

MARINE & Océans

Mercator Ocean International

Vers un jumeau
numérique de l'Océan
Towards a digital twin
of the Ocean

© EU COPERNICUS / MERCATOR OCEAN INTERNATIONAL



R 92100 - 274 - F: 10,00 €



© SAFE SEAWEED COALITION

La révolution des algues
The seaweed revolution



© NEWSCOM / ALAMY

Le réarmement naval dans le monde
Naval rearment in the world



© MARTHA FERNANDEZ

Un voyage à Clipperton
A trip to Clipperton

SOMMAIRE / CONTENTS

EDITORIAL



Bertrand de Lesquen,

L'Océan, des enjeux de connaissance, de sécurité et de lucidité

The Ocean, issues of knowledge, security and lucidity

UN SOMMET POUR L'OcéAN ONE OCEAN SUMMIT



Francis Vallat

Brest, capitale mondiale de l'Océan !
Brest, world capital of the Ocean!



Entretien avec/Interview with
Olivier Poivre d'Arvor

À Brest, la France a affirmé un véritable leadership océanique.

"In Brest, France has confirmed its real leadership on ocean issues."

DÉFENSE / DEFENSE - RÉARMEMENT / REARMAMENT



Jean-Marie Kowalski

L'éternel retour du réarmement naval
The eternal return of naval rearmament



Contre-amiral (2s) / By Rear-Admiral (2s)
Jean-Michel Martinet

Méditerranée orientale, une forte remontée en puissance
Eastern Mediterranean, a strong rise in power



Antoine Bondaz

Indopacifique, de profondes évolutions stratégiques

Indo-Pacific, deep strategic evolutions



Amiral/Admiral Pierre Vandier

«L'hypothèse du combat naval redevient d'actualité et la Marine se prépare à y faire face.»

"The hypothesis of naval combat is thus back on the agenda and the French Navy is getting ready to face it."

34



Amiral/Admiral Sir Ben Key

«Nous sommes confrontés à une situation mondiale de plus en plus instable et à un risque accru d'affrontements entre États.»
"We face an increasingly unstable global picture and an increased risk of state-on-state contest."

38



Ilya Kramnik

La rivalité sino-américaine au cœur du réarmement naval
China-US rivalry at the heart of naval rearmament

42



Sohail Ahmed Azmie

«Le réarmement naval dans le monde se fait à un rythme plus rapide que jamais.»
"Naval rearmament around the world is proceeding at a faster pace than ever before."

44



Entretien avec/Interview with
Jean-Louis Thiériot

«Dans le secteur naval, où la haute intensité se joue en quelques heures, nos navires sont insuffisamment armés.»
"In the naval sector, where high intensity is a matter of a couple of hours, our warships are not sufficiently armed."

48



ÉCONOMIE / ECONOMY

Entretien avec/Interview with
Jean-Arnold Vinois

«Privilégier le GNL pour réduire significativement la part du gaz russe est une approche nécessaire.»
"Favoring LNG to significantly reduce the share of Russian gas is a necessary approach."

54



Entretien avec/Interview with
Sébastien Abis

«La mer devient un "sur-déterminant" de la sécurité alimentaire mondiale.»
"The sea is becoming a key component of global food security."

62



DOSSIER SPECIAL / SPECIAL FEATURE
MERCATOR OCEAN INTERNATIONAL

Entretien avec/Interview with
Pierre Bahurel

«Nous construisons un océan numérique accessible au plus grand nombre.»
"We are building a digital ocean accessible to the greatest number of people."

64



Annick Girardin

Mercator Ocean International est à l'origine en France de l'océanographie numérique
Mercator Ocean International paved the way for digital oceanography in France....

70



Raquel Sánchez Jiménez



Maria Cristina Messa



Henrik Harboe



Ricardo Serrão Santos



Lord Zac Goldsmith

Mobilisation européenne
European mobilization

72



Entretien avec/Interview with
Vladimir Ryabinin

«Une représentation digitale de l'Océan a une valeur non seulement scientifique mais aussi éthique.»
"The value of a digital representation of the Ocean is not only scientific but also ethical."

74



Virginijus Sinkevičius

Le jumeau numérique de l'Océan s'inscrit dans le «Pacte vert» européen

The digital twin ocean is part of the European "Green Deal"

76



Thierry Breton

Des jumeaux numériques pour mieux observer les océans depuis l'espace
Digital twins to better observe the oceans from space

78



Pascal Lamy - Geneviève Pons

Mieux connaître l'Océan impose le projet d'un jumeau numérique

Improving knowledge of the Ocean imposes the project of a digital twin

80

ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENT

Nathalie Hilmi

Rapport du GIEC, le compte à rebours est enclenché

IPCC's report, the countdown is on

84

Entretien avec/Interview with Simon Kofe

«Le rapport du GIEC appelle à une action urgente notamment pour les petits Etats insulaires.»

"IPCC report calls for urgent action especially for small island states."

86

Vincent Doumeizel

La révolution des algues
The seaweed revolution

90

Erwan Sterenn

Le retrofit, une voie vers un yachting responsable
Retrofit, the future of responsible yachting

96

REPORTAGE / REPORT

Eric Chevreuil

A la redécouverte de Clipperton
Rediscovering Clipperton

102

HISTOIRE / HISTORY

Jean-Stéphane Bettom

Une brève histoire d'Odessa...
A brief history of Odessa...

110

LIVRES / BOOKS

LE SAVIEZ-VOUS ? / DID YOU KNOW?

MARINE & OCÉANS

1^{er} trimestre 2022

Salinité de l'océan.
Infographic Fabrice Messal.

Marine & Oceans
1st quarter of 2022

Ocean salinity.
Infographic Fabrice Messal.

Photo © EU Copernicus / Mercator Océan International

112

114

MARINE & OCÉANS, revue trimestrielle / quarterly review est éditée par / is published by Société Nouvelle des Editions Marine & Océans SAS - 243, Bd Saint-Germain 75007 Paris - Tel : +33 1 44 50 16 50 - Fax : +33 1 44 50 10 28 marine-oceans@orange.fr.

Directeur de la publication, Président SNEMO SAS / Publication director, CEO SNEMO SAS : Bertrand de Lesquen ; Président du Comité éditorial et de la Stratégie / Chairman of the Editorial Board and Strategy: Francis Vallat ; Président du Conseil de surveillance / Chairman of the Supervisory Board: Frédéric Fontaine ; Secrétariat de rédaction-maquette / Editorial secretariat - layout: Isabelle Le Corre ; Relecture des textes en français / Proofreading of texts in French: CF (H) Pascal Cognet ; Traductions / Translations: Patrick Prieur (Enseigne de vaisseau de 1^{re} classe / Sub-lieutenant French Navy Operational Reserve) - Eugénie Tiger.

