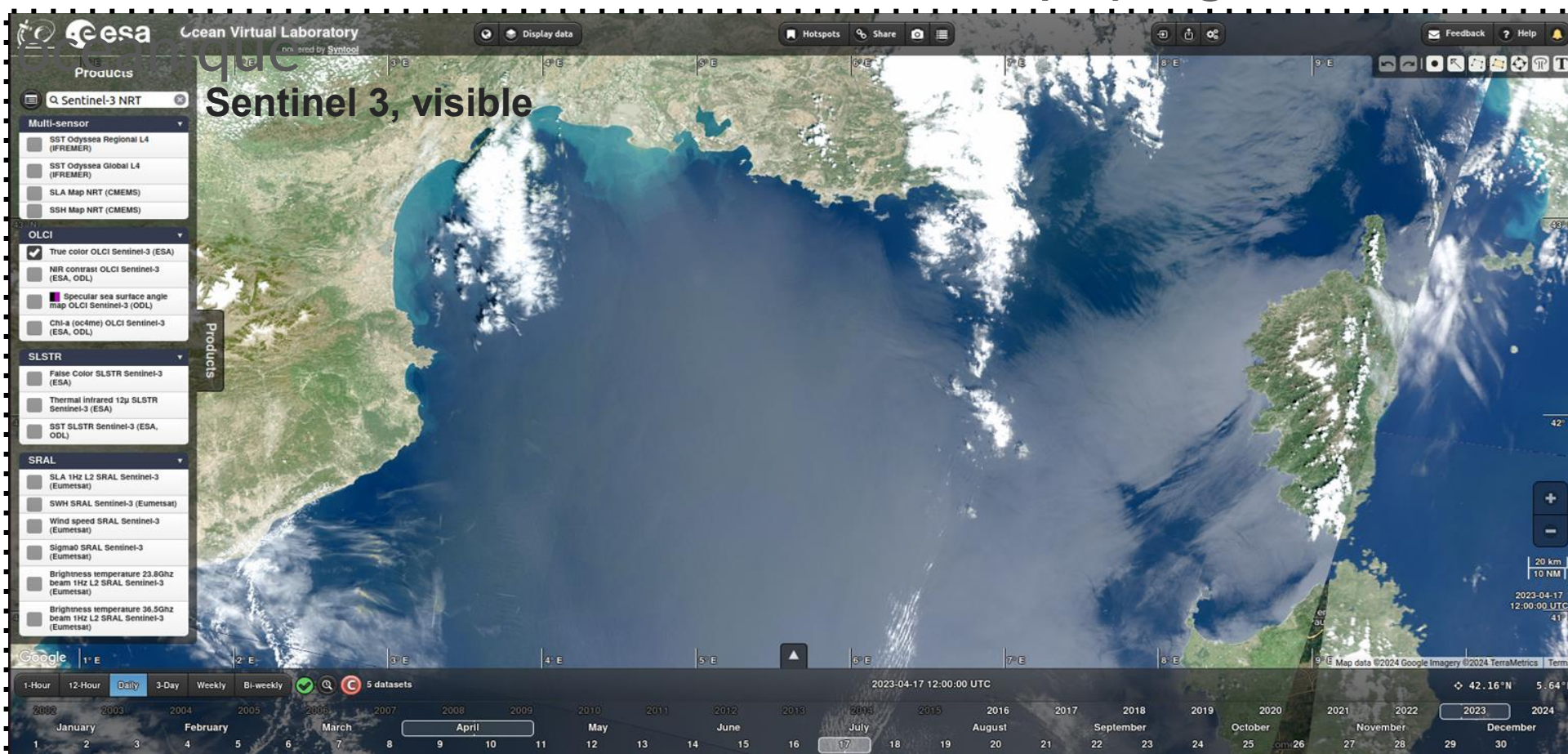
Ressources (revenu et nourriture): 800M
personnes

Habitabilité: Système Terre/climat

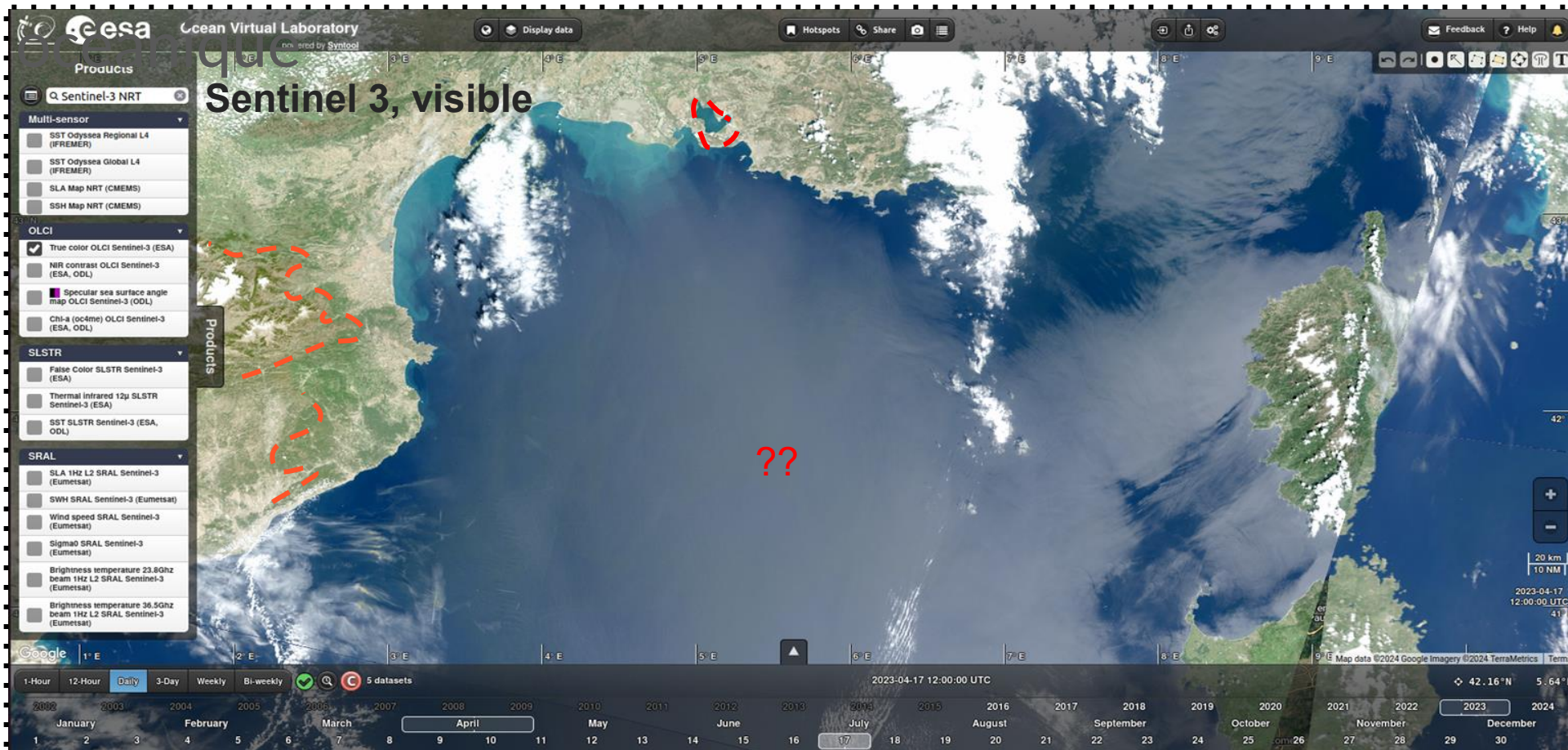
Lien culturelle/existentielle



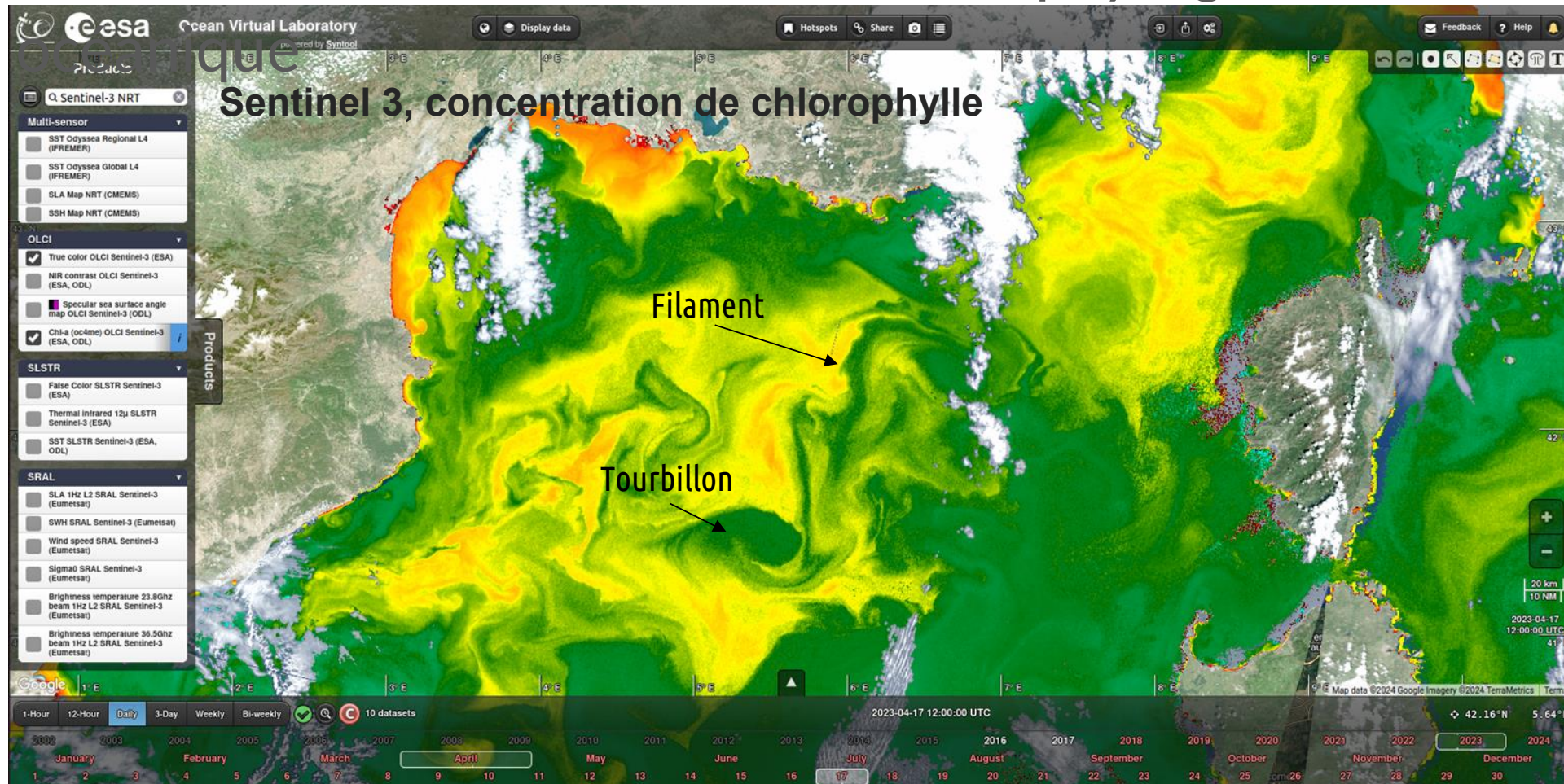
Tourbillons et filaments, au coeur du paysage