Site internet / Website: www.marine-oceans.com
et / and: www.marine-oceans.com/en/

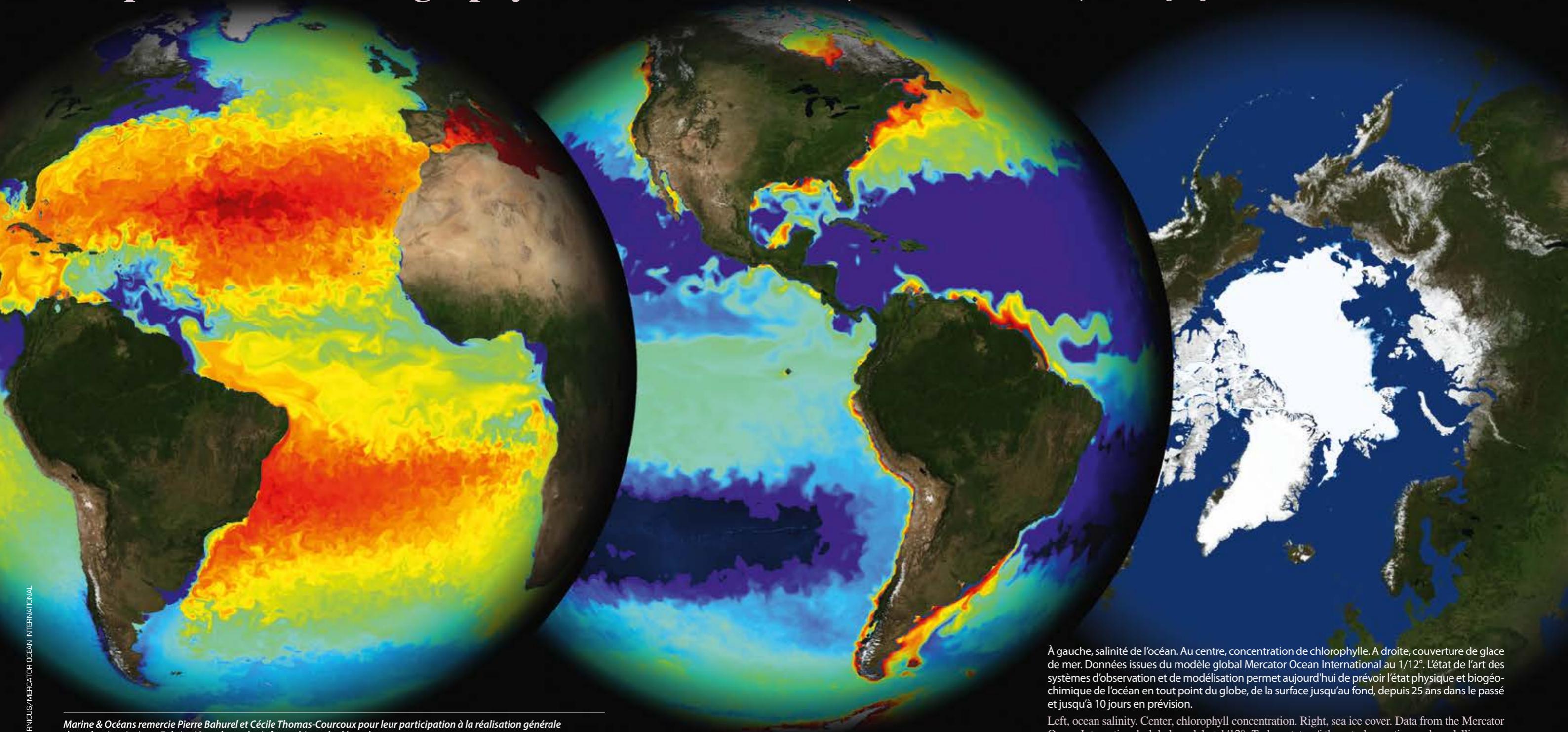
Commission paritaire / Legal commission: n° 0722 186639. ISSN : 2262 – 2012.
Impression / Printing : Imprimerie de Compiègne.

Focus sur un leader mondial de l'océanographie opérationnelle

Focus on a world leader in operational oceanography

En février dernier, lors du Sommet international pour l'Océan organisé par la France, à Brest en Bretagne, six Etats européens ont entériné la décision de transformer Mercator Ocean International en une Organisation intergouvernementale dédiée au développement du premier océan numérique mondial. Explication et découverte d'une pépite technologique européenne née en France.

Last February, during the International One Ocean Summit organized by France in Brest, Brittany, six European countries ratified the decision to turn Mercator Ocean International into an intergovernmental organization dedicated to developing the first global digital representation of the ocean. An explanation and presentation of this French-born European technological gem.



À gauche, salinité de l'océan. Au centre, concentration de chlorophylle. A droite, couverture de glace de mer. Données issues du modèle global Mercator Ocean International au 1/12°. L'état de l'art des systèmes d'observation et de modélisation permet aujourd'hui de prévoir l'état physique et biogéochimique de l'océan en tout point du globe, de la surface jusqu'au fond, depuis 25 ans dans le passé et jusqu'à 10 jours en prévision.

Left, ocean salinity. Center, chlorophyll concentration. Right, sea ice cover. Data from the Mercator Ocean International global model at 1/12°. Today, state-of-the art observation and modelling systems enable us to predict the physical and biogeochemical state of the ocean anywhere in the world, from surface to bottom, for the past 25 years and up to 10 days in the future.

Marine & Océans remercie Pierre Bahurel et Cécile Thomas-Courcoux pour leur participation à la réalisation générale de ce dossier ainsi que Fabrice Messal pour les infographies et les légendes.

Marine & Oceans would like to thank Pierre Bahurel and Cécile Thomas-Courcoux for their participation in the general realization of this feature as well as Fabrice Messal for infographics and captions.

Entretien avec **Pierre Bahurel**, Directeur général / CEO of Mercator Ocean International



« Nous construisons un océan numérique accessible au plus grand nombre. »

"We are building a digital ocean accessible to the greatest number of people."

Propos recueillis par/*Interview by* Bertrand de Lesquen

Comment est né Mercator Océan International, pourquoi et avec quels objectifs ?

Notre discipline, l'océanographie opérationnelle est née de la conjonction de deux avancées scientifiques et technologiques majeures : observer les océans grâce aux satellites et aux bouées autonomes et savoir intégrer ces données d'observation dans des modèles numériques tridimensionnels de prévision océanique. La France est depuis longtemps en pointe dans ce domaine. Six acteurs majeurs de l'océanographie – de la Marine, de la Recherche et du Spatial – ont créé Mercator Ocean International il y a une vingtaine d'années¹ pour mutualiser les capacités opérationnelles dont ils avaient besoin pour leurs missions ou leurs travaux de recherche et pour les mettre à la disposition de tous les scientifiques. Notre nom vient de celui du cartographe flamand du XVI^{ème} siècle « Mercator » qui mit le monde en cartes et laissa son nom à l'une des projections les plus utilisées par les océanographes. Nous travaillons depuis longtemps avec des océanographes du monde entier² et aujourd'hui nous sommes une organisation internationale avec dix associés en France, en Espagne, en Italie, en Norvège, au Royaume-Uni³. Nous savons décrire et prévoir les caractéristiques physiques, dynamiques et biogéochimiques des océans, en surface comme en profondeur.

How was Mercator Ocean International born, for what reason, and with what objectives?

Our research field, operational oceanography, was born from the combination of two major scientific and technological advances: observing the oceans using satellites and autonomous buoys and knowing how to integrate these observation data into three-dimensional numerical ocean forecasting models. France has been a leading actor in this domain for a long time. Mercator Ocean International was created some 20 years ago¹ on the initiative of six major players – from the French Navy, Research and Space – to share the operational capabilities they needed for their missions or research work, and to make them available to all scientists. We took the name of Mercator", a Flemish cartographer in the 16th century who mapped the world and left his name to one earth's most used projections by oceanographers. We have a long history of working with oceanographers worldwide² and we have become an international organization comprised of ten members in France, Spain, Italy, Norway and in the United Kingdom³. We are capable of describing and predicting the physical, dynamic, and biogeochemical characteristics of the oceans, from surface to deep. We forecast tomorrow's ocean for our ten shareholders as well as for major international and EU programmes such as Copernicus. We are building a digital ocean for them, accessible to the greatest number of people, from a computer or from a cell phone, in a digitized form available for visualisation and download.

1 - Le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), l'Ifremer (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), l'IRD (Institut pour la Recherche et le Développement), Météo-France et le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine).