Tourbillons et filaments, au coeur du paysage



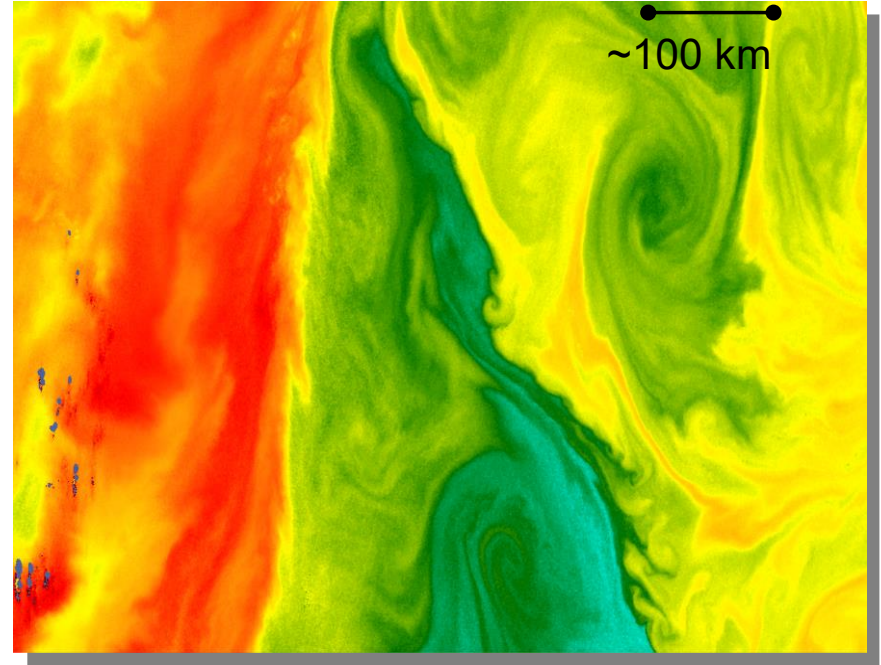
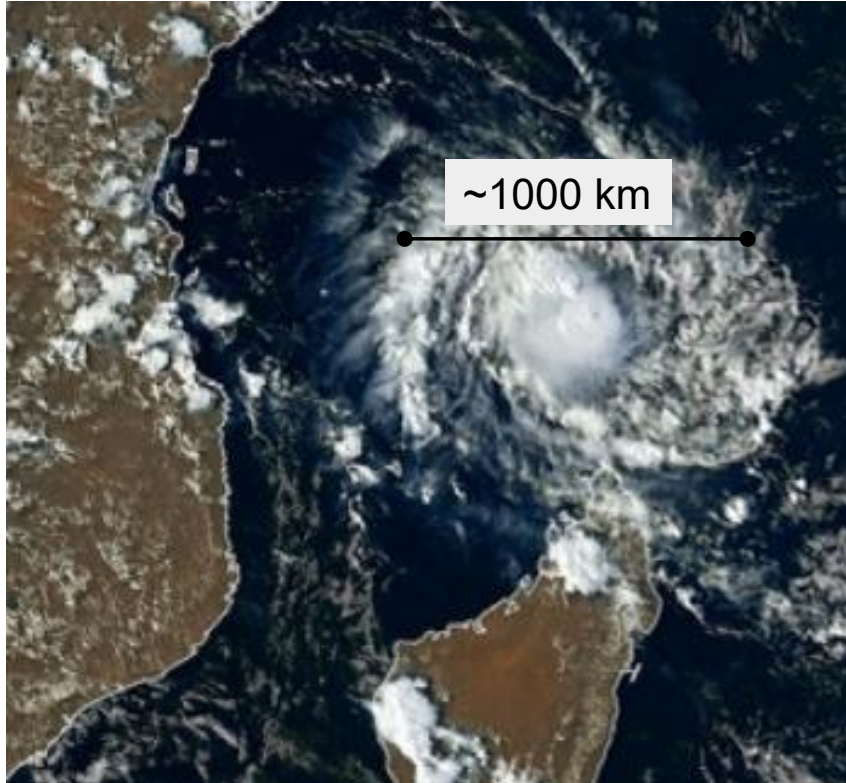
Tourbillons et filaments, au coeur du paysage



Les fines échelles océaniques

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

Analogues des systèmes météorologiques

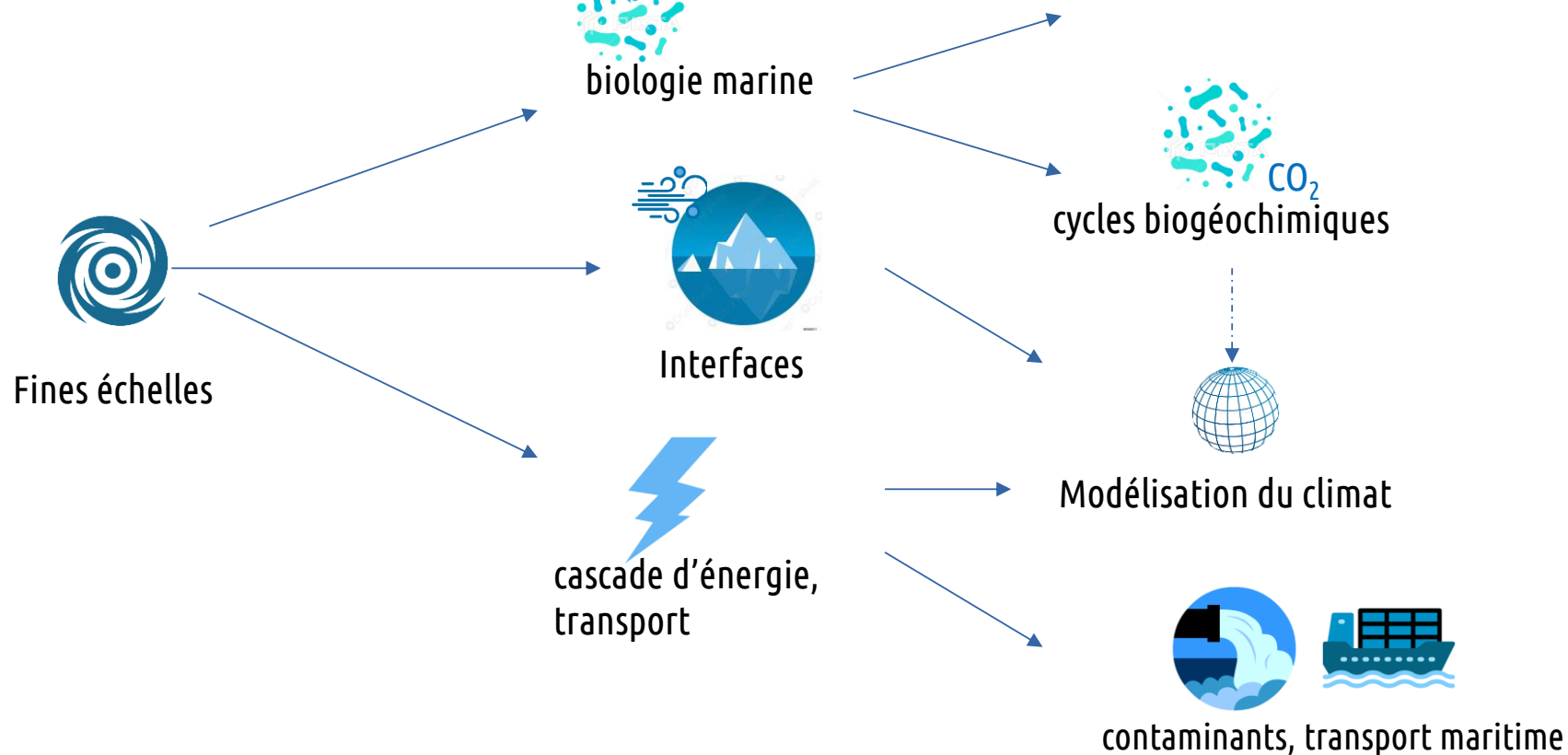


Les tourbillons et filaments océaniques (1-100km)

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



Echelles 10-100km

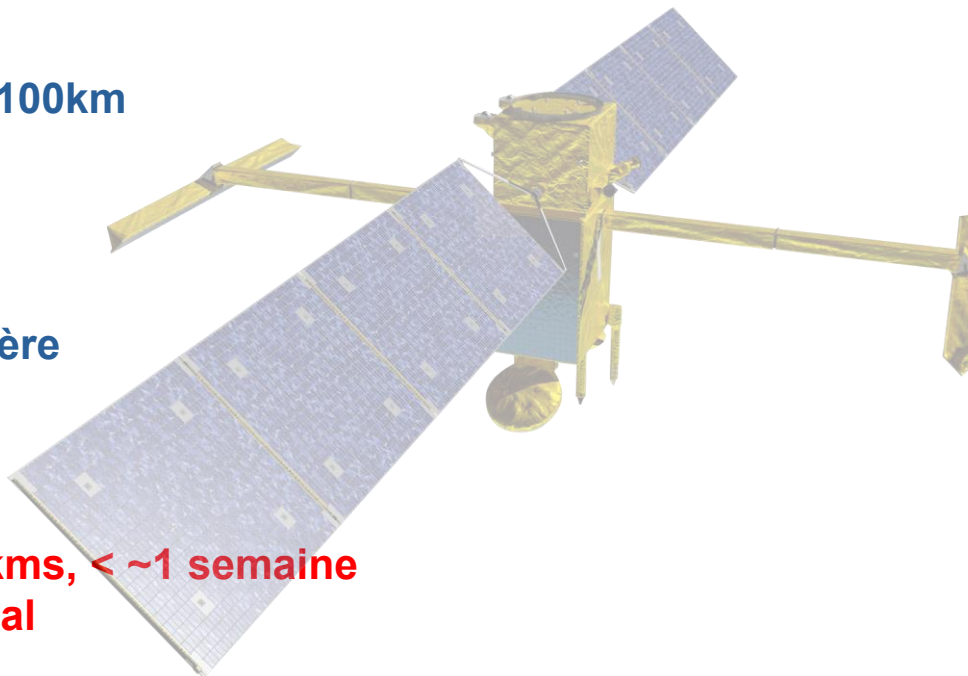
Surface Water
Ocean Topography
(SWOT)