2 - Comme GODAE : The Global Ocean Data Assimilation Experiment, aujourd'hui « Ocean predict ».

3 - CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), Met Office, NERSC (Nansen Environmental and Remote Sensing Center), Puerto del Estado.

Les 10 associés de Mercator Ocean International / Mercator Ocean International's 10 associates:



CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), CNRS (Centre National de la Recherche scientifique), Ifremer, IRD (Institut de Recherche pour le Développement), Météo-France, Met Office, NERSC (Nansen Environmental and Remote Sensing Center), Puerto del Estado, SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine)



Pierre Bahurel présente le fonctionnement et les enjeux de Mercator Ocean International au Président Emmanuel Macron et à la ministre de la mer Annick Girardin, en septembre 2021, lors des dernières Assises de l'économie maritime à Nice.

Pierre Bahurel presents Mercator Ocean International's operation and stakes to President Emmanuel Macron and Minister of the Sea Annick Girardin, in September 2021, during the last Maritime Economy Conference in Nice.

téristiques physiques, dynamiques et biogéochimiques des océans, en surface comme en profondeur.

Nous prévoyons l'Océan qu'il fera demain pour nos dix actionnaires et pour des grands programmes internationaux ou de l'Union européenne comme *Copernicus*. Nous construisons pour eux un océan numérique accessible au plus grand nombre, depuis un ordinateur ou un téléphone mobile sous une forme numérisée visualisable et téléchargeable.

Quelles ont été les premières réalisations de Mercator Ocean International ?

Nous avons publié nos premiers bulletins de prévision de température sur l'Océan Atlantique au début des années 2000 avec une résolution au 1/3 de degré soit des mailles de 30 km. L'actualité nous rattrape en 2002. Le naufrage du Prestige déverse 10000 tonnes d'hydrocarbures sur les côtes de Galice. Depuis cette catastrophe, Météo-France décide d'utiliser nos prévisions de courant pour nourrir leur système de dérive de pollution. Cette information est primordiale pour mettre en place les mesures d'urgence qui s'imposent et pour limiter les dégâts sur les écosystèmes marins et côtiers. Nos systèmes sont ensuite régulièrement améliorés et le 14 octobre 2005, Mercator Ocean International diffuse son premier bulletin océanique couvrant l'ensemble du globe au 1/4 de degré soit 25 km. C'est une brèche scientifique de premier plan : le savoir-faire scientifique se lit en temps réel, sur une carte tridimensionnelle, déclinée en température, courants, salinité, et animée des tourbillons d'un océan qu'on parcourt dans ses profondeurs, et dont on peut prévoir la dynamique. Aujourd'hui nos modèles globaux ont des résolutions au 1/12 de degré soit 5-7 km et même au 1/36 de degré soit 3 km à l'équateur.

En quoi le Programme Copernicus de l'Union européenne a-t-il été une étape stratégique en 2015 ?

En réalité, nous avons vécu une véritable décennie européenne à partir de 2009 pendant laquelle s'est déployée la dynamique du programme européen GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) renommé plus tard *Copernicus*, dont l'ambition était de doter l'Union européenne d'une capacité autonome en matière d'infrastructures d'ob-

face to the deep. We forecast tomorrow's ocean for our ten shareholders as well as for major international and EU programmes such as Copernicus. We are building a digital ocean for them, accessible to the greatest number of people, from a computer or from a cell phone, in a digitized form available for visualisation and download.

What were the first achievements of Mercator Ocean International?

We published our first temperature forecast bulletins for the Atlantic Ocean in the early 2000s with a 1/3-degree resolution, which means a 30km accuracy. In 2002, the tanker *Prestige* sank and spilled 10,000 tons of oil on the Galician coast. At that time, our current predictions allowed Météo-France to estimate the drift of the pollution in the Ocean. This information proved to be essential to implement the necessary emergency measures and limit damage to marine and coastal ecosystems.

Thanks to the permanent improvement of our systems, on October 14, 2005, Mercator Ocean International published its first ocean bulletin covering the entire globe at a 1/4-degree resolution, i.e. 25 km. This was definitely a major scientific breakthrough allowing scientific know-how to be observed in real time, on a three-dimensional map, including temperature, currents, salinity, and the swirls of an ocean now traced in its depths, allowing the prediction of its dynamics. Today, our global models have resolutions of up to 1/12-degree, i.e., 5-7 km, and even 1/36-degree, i.e., 3 km at the equator.

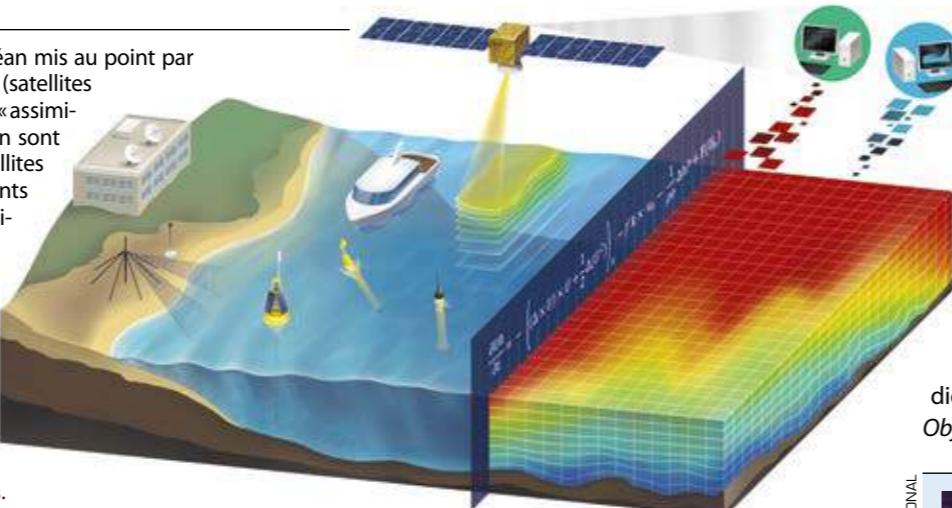
In which way was the European Union's Copernicus Programme a strategic step in 2015?

Actually, from 2009 and for about 10 years, there has been a true European momentum that saw the deployment of the European GMES (Global Monitoring for Environment and Security) programme, later renamed Copernicus. Its ambition was to provide the European Union with an autonomous capacity in terms of space and in situ observation facilities, as well as six operational Earth monitoring services, including an oceanic monitoring service. We started to work on the prefiguration of this marine service starting in 2009 in the framework of the "MyOcean" research projects. We supervised them by federating a community of sixty Euro-

Les systèmes opérationnels de surveillance et de prévision de l'Océan mis au point par Mercator Ocean International intègrent les observations océaniques (satellites ou in situ) dans des modèles numériques par le processus appelé «assimilation de données». Les données d'observation sur l'état de l'Océan sont collectées à partir de diverses plates-formes, notamment des satellites comme les Sentinel du programme Copernicus, et des instruments de mesure en mer ("in situ") tels que des bouées dérivantes. L'assimilation de données consiste à corriger des modèles numériques d'océan, fonctionnant sur des calculateurs à haute performance pour se rapprocher au plus près de la réalité observée et ainsi fournir les meilleures prévisions.

Mercator Ocean International's operational ocean monitoring and forecasting systems integrate ocean observations (satellite or in situ) into digital models through a process called "data assimilation". Observational data on the state of the Ocean is collected from various platforms, including satellites such as the Copernicus Sentinels, and in situ instruments such as drifting buoys.

Data assimilation consists in correcting digital ocean models running on high-performance computers, to get as close as possible to the observed reality, and thus provide the best forecasts.



servation spatiale et in situ, et de six services opérationnels de surveillance de la Terre dont un service de surveillance océanique. Nous avons travaillé à la préfiguration de ce service marin dès 2009 dans le cadre des projets de recherche «MyOcean». Nous les avons pilotés en fédérant une communauté de soixante partenaires européens. En novembre 2014, nous avons signé le contrat de délégation de la Commission européenne pour concevoir et opérer jusqu'en 2021 le service marin opérationnel de l'Union Européenne, le *Copernicus Marine Service*. Ce service fournit en accès libre et gratuit à partir d'un portail web, des informations de base, fiables, scientifiquement qualifiées et mises à jour sur l'Océan global et les mers régionales européennes, leur état physique et biogéochimique en surface comme en profondeur : température, courants, salinité, hauteur de mer, glace de mer, couleur de l'eau, chlorophylle, acidité... Cette délégation a signé la reconnaissance de toute la filière européenne de l'océanographie opérationnelle, entériné le succès de notre démarche collaborative et ouverte, et confirmé notre détermination à créer une nouvelle valeur de service.

Où en est le service à ce jour ? Pouvez-vous l'illustrer avec quelques résultats ?

Notre mandat a été renouvelé en 2021 par la Commission Européenne. Aujourd'hui, le *Copernicus Marine Service* est un service opérationnel, ouvert et gratuit pour ses 40 000 abonnés et 440 000 utilisateurs dans le monde : scientifiques, services publics et commerciaux, entrepreneurs, industriels, agences nationales, universitaires, ONG, associations. Ce service est utilisé dans le monde entier pour répondre aux programmes de recherche en lien avec la protection de l'Océan, le climat ou la biodiversité, pour contribuer à la mise en place ou au suivi des politiques environnementales, pour le développement des services de l'économie bleue (transport maritime, sécurité en mer, applications côtières, énergies renouvelables marines...). Le *Copernicus Marine Service*, c'est une centaine de produits océanographiques globaux ou régionaux dans le catalogue du portail, régulièrement mis à jour, ce sont des ou-

péan partners. In November 2014, we signed the delegation contract from the European Commission to design and operate until 2021 the UE's operational marine service, the *Copernicus Marine Service*. Free and available in open access from a web portal, this service provides basic, reliable, science-backed, and updated information on the global ocean and European regional seas, their physical and biogeochemical state at the surface and in the deep: temperature, currents, salinity, sea surface height, sea ice, water colour, chlorophyll, acidity... This delegation signed the recognition of the entire European operational oceanography industry, endorsed the success of our collaborative and open approach, and confirmed our determination to create a new service value.

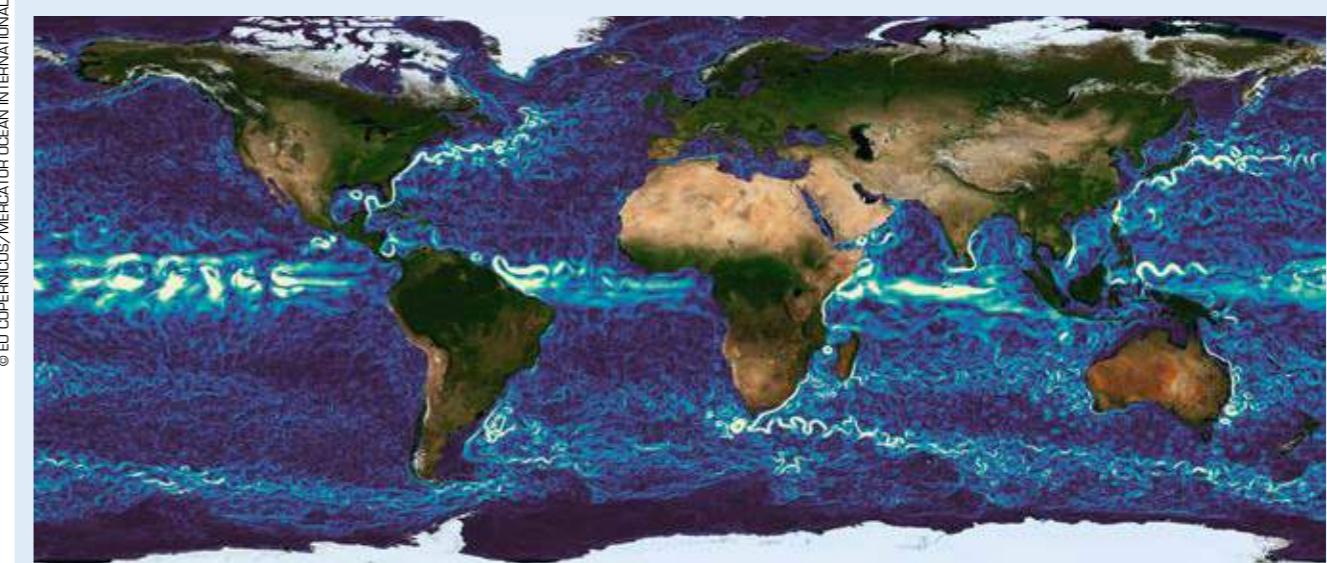
Where does the service stand today? What achievements could illustrate it?

The UE renewed our mandate in 2021. Today, the *Copernicus Marine Service* is an operational service, open and free for its 40,000 subscribers and 440,000 users worldwide: scientists, public and commercial services, contractors, industrialists, national agencies, academics, NGOs, associations. It is used worldwide to address research programmes related to ocean protection, climate, or biodiversity, to contribute to the implementation or monitoring of environmental policies, for the development of blue economy services (maritime transport, safety at sea, coastal applications, marine renewable energies...). The *Copernicus Marine Service* includes about a hundred global or regional oceanographic resources available in the portal's database and regularly updated. It also includes visualization tools useful to all professions, more than 2000 hours of trainings conducted in EU member states or online tutorials, an annual report on the state of the Ocean and its abstract published for 5 years now, read and used by more than 70,000 readers, scientists and policy makers worldwide. The *Copernicus Marine Service* provides access to the first indicators of ocean health calculated for each ocean basin, such as heat content, sea level and acidity. These are the first EU indicators used to meet the United Nations Sustainable

Development Goals (SDGs), in the present case to meet SDG 14 that aims to preserve and allow a sustainable exploitation of the oceans, seas, and marine resources. Finally, the *Copernicus Marine Service* is the structuring of a solid community of European experts who have been working with us for more than ten years for a sustainable ocean.

Again, 2022 is a crucial year for Mercator Ocean International, why?

We have been waiting long for a "blue year" that would make a difference in the protection and preservation of the oceans. The One Ocean Summit held in Brest in February 2022 has truly opened it. During this summit, France, Spain,



La circulation des courants océaniques – dont on voit ici la composante de surface à 30 m de profondeur au 1^{er} décembre 2021 (donnée issue du modèle global au 1/12°) – est le moteur essentiel de la redistribution de la chaleur, du carbone et d'autres tracers sur de grandes distances dans l'Océan mondial, influençant les phénomènes météorologiques et le climat. Cette représentation numérique des courants de l'Océan illustre également la grande complexité des processus physiques de l'Océan et de leurs différentes échelles. Les prévisions de courants marins du *Copernicus Marine Service* sont utilisés, par exemple, dans le routage maritime, dans la planification et la sécurité d'opération en mer (suivi de pollution, sauvetage, activités offshore) et dans l'étude de site pour l'implantation de parcs hydroliens.