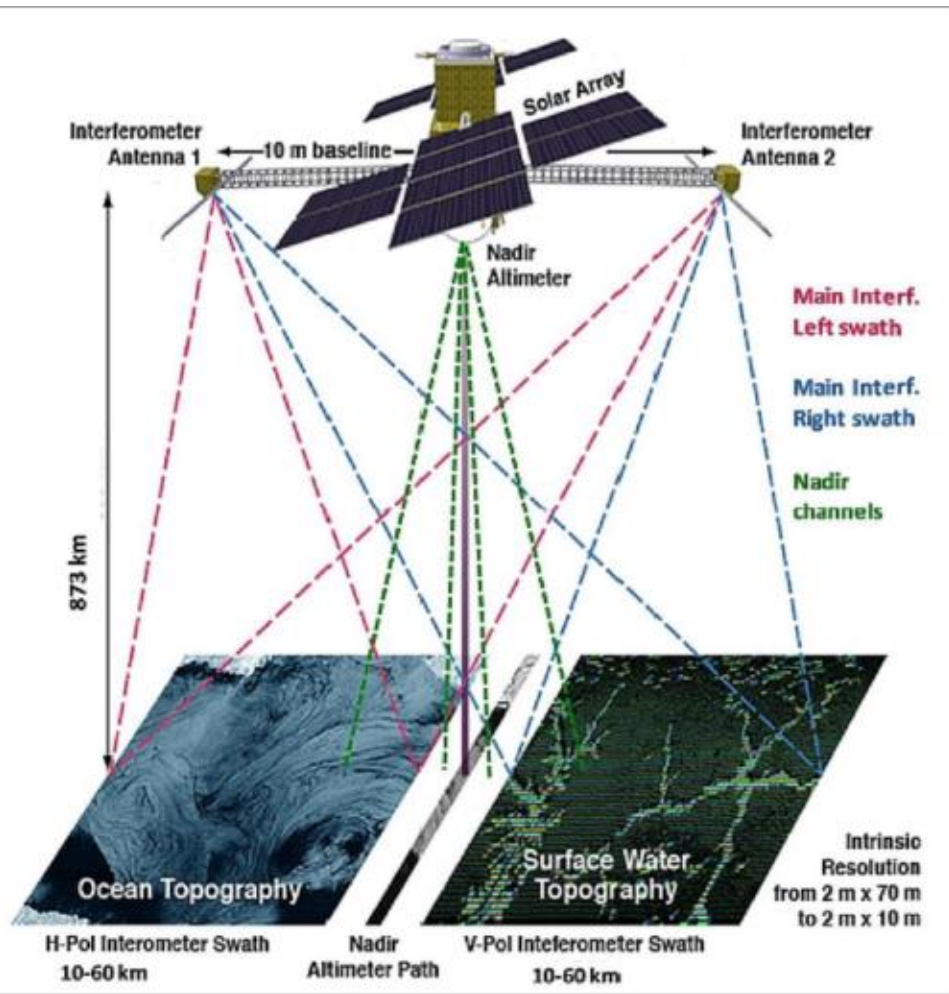
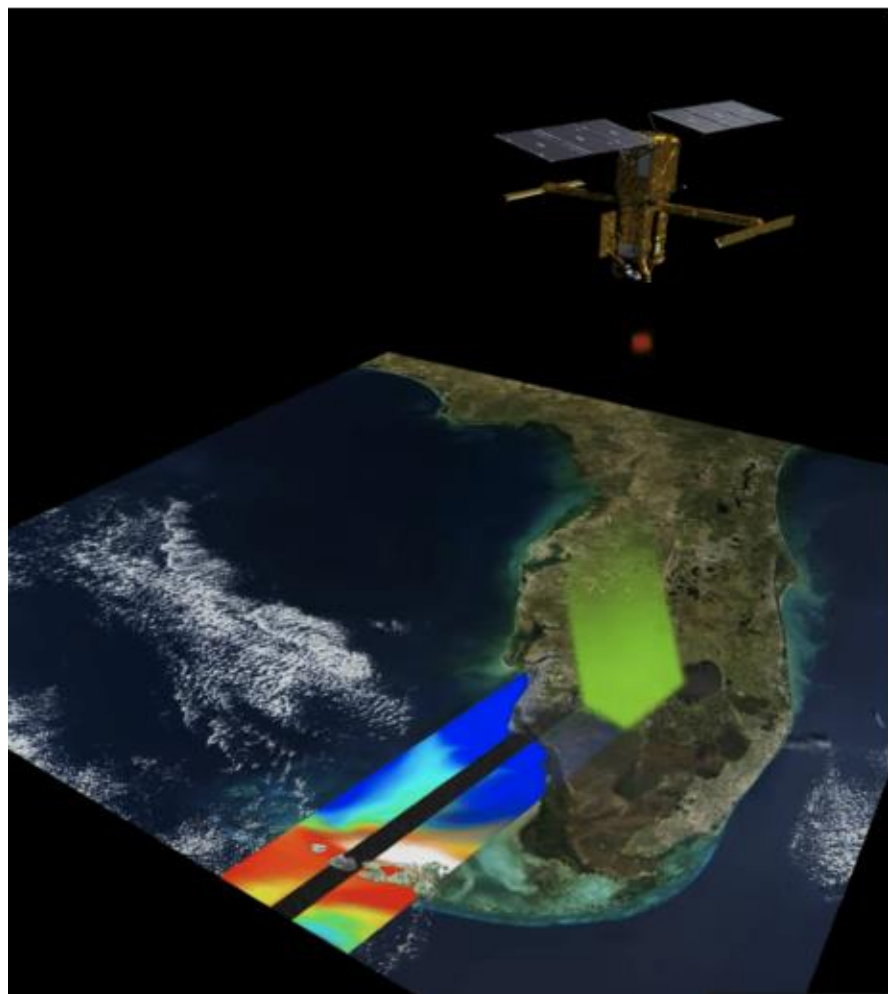


Région côtière



Echelles <kms, < ~1 semaine
Courant total

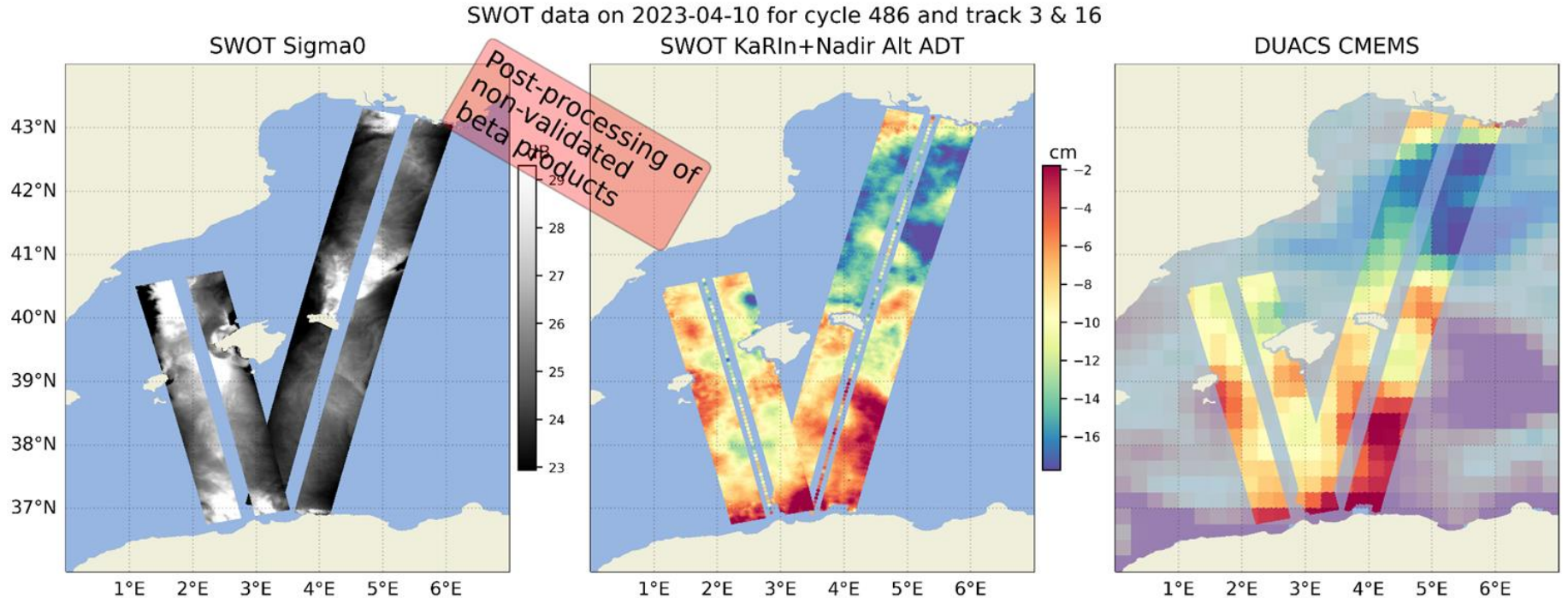




16 décembre 2022



Une des toutes premières images





BioSWOT
Med

Planning de route pour le

3-5 mai



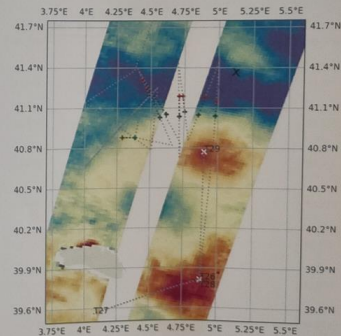
émis le 03/05/2023 à 10:28 (heure locale)