Ocean current circulation – shown here at 30-meters depth on December 1, 2021, based on data from the 1:12 global model – is the key driver of the redistribution of heat, carbon and other tracers over large distances in the global ocean, influencing weather and climate. This digital representation of ocean currents also illustrates the great complexity of physical ocean processes and their different scales. *Copernicus Marine Service*'s ocean current forecasts are used, for example, in maritime routing, in the planning and safety of sea operations (pollution monitoring, rescue, off-shore activities), and in site studies for the implantation of tidal stream systems.

en l'occurrence pour répondre à l'ODD 14 conçu pour conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines. Le *Copernicus Marine Service*, c'est enfin la structuration d'une communauté solide d'experts européens qui travaillent avec nous depuis plus de dix ans au service de l'Océan durable.

2022 est à nouveau une année clé pour Mercator Ocean International, pourquoi ?

Nous attendons depuis longtemps une «année bleue» qui fasse la différence en faveur de la protection et de la préservation des océans. Le *One Ocean Summit* qui s'est tenu à Brest en février 2022 l'a véritablement ouverte. C'est au cours de ce

Italy, Norway, Portugal, and the United Kingdom signed the Brest Declaration, under the high patronage of the President of the Republic Emmanuel Macron, the Minister of Europe and Foreign Affairs Mr Jean-Yves Le Drian and the Minister of the Sea Ms Annick Girardin, with the support of the European Commission and the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.

This declaration commits these six states to transform Mercator Ocean International into a Europe-centred Intergovernmental Organisation and invites all European coastal states to join, with the aim of developing the world's first digital ocean. This new organisation will considerably strengthen the development of our capacity for a sustainable ocean. Through

sommet que la France, l'Espagne, l'Italie, la Norvège, le Portugal et le Royaume-Uni ont signé la *Déclaration de Brest*, sous le haut patronage du Président de la République Emmanuel Macron, du ministre de l'Europe et des Affaires étrangères Monsieur Jean-Yves Le Drian et de la ministre de la Mer Madame Annick Girardin, avec le soutien de la Commission Européenne et de la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'UNESCO. Cette déclaration engage ces six états à transformer Mercator Ocean International en Organisation Intergouvernementale centrée sur l'Europe et invite tous les Etats côtiers européens à la rejoindre, afin de développer le premier océan numérique mondial. Cette nouvelle organisation va considérablement renforcer le développement de nos capacités au service d'un océan durable. Avec son Pacte vert et sa Mission Océan, la Commission européenne travaille activement à une gouvernance internationale des océans. La connaissance en est un des principaux piliers. Les nombreuses menaces qui pèsent sur les océans mais aussi les nombreuses opportunités que ceux-ci nous offrent, ont un point commun : ils nécessitent tous un système d'information fiable, accessible et construit sur une base scientifique solide et transdisciplinaire. C'est tout le sens de l'Océan numérique que nous avons commencé à construire avec le service marin de Copernicus. Il est urgent de doter l'Océan d'une institution dédiée, propulsée par des Etats européens, soutenue par l'Union européenne et reconnue par les Nations unies, qui fasse autorité en matière de prévision océanique, qui établisse les standards mondiaux de l'océanographie numérique pour en développer la prochaine génération : le jumeau numérique de l'Océan.

its Green Pact and its Ocean Mission, the European Commission is actively working for an international governance of the oceans. Knowledge is one of the most important components of this process. The many threats to the oceans, but also the many opportunities they provide, have one thing in common: they all require a reliable and accessible information system built on a solid scientific and transdisciplinary basis. This is the purpose of the digital ocean that we have started to build with the Copernicus marine service. It is urgent to provide the Ocean with a dedicated institution, driven by European States, supported by the European Union, and recognised by the United Nations. This institution should be an authority on ocean forecasting and should establish global standards for digital oceanography to develop the next generation: the digital twin of the Ocean.

Ms. von der Leyen announced the creation of the European digital twin at the One Ocean Summit. Can you tell us what a digital twin of the Ocean is, what will it be used for, and how do you plan to work on it?

Over the past twenty years we have been able to create digital models representing the physical and biogeochemical state of the Ocean over time: past, present, and near future. A digital twin is always built on a similar layer of data. The Digital Twin Ocean (or DTO) will combine next generation ocean modelling with other scientific, economic, and statistical data. It will combine artificial intelligence, machine learning and high-performance computing techniques to provide a coherent, high-resolution, multi-dimensional, multi-variable and

Le jumeau numérique de l'Océan sera la prochaine grande innovation de l'océanographie numérique. Il offrira une représentation cohérente, haute résolution, multidimensionnelle, multi-variable et en temps quasi réel de l'Océan. Les connaissances générées par le jumeau numérique fourniront aux décideurs politiques, aux acteurs publics comme à toute la société civile et aux citoyens de nouvelles capacités et des outils efficaces pour mieux comprendre l'Océan, prendre des décisions éclairées et devenir un citoyen de l'Océan.

The digital twin of the Ocean will be the next great innovation in digital oceanography. It will provide a consistent, high-resolution, multidimensional, multivariate, almost real-time representation of the Ocean. The knowledge generated by this digital twin will provide policymakers, public players as well as citizens and the entire civil society with new capabilities and effective tools to better understand the Ocean, make informed decisions and become "ocean citizens".

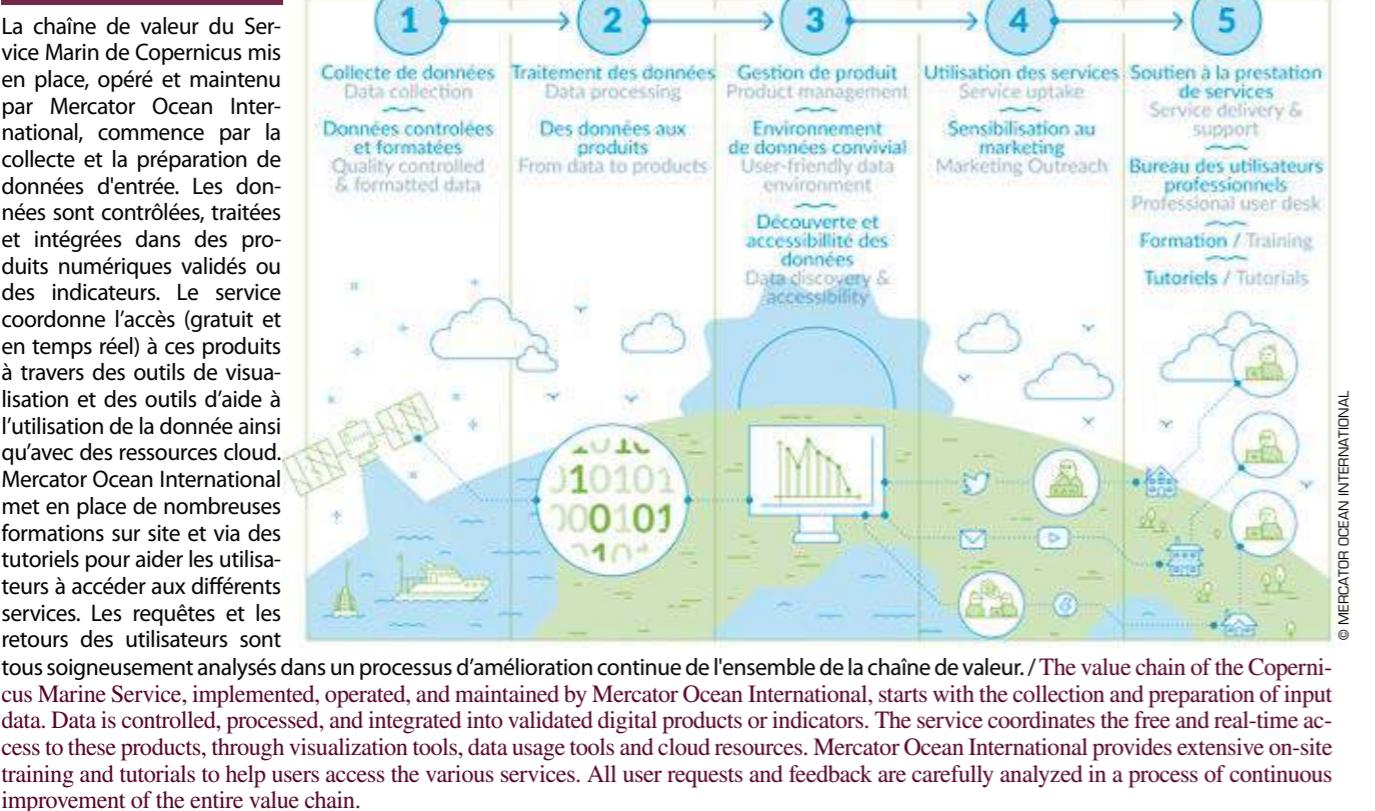
Madame von der Leyen a annoncé la création du jumeau numérique européen au One Ocean Summit. Mais qu'est-ce qu'un jumeau numérique de l'Océan, à quoi cela va-t-il servir et comment comptez-vous y travailler ?