Date	Heure Locale : Activités
3 mai	08:19 : Fin de l'opération récupération du Zooglider. Reprise de la route pour T28 à 6 kn 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 kn 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 » <i>(passibilité de l'hydrogène pour T29)</i> 02:30 : rossette CTD 0-500m avec prélèvement d'eau (Emily-S) avec Sel Nut (C24) PRÉVOIR RINÇAGE 04:10 : pompage eau à bord sur treuil hydrologique 0-50m 2m (P17) 06:30 : déploiement de 4 bouées : 1 BGC-SVP, 1 Spotter, 1 Carthe, 1 EoDyn 07:00 : déploiement Zooglider et récupération VVP (zodiac) 08:00 : profil rossette CTD 0-500m avec prélèvement d'eau (C25) avec repartition à T29 09:00 : profil VMP 09:45 : profil FF-ADCP 10:30 : 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 rossette CTD 0-500m avec prélèvement 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 rossette CTD 0-500m avec prélèvement 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) 02:00 : profil rossette CTD 0-500m avec prélèvement d'eau (C28) 02:45 : profil VMP 03:30 : profil FF-ADCP 04:45 : déploiement de 8 SVP en croix autour du BGC-SVP 05:00 : déploiement de 1 flotteur-profondeur Argo-DO 06:00 : Fin de la station lagrangienne « B2 » et reprise de la route vers T30 à 6 kn fond avec MVP Route vers T30 avec possible lâcher de bouées dérivantes en accord avec quart MVP

Waypoints

T	Lat°	Lat '	Lon°	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

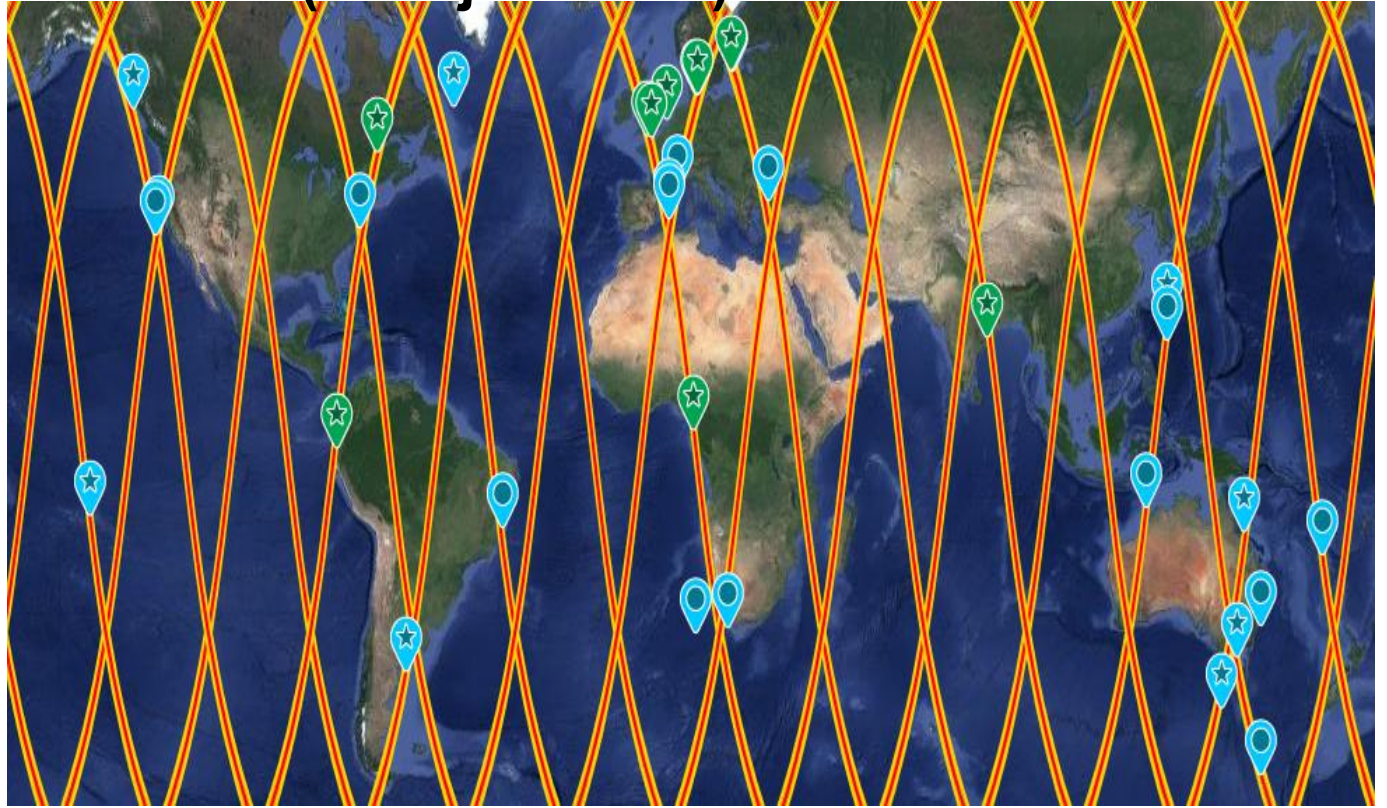
2023-05-02 17:00





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


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

SWOT
AdAC

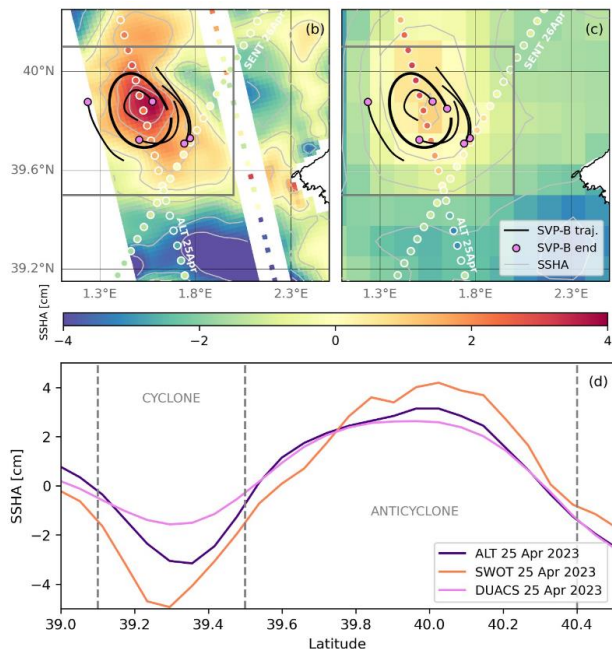


14  offshore (ship)

7  offshore (infrastructure)