Depuis vingt ans, nous sommes parvenus à créer des modèles numériques pour représenter l'état physique et biogéochimique dans le temps : passé, présent et futur proche. Un jumeau numérique se construit toujours sur une couche similaire de données. Le jumeau numérique de l'Océan (ou JNO) combinerà la modélisation océanique de nouvelle génération avec d'autres données scientifiques, économiques, statistiques, il combinera les techniques de l'intelligence artificielle, du *machine learning* et les moyens de calcul à haute performance, pour offrir une représentation cohérente, haute résolution, multidimensionnelle, multi-variable et en temps quasi réel de l'Océan tout en privilégiant l'interactivité et le partage de connaissance. Cette « copie numérique » de l'Océan sera accessible à tous. Elle permettra notamment de tester des scénarios et d'évaluer leurs impacts sur l'environnement, la biodiversité ou le climat ou encore l'efficacité des plans d'atténuation et d'adaptation. Les connaissances générées par le JNO fourniront aux décideurs politiques comme à la société civile et aux citoyens, des outils efficaces pour mieux comprendre l'Océan et prendre des décisions éclairées. C'est un travail au long cours qui va nécessiter une très bonne collaboration européenne. Nous continuerons donc à travailler main dans la main avec la Commission européenne pour contribuer à son engagement exceptionnel, qu'est la « Mission Océan⁴ », avec une méthode éprouvée depuis les projets « MyOcean » : collaboration et co-création. Nous avons déjà commencé à répondre à l'appel de Madame von der Leyen. J'ai mobilisé une soixantaine d'experts européens pour initier un programme d'action et une première feuille de route du JNO européen lors de notre tout premier Forum de l'Océan numérique des 20 et 21 Avril 2022, dans le cadre de la présidence du Conseil de l'UE. Nous souhaitons également ancrer nos travaux au cœur de la Décennie des Sciences de l'Océan des Nations Unies pilotée par la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'UNESCO, qui place la prévision océanique et l'Océan numérique au cœur de nombre de ses objectifs.



near-real time representation of the Ocean, while prioritising interactivity and knowledge sharing. This 'digital copy' of the Ocean will be accessible to all. In particular, it will make it possible to test scenarios and assess their impact on the environment, biodiversity or climate, or the effectiveness of mitigation and adaptation plans.

The information obtained from the DTO will provide policy makers, civil society, and citizens with effective tools to better understand the Ocean and make informed decisions. This a long-term project will require strong European collaboration. This is the reason why we will continue to work alongside the European Commission to contribute to its exceptional commitment, known as "Mission Ocean"⁴, using a method that has been proven since the "MyOcean" projects: collaboration and co-creation. We have already begun to address Mrs von der Leyen's call. I have recently solicited some sixty European experts to initiate an action programme and a first European DTO road map on the occasion of our very first Digital Ocean Forum on 20 and 21 April 2022 at the Ministry of Higher Education, Research, and Innovation, within the framework of the EU Council Presidency. We also want to put our action at the heart of the United Nations Decade of Ocean Sciences led by UNESCO's Intergovernmental Oceanographic Commission, which places ocean forecasting and the digital ocean at the centre of many of its objectives.





© DDCM/FRANCIS PELUER

Mercator Ocean International est à l'origine en France de l'océanographie numérique

Mercator Ocean International paved the way for digital oceanography in France

Par / By **Annick Girardin**, Ministre de la mer / French Minister of the Sea

À Brest, en février 2022, le One Ocean Summit a vu l'aboutissement d'une longue histoire et le début d'une nouvelle aventure pour l'océanographie opérationnelle. Il y a vingt ans, plusieurs organismes scientifiques français ont décidé de combiner leurs efforts pour créer une institution nouvelle, en charge de l'océanographie opérationnelle. C'est la naissance de Mercator Ocean International (MOI). Cette collaboration scientifique et technologique interdisciplinaire est à l'origine en France de l'océanographie numérique. Océnographes, météorologues, physiciens, mathématiciens français ont croisé

In Brest, in February 2022, the One Ocean Summit marked the achievement of a long process and the beginning of a new adventure for operational oceanography. Twenty years ago, several French scientific organizations decided to combine their efforts to create a new institution dedicated to operational oceanography. Mercator Ocean International was born. This interdisciplinary scientific and technological collaboration paved the way for digital oceanography in France. Oceanographers, meteorologists, physicists, and French mathematicians shared their knowledge (and their dreams

«Les pays européens qui le souhaitent sont appelés à travailler ensemble afin de conférer à Mercator Ocean International sa pleine puissance.»

"The European countries that wish to do so are called upon to work together to give Mercator Ocean International its full power."

Annick Girardin

leurs savoirs (et leurs rêves) pour chercher comment prévoir les aléas de l'Océan. Cette rigoureuse mission a été confiée à Mercator Ocean International par le Shom (Service hydrographique et océanographique de la marine), Météo-France, Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) et l'IRD (Institut de recherche pour le développement).

PLUS DE 440 000 UTILISATEURS

Désormais, plus de 440 000 utilisateurs bénéficient de ses services à travers le monde. Mercator Ocean International ouvre la voie d'un océan digital, véritable jumeau numérique de l'Océan. Aujourd'hui s'ouvrent plus largement les frontières de cette collaboration et les pays européens qui le souhaitent sont ap-

too) to find out how to predict the Ocean's fluctuations. The Shom (French Naval Hydrographic and Oceanographic Service), Météo-France, Ifremer (French Research Institute for Exploitation of the Sea), CNRS (French National Centre for Scientific Research) and IRD (French Research Institute for Development) entrusted Mercator Ocean International with this demanding mission.

MORE THAN 440,000 USERS

From now on, more than 440,000 users worldwide have access to its services. Mercator Ocean International is pioneering the creation of a digital ocean, the digital twin of the Ocean. The borders of this collaboration are now opening wider, and willing European countries are encouraged to work together



De gauche à droite / From left to right: Vladimir Ryabinin (Unesco), Henrik Harboe (Norway / Norway), François Houllier (PDG / CEO Ifremer / France), Virginie Schwarz (PDG / CEO Météo-France), Frédérique Vidal (Ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation / Minister of Higher Education, Research and Innovation - France), Annick Girardin (Ministre de la Mer / Minister of the Sea - France), Ricardo Serrao Santos (Ministre de la Mer / Minister of the Sea - Portugal), Maria Cristina Messa (Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche / Minister of Higher Education, Research and Innovation - Italy / Italia), Paul-Bertrand Barret (Conseiller diplomatique, cabinet de la ministre de la mer / Diplomatic Advisor, Office of the Minister of the Sea), Valérie Verdier (IRD), Corine Loche (Shom), Pierre Bahurel (DG / CEO Mercator Ocean International), Patrick Vincent (Ifremer).

10 février 2022, Brest, Sommet international pour l'Océan (One Ocean Summit) : présentation à la presse de la Déclaration de Brest qui entérine la décision de transformer Mercator Ocean International en Organisation Intergouvernementale.

February 10, 2022, One Ocean Summit in Brest: presentation to the press of the Brest Declaration which endorses the decision to transform Mercator Ocean International into an Intergovernmental Organization.

pelés à travailler ensemble afin de conférer à Mercator Ocean International sa pleine puissance. Son autorité est incontestée : l'Océan numérique servira non seulement leurs propres enjeux nationaux, mais aussi les grandes priorités régionales et globales en matière de gouvernance des océans, d'environnement, de biodiversité, de climat et d'économie bleue durable. Pour la décennie à venir, qui sera celle des sciences océanographiques lancée par les Nations unies, celle de la mise en place d'une gouvernance raisonnée de l'Océan, Mercator Ocean International bénéficie d'un nouvel élan afin de démultiplier ses capacités grâce aux avancées scientifiques et numériques.

VERS UNE ORGANISATION INTERGOVERNEMENTALE

Je suis heureuse que mon appel pour transformer Mercator Ocean International en Organisation intergouvernementale ait été entendu par tous les pays qui participent à sa gouvernance actuelle (Italie, Espagne, Norvège, Royaume-Uni) et qu'il ait été rejoint par le Portugal lors du One Ocean Summit. Ainsi se forme le premier cercle des États qui ont signé la *Déclaration de Brest*. Un premier cercle qui a vocation à grandir avec le concours d'autres pays européens à l'avenir.

Par cette déclaration, faite en présence du Commissaire européen pour les affaires maritimes et l'environnement et du Secrétaire exécutif de la Commission océanographique intergouvernementale, ces pays se sont engagés à préparer la transformation de Mercator Ocean International en une organisation internationale : c'est-à-dire conférer à Mercator Ocean International un statut public et reconnu par les Etats afin qu'il soit légitime pour peser de tout son poids dans la gouvernance de l'Océan.

Le calendrier 2022 pour les océans est dense, et riche de promesses. Une nouvelle étape devra être franchie lors de la prochaine Conférence des Océans des Nations unies à Lisbonne au mois de juin.

to give Mercator Ocean International its full potential. Its expertise is undisputed: the digital ocean will not only address their own national issues, but also the major regional and global priorities in ocean governance, environment, biodiversity, climate, and sustainable blue economy.

For the coming ten years, the decade of oceanographic sciences launched by the United Nations, that of the implementation of a reasoned governance of the Ocean, Mercator Ocean International is given a new impetus to boost its capabilities through scientific and digital advances.

TOWARDS AN INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION

I am glad to see that my proposal to transform Mercator Ocean International into an intergovernmental organization has been heard by all the countries involved in its current governance (Italy, Spain, Norway, United Kingdom) and that Portugal has joined us at the One Ocean Summit. This constitutes the first circle of States that have signed the Brest Declaration. A first circle that has the vocation to extend with the help of other European countries in the future.

Through this declaration made in presence of the European Commissioner for Maritime Affairs and the Environment and the Executive Secretary of the Intergovernmental Oceanographic Commission, these countries have made a commitment to prepare the transformation of Mercator Ocean International into an international organization: in other words, to give Mercator Ocean International a public status recognized by the States to ensure its full influence in the governance of the Ocean. The 2022 calendar for the oceans is tight and full of promises. A new step will have to be taken at the next United Nations Conference on the oceans in Lisbon, next June.

En savoir + / To find out more:
www.mercator-ocean.eu



Mobilisation européenne

European mobilization

Lors du sommet international pour l'Océan (One Ocean Summit) organisé à Brest, en février dernier, la France, l'Espagne, l'Italie, la Norvège, le Portugal et le Royaume-Uni ont signé, avec le soutien de la Commission européenne et de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, la Déclaration de Brest qui entérine la décision de transformer Mercator Ocean International en Organisation intergouvernementale et invite tous les Etats côtiers européens à participer à la création du premier océan numérique mondial. Marine & Océans publie ci-dessous les extraits des interventions de chacun des signataires.

During the International One Ocean Summit held in Brest last February, France, Spain, Italy, Norway, Portugal and the United Kingdom, with the support of the European Commission and the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, signed the Brest Declaration, which endorsed the decision to transform Mercator Ocean International into an Intergovernmental Organization and invites all European coastal states to participate in the creation of the world's first digital representation of the Ocean. Marine & Océans publishes below excerpts of the signatories' interventions.



Mme Raquel Sánchez Jiménez

Ministre des Transports, des Mobilités et des Programmes urbains de l'Espagne
Minister of Transport, Mobility and Urban Agenda of Spain

(...) La capacité à comprendre et à partager les connaissances océaniques est déterminante pour une gouvernance durable de l'Océan. (...) Mercator Ocean International, une organisation avec laquelle l'Espagne collabore activement (...) propose des services d'intérêt public basés sur les sciences océaniques, en vue de contribuer à la conservation et à l'exploitation durable des océans, des mers et des ressources marines (...) collabore avec la Commission européenne et d'autres organismes internationaux. (...) nous voulons montrer l'engagement de l'Espagne et sa volonté de collaborer au maximum pour la protection conjointe de nos mers et océans. ■

(...) It is necessary to work in a coordinated manner within international organizations and to have the best possible information on the state of the ocean. (...) Mercator Ocean International, an organization with which Spain works actively (...) provides public interest services based on ocean sciences with the aim of helping the conservation and sustainable use of the oceans, the seas and the marine resources. (...) collaborates with the European Commission and other international bodies. (...) We want to show Spain's commitment and our maximum collaboration in the joint protection of our seas and oceans. ■



Mme Maria Cristina Messa

Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche de l'Italie
Minister of University and Research of Italy

(...) Nous sommes convaincus qu'une organisation internationale faisant autorité permettrait de fournir des données scientifiques de qualité pour tous, mais aussi une plateforme indispensable pour la coopération internationale et l'intensification des projets en cours. Mercator Ocean International offre une base de départ idéale pour un plan aussi ambitieux, et nous encourageons vivement tous les États intéressés à participer à ces initiatives, quelles qu'elles soient, déjà en cours ou à venir, car cela est nécessaire pour apporter une réelle contribution au profit de l'ensemble de la société. Merci beaucoup. (...).