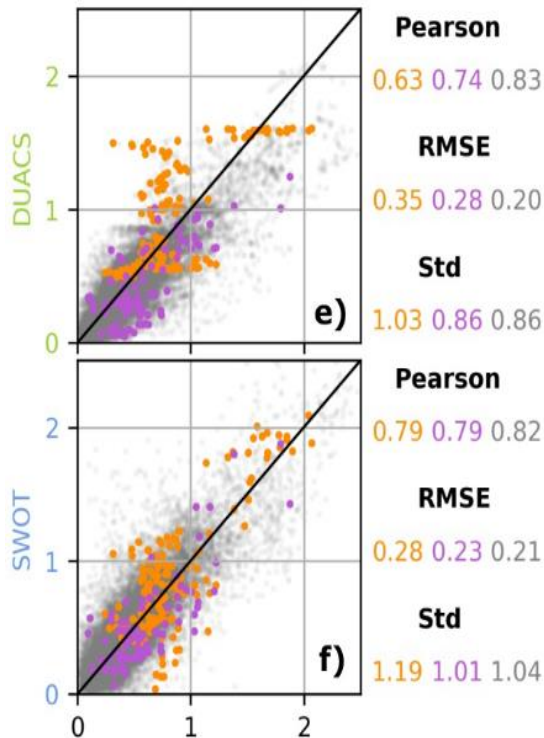
9  coastal/estuary

Validation: quelques exemples



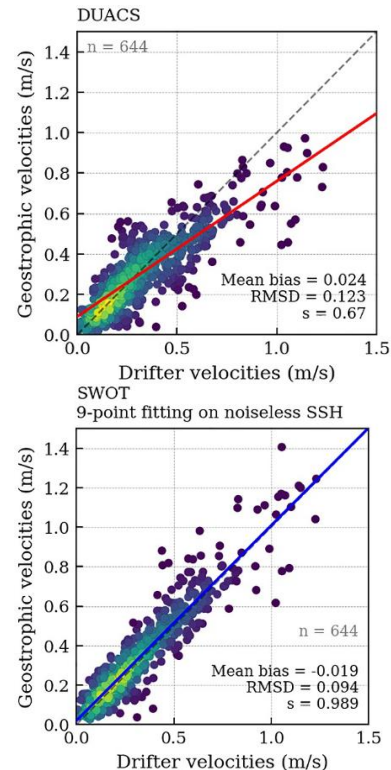
NW Mediterranean

Verger-Miralles et al. 2025



Agulhas

Coadou-Chaventon et al.
2025



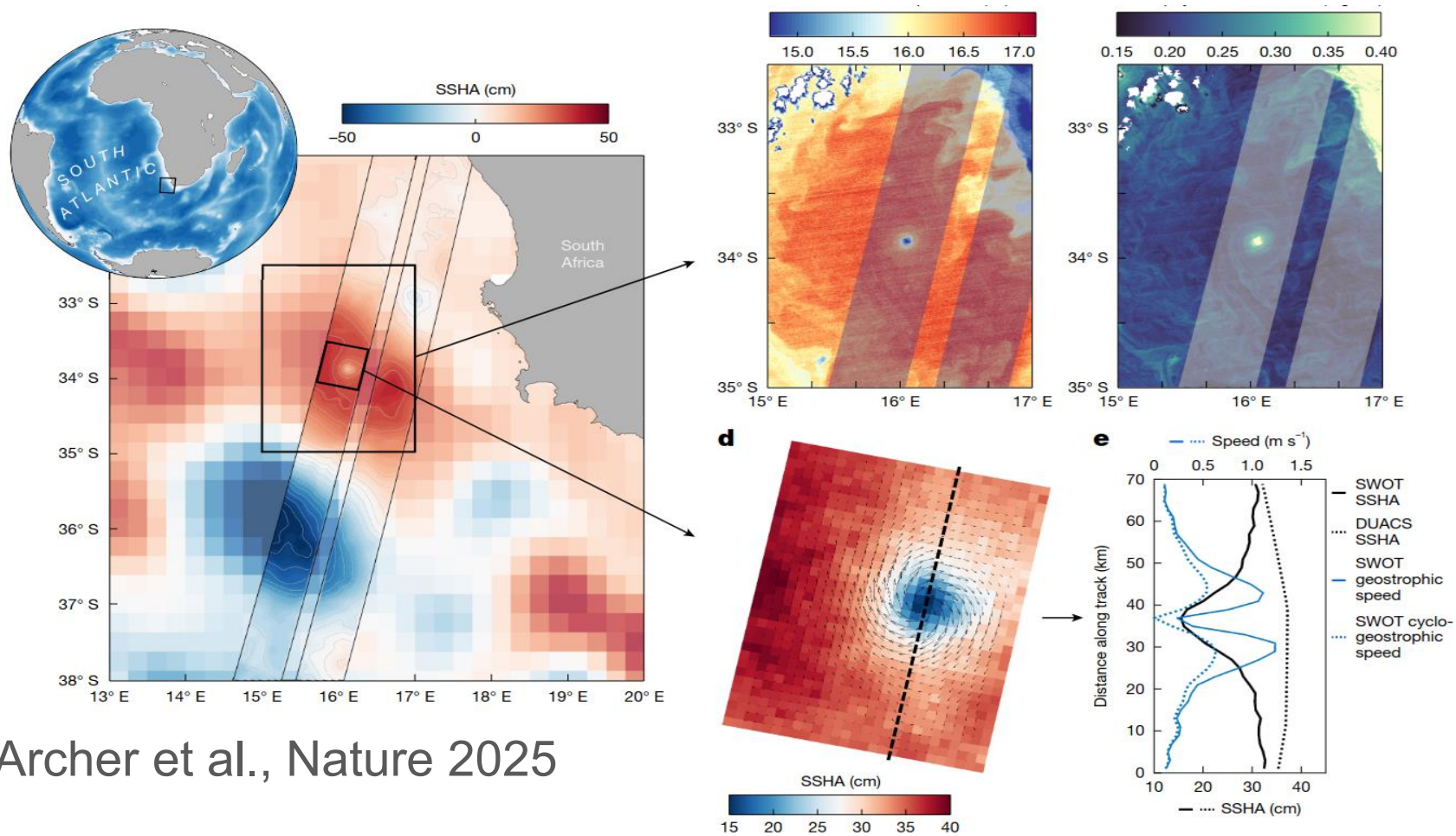
Antarctic Circumpolar
Current

Tranchant et al. 2025



Océan et climat

Une fenêtre sur des processus clés pour le climat



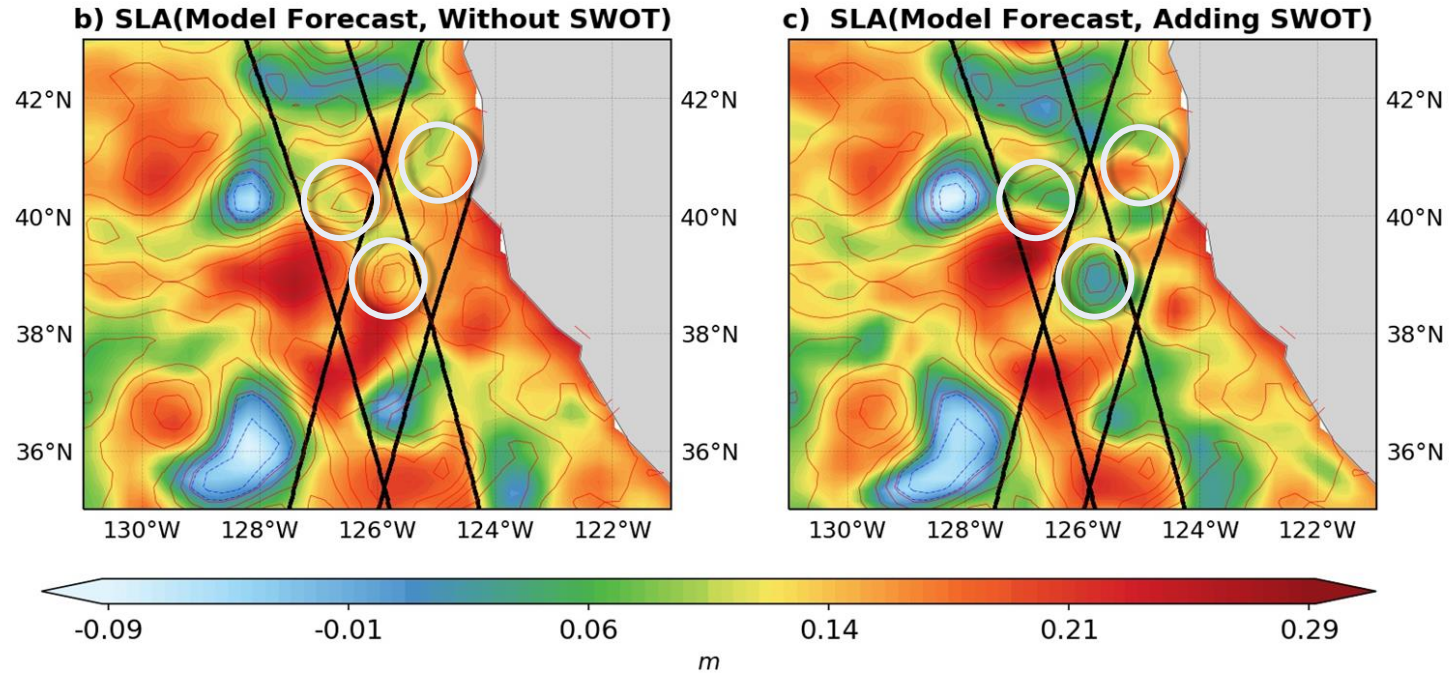
Archer et al., Nature 2025



Océanographie opérationnelle

Océanographie opérationnelle (MERCATOR)

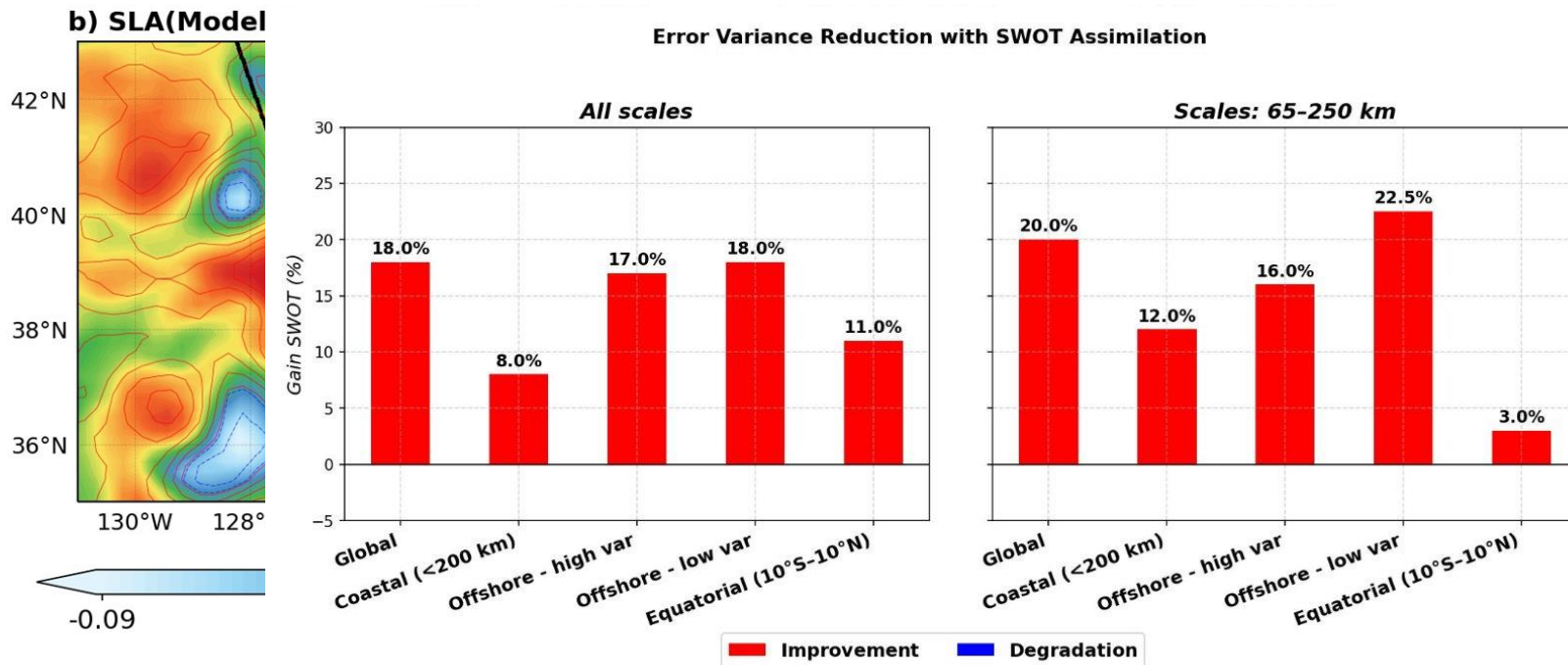
SLA (California Current, 20231114, Contour line : Duacs)



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

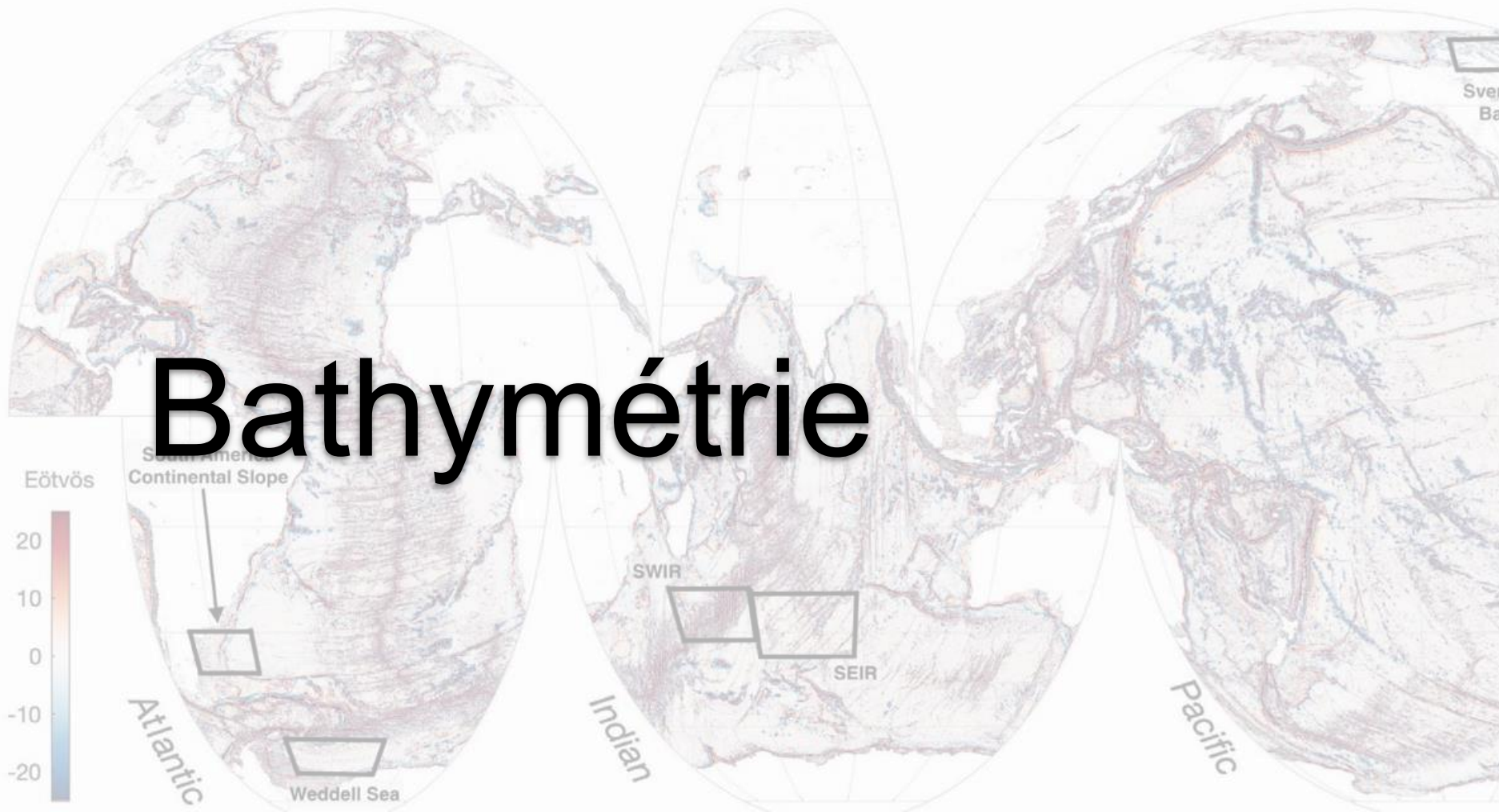
L'assimilation de SWOT réduit les erreurs dans les prévisions MERCATOR à toutes les échelles

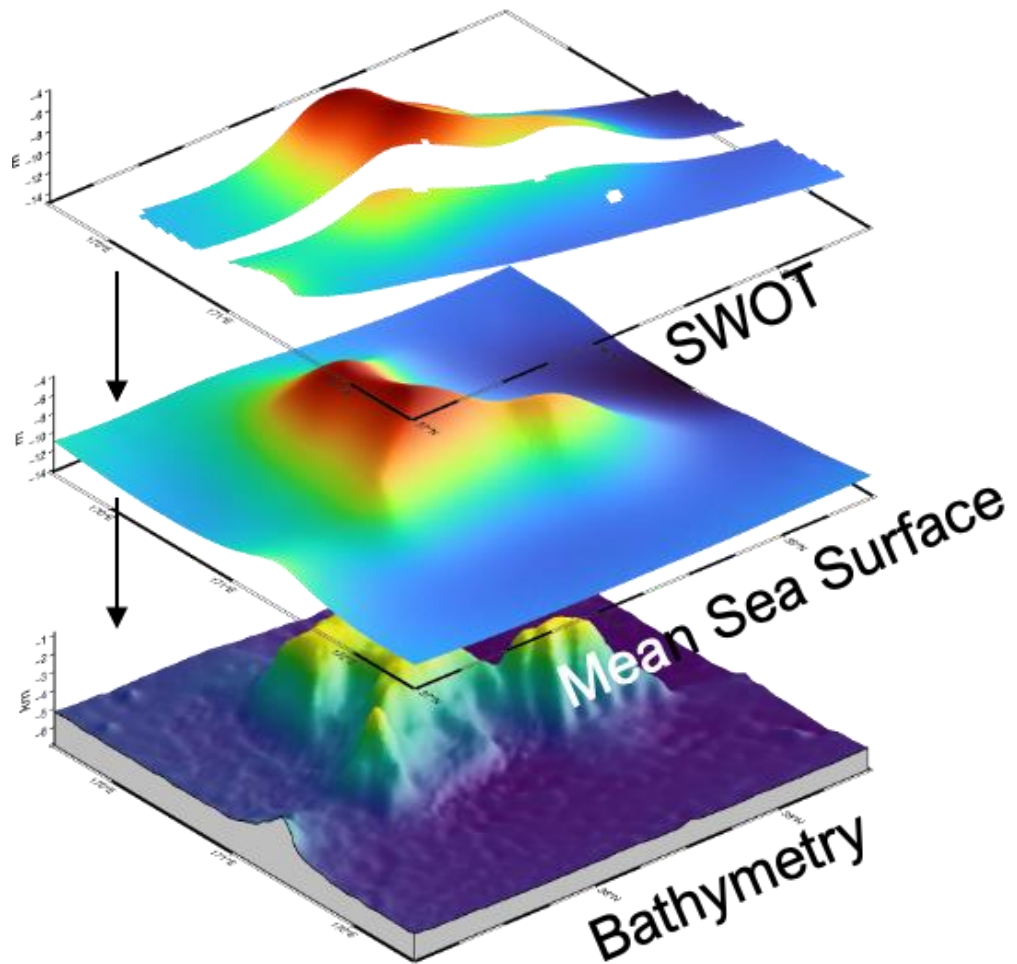
SLA (California Current, 20231114, Contour line : Duacs)



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

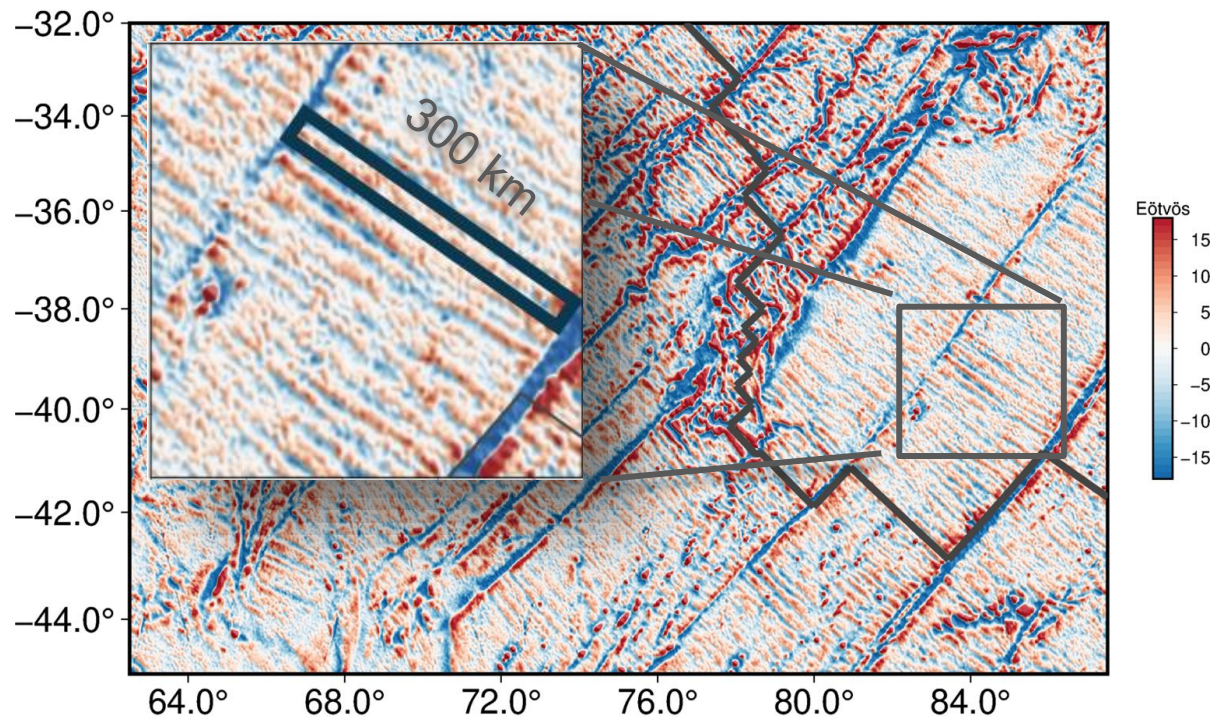
Bathymétrie





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

Yu et al. Science, 2024

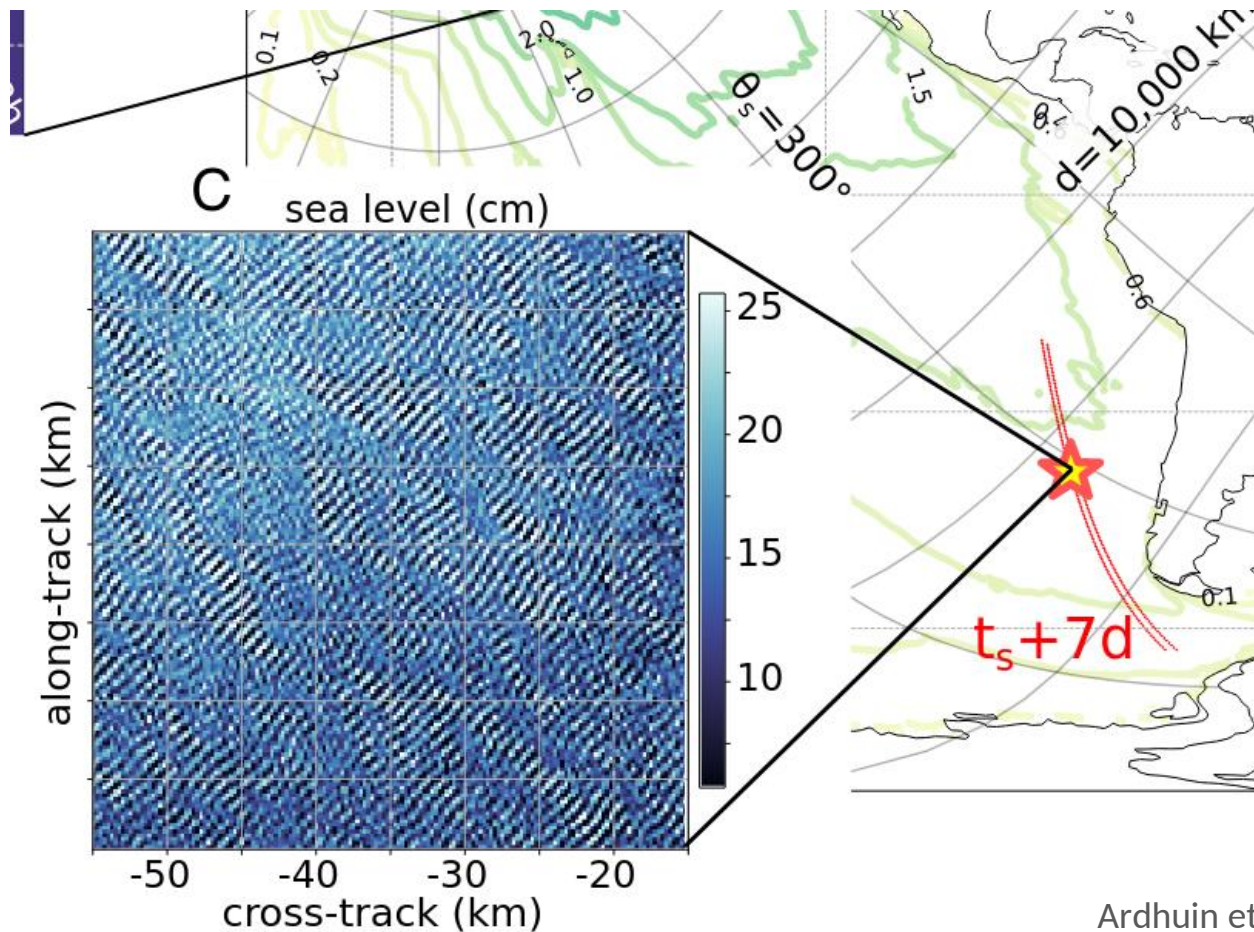


Exemple: détection
des collines abyssales

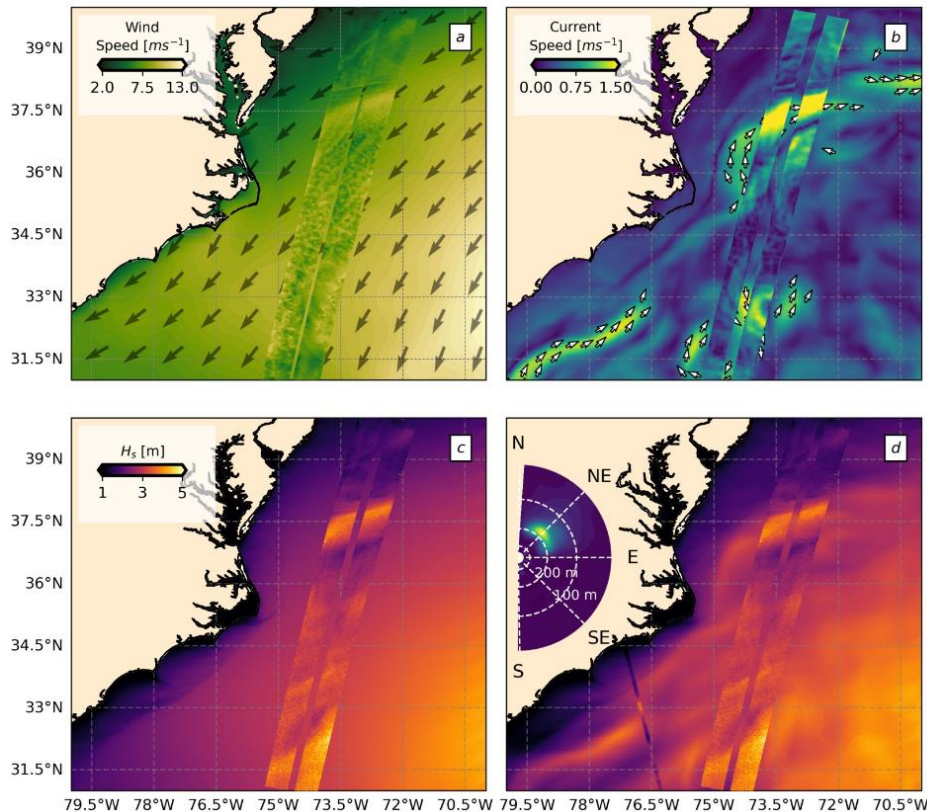
Vent et vagues

A dramatic, monochromatic photograph of a stormy sea. The water is dark and turbulent, with white foam from breaking waves visible. The sky is filled with heavy, grey clouds, with a brighter patch where light is breaking through near the horizon.

Houle après tempêtes depuis l'espace !



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

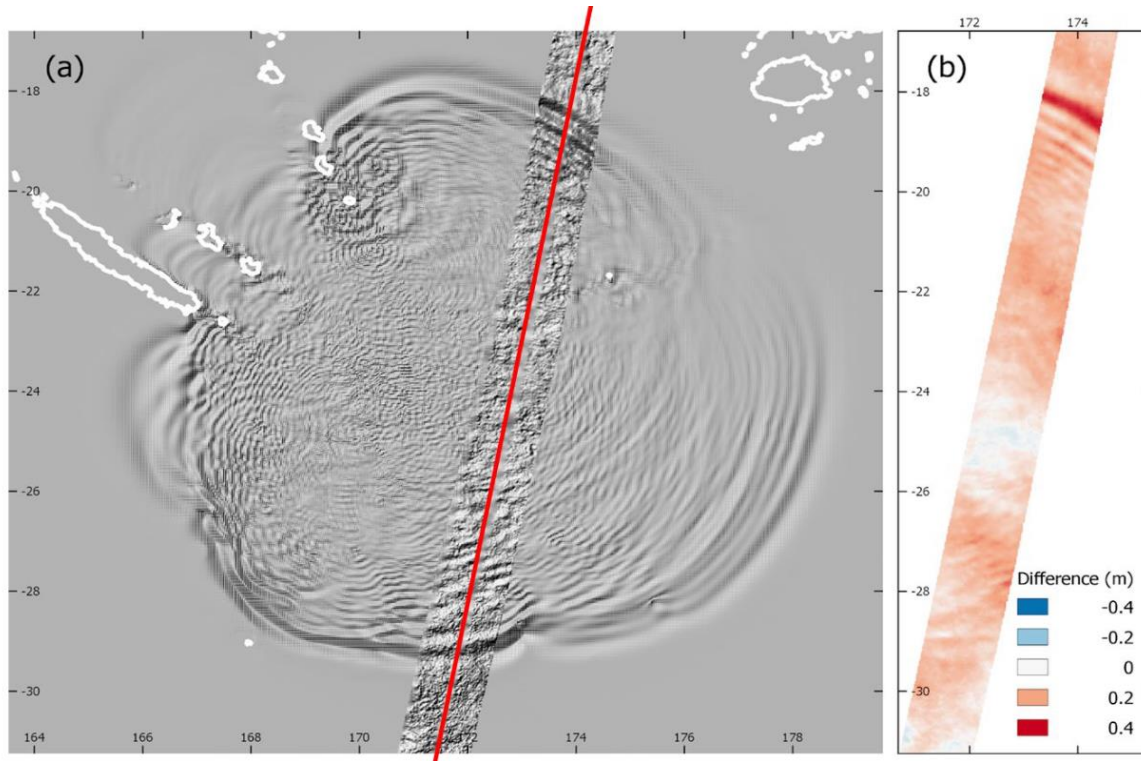


Perspectives

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

Villas Bôas et al. 2025

Détection du signal de tsunami en 2D!



Perspectives

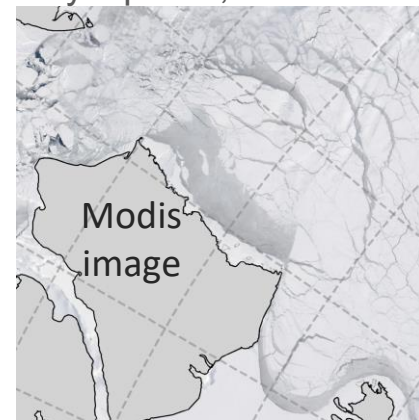
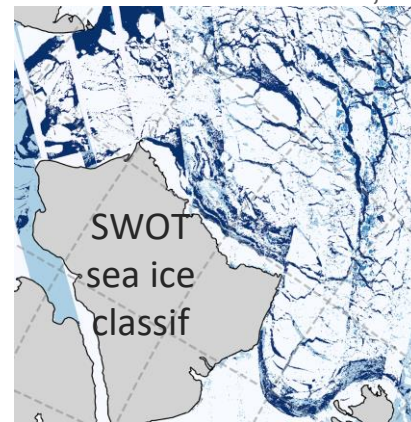
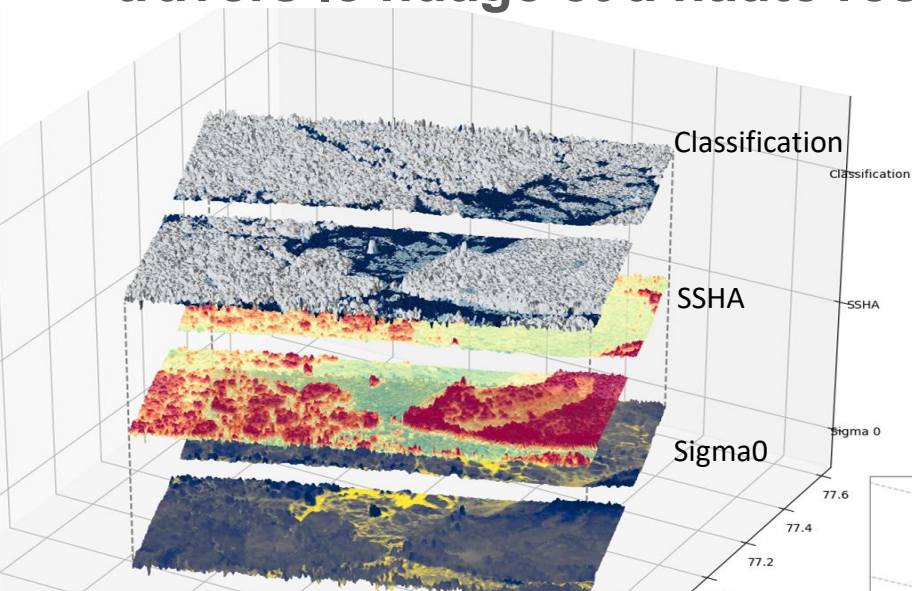
- Synergies de SWOT avec les réseaux sismiques
- Amélioration modèles de propagation et dissipation de tsunami
- Early warning



Glace de mer

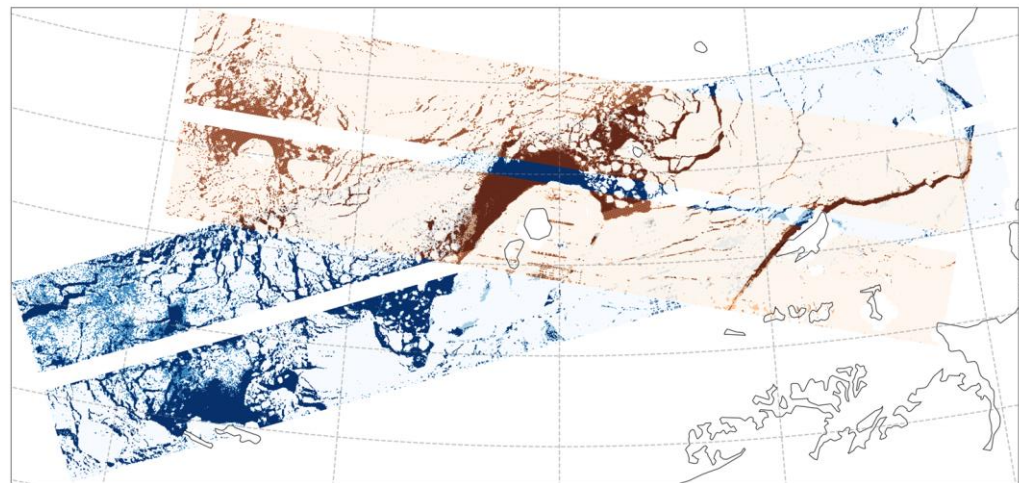
Classification, concentration, et dynamique de glace de mer à travers le nuage et à haute résolution (250m!)

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



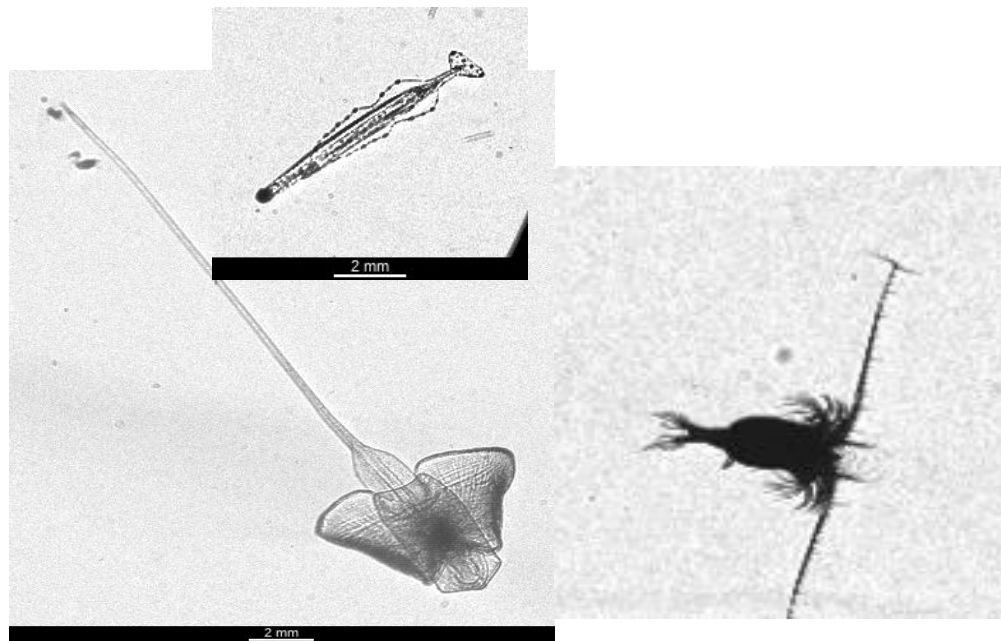
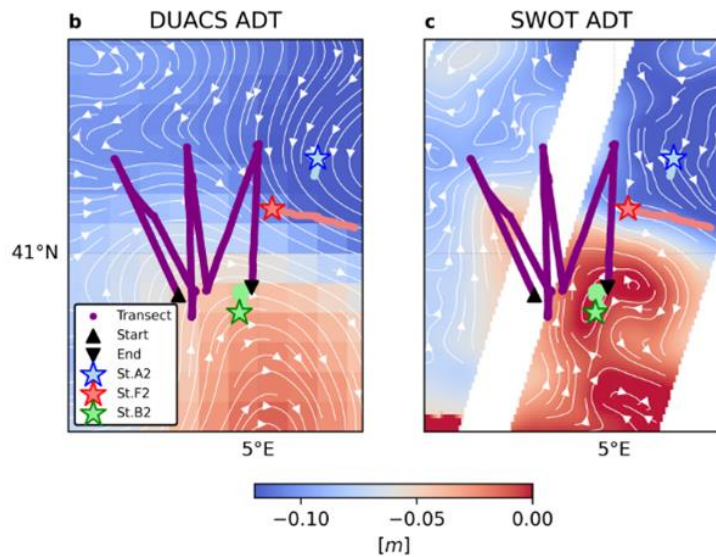
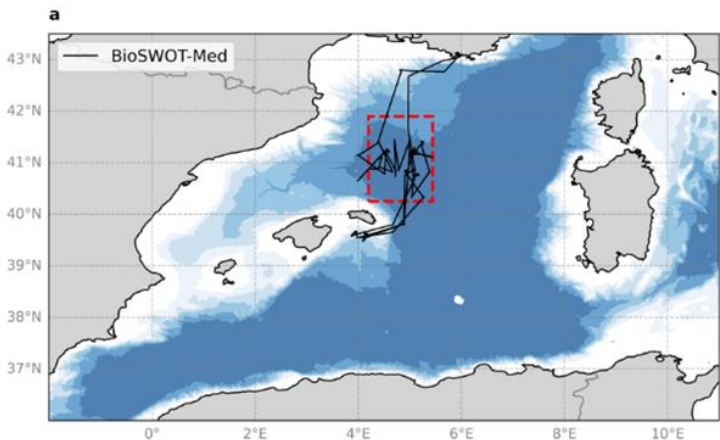
A microscopic view of marine organisms, likely a cross-section of a large, multi-celled organism. The image shows a complex network of cells and tissues, with a prominent, curved, translucent structure in the center. The overall color is a muted blue-grey, with some darker, brownish lines and structures visible. The text is overlaid on the left side of the image.

Au delà de l'océanographie physique

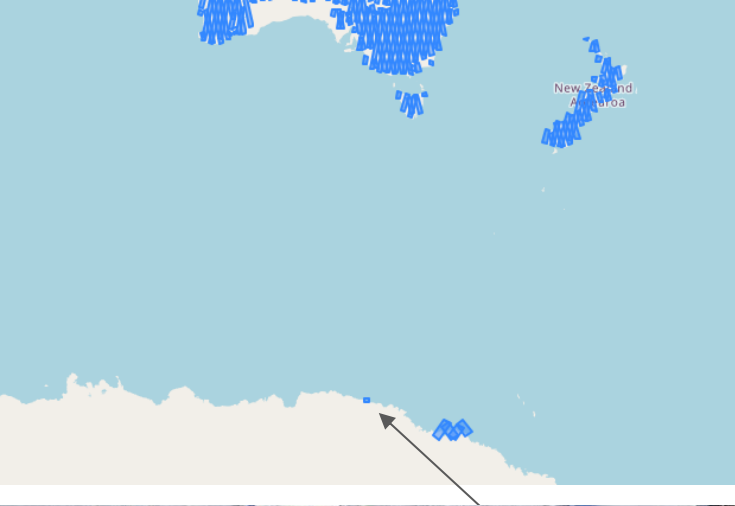
Campagne BIOSWOT-Med

PIs: 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



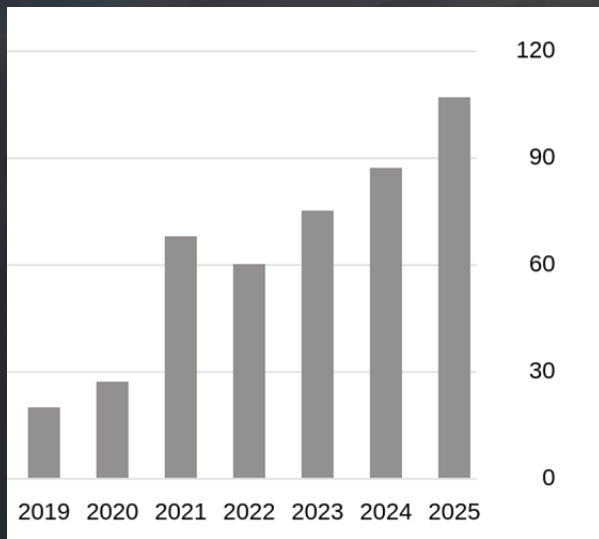
Sara Labrousse, LOCEAN-IPSL, program IPEV 1182



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



cnes
CENTRE NATIONAL
D'ETUDES SPATIALES

Un outil puissant pour structurer et faire rayonner la communauté française

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

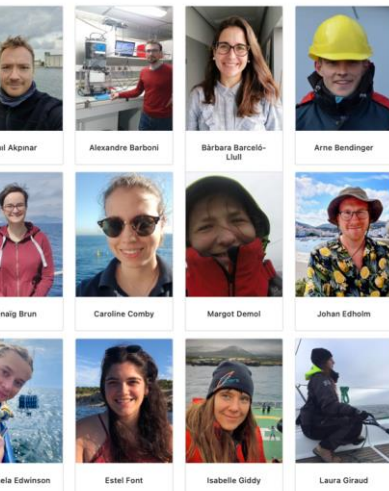
La plupart des laboratoires d'océanographie françaises impliquée

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

Career Researchers



Un outil d'action science société



Haut impact sociétal: meilleure compréhension de la dynamique côtière et deltas, potentielle amélioration 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 (Magellium, Noveltis, Datlas), start-ups (eOdyn), auto-entreprises (LizardData, Thalassa Communication),...

Merci
de votre
attention

Film: crédits Sara Labrousse,
LOCEAN-IPSL, program IPEV
1182

A satellite with gold-colored structural elements and two large blue solar panel arrays is shown in orbit. The background is a view of Earth from space, showing a mix of brown landmasses and blue oceans, with a bright light source (the sun) visible on the right side, creating a lens flare effect.

Merci
de votre attention