(...) We are convinced that an authoritative international body would provide not only good science for all, but also a very much needed platform for international cooperation and for the scaling up of the projects that are ongoing now. Mercator Ocean International thus provides an ideal starting point for such an ambitious plan, and we urge all interested states in participating to these initiatives and whatever they are already in or they are still out, because this is needed in order to really provide something for the benefit of the whole society. ■



M. Henrik Harboe

Envoyé spécial de la Norvège pour les océans, ministère norvégien des affaires étrangères
Special Envoy Ocean, Norwegian Ministry of Foreign Affairs of Norway

(...) Il nous faut investir dans la collecte de données, et unir nos forces pour mettre les données à la disposition de tous. Et là, nous pensons que Mercator Ocean International a un rôle important à jouer. (...) Nous sommes convaincus que Mercator Ocean International sera un partenaire actif, transparent et diligent, tant pour les infrastructures et fournisseurs de données existants aux niveaux national, européen et mondial, que pour les diverses initiatives privées. Dans ce contexte, nous saluons chaleureusement les nouvelles fonctions de Mercator Ocean en tant qu'organisation internationale. ■

(...) We must invest in data collection, and we must join forces to make data available for all. Here, we believe Mercator Ocean International has an important role to play. (...) We are convinced that Mercator Ocean International will be a resourceful, transparent and swift partner for both the existing national, European and global data infrastructure and providers, and for various private initiatives. In this period, we warmly welcome the establishment, a new role of Mercator Ocean as an international organisation. ■



M. Ricardo Serrão Santos

Ministre de la Mer du Portugal / Minister of the Sea of Portugal

(...) Nous approuvons le projet de transformation de Mercator Ocean International, qui est une organisation reconnue et étroitement liée à l'Europe et aux États membres, ainsi qu'à la Commission européenne, y compris pour l'exploitation du service de surveillance dans le cadre du programme Copernicus. Une bonne compréhension des océans, basée sur des connaissances solides et partagées, est essentielle pour parvenir à « l'Océan dont nous avons besoin ». (...) Il est temps de passer à la vitesse supérieure pour l'Océan numérique. ■

(...) We concur with the proposal of structuring Mercator Ocean International, a renowned organisation consistently linked with Europe and member states, and with European Commission, including in operating monitoring service of the Copernicus programme. A strong and shared ocean knowledge is key for the Ocean we need (...) It is time to accelerate the progress for the digital ocean. ■



Lord Zac Goldsmith

Ministre du Pacifique et de l'Environnement au ministère britannique des Affaires étrangères et du Commonwealth et du Développement
Minister for Pacific and the Environment at the Foreign, Commonwealth & Development Office

(...) Je suis heureux de confirmer que le Royaume-Uni souscrit aujourd'hui à la déclaration concernant Mercator Ocean International. La collaboration scientifique internationale est cruciale pour relever les plus grands défis de notre époque. L'observation et la modélisation des océans sont absolument indispensables pour suivre les effets, par exemple, du changement climatique, et il est impératif que les pays coopèrent et conjuguent leurs efforts dans ce domaine. Je suis également ravi que Mercator Ocean International propose une plateforme qui permettra à nos chercheurs et innovateurs de travailler ensemble. ■

(...) I'm pleased to confirm that the UK endorses this Mercator Ocean International declaration today. (...) International science collaboration is critical to tackling the biggest challenges of our time. Ocean observation and modelling is vitally important to track the impacts, for example, of climate change, and it's essential that countries cooperate and collaborate in this endeavour. I'm also very pleased that Mercator Ocean International provides a platform for our researchers and innovators to work together. ■

Entretien avec / Interview with **Vladimir Ryabinin**, Secrétaire exécutif de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO
Executive Secretary, Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO



« Une représentation digitale de l'Océan a une valeur non seulement scientifique mais aussi éthique. »

"The value of a digital representation of the Ocean is not only scientific but also ethical."

Propos recueillis par/Interview by Eugénie Tiger

Quelle est la mission de la Commission océanographique intergouvernementale ?

Nous représentons les sciences océaniques au sein des Nations unies. Nous rassemblons gouvernements et sciences, pour que les sciences éclairent les décisions des gouvernements et qu'en retour les gouvernements partagent leurs priorités avec la communauté scientifique. Nous travaillons à tous les niveaux de la chaîne de valeur des sciences océaniques : de l'observation et de la recherche à la prédition, à l'évaluation, à la gestion et au développement de capacité.

Comment la Décennie des sciences océaniques pour le développement durable, lancée en 2021 par les Nations unies et coordonnée par la COI, peut-elle changer la donne pour nos océans et pour la planète ?

Cette Décennie vise à convaincre tous les pays de l'importance des sciences océaniques. Grâce à une mobilisation inédite de la communauté scientifique, nous avons réussi à attirer attention et investissements sur 10 défis de la Décennie¹. Parmi eux : comprendre et combattre la pollution marine, développer une économie océanique durable et équitable, ou encore améliorer la résilience face aux risques océaniques. L'un de nos défis principaux est de changer la relation de l'humanité avec

What is the mission of the Intergovernmental Oceanographic Commission?

We are the home of ocean science in the United Nations. We bring together governments and science, so science can inform and drive governmental decisions, and in return, governments can share their priorities with the scientific community. We work at every level of the Ocean science value chain: from observation and research to prediction, assessment, management and capacity development.

How can the Decade of Ocean Science for Sustainable Development, launched last year by the United Nations and coordinated by the IOC be a real game-changer for our oceans and planet?

This Decade aims at convincing all countries of the importance of ocean science. Thanks to a unique mobilization of the Ocean science community, we've been able to drive attention and investment towards 10 Decade challenges¹ that range from understanding and beating marine pollution to developing a sustainable and equitable ocean economy, and to increasing community resilience to ocean hazards. One of our main challenges is to change humanity's relationship to the Ocean. It relates to the idea of "ocean literacy", and it's

¹ Comprendre et combattre la pollution marine, Protéger et restaurer les écosystèmes et la biodiversité, Nourrir durablement la population mondiale, Développer une économie océanique durable et équitable, Déverrouiller les solutions océaniques au changement climatique, Accroître la résilience des communautés face aux risques océaniques, Développer le système mondial d'observation des océans, Créer une représentation numérique de l'Océan, Compétences, connaissances et technologies pour tous, Changer la relation de l'humanité avec l'Océan.

l'Océan. En lien avec la notion d'éducation à l'Océan, cette idée est clé pour que la Décennie change réellement la donne. Car nous ne pouvons protéger ce que nous aimons, et nous ne pouvons aimer ce que nous connaissons. À ce jour, nous avons déjà lancé 30 programmes au total : c'est plus qu'au fil de toute l'histoire des sciences océaniques. C'est une révolution en plein essor.

L'Union européenne se mobilise pour créer un jumeau numérique de l'Océan. Pourquoi est-ce important ?

En matière d'environnement, une décision qui n'est pas éclairée par la science est arbitraire et irresponsable. Un écosystème numérique comme celui-ci nous permettra de comprendre l'état passé, présent et futur de l'Océan, et de réaliser le rôle de l'intervention humaine, nous obligeant à prendre des décisions responsables. Sa valeur n'est donc pas seulement scientifique : elle est aussi éthique.

La décision de transformer Mercator Ocean International (MOI), acteur historique de l'océanographie opérationnelle, en une Organisation intergouvernementale a été officialisée lors du One Ocean Summit de Brest. Quel regard portez-vous sur cette structure ?

Les équipes de Mercator Ocean International sont très talentueuses. Et pour être reconnues comme un véritable guide pour l'élaboration des politiques publiques, les sciences océaniques requièrent une forme de «gouvernementalisation». Cette transformation est donc une très bonne nouvelle : elle donne à Mercator Ocean International un mandat plus ferme, davantage de soutien et de reconnaissance de la part des gouvernements, ainsi que l'opportunité de collaborer avec les meilleurs scientifiques des six pays partenaires.

Dans le cadre de la Décennie des sciences océaniques, Mercator Ocean International est candidate pour accueillir le premier centre collaboratif dédié à la prédition océanique. Quel rôle joueront ces centres ?

Dans le contexte de la Décennie, de nombreuses activités de modélisation, d'observation ou d'expérimentation devront être mises en œuvre à l'échelle nationale. Nous avons commencé à créer des comités nationaux pour les coordonner, mais nous avons également besoin de facilitateurs, afin de garantir que nous fournissons de réels services à l'humanité : c'est le rôle que joueront ces centres collaboratifs. Pour celui-ci, dédié à l'océanographie digitale, nous étudions la candidature de Mercator Ocean International. Le résultat sera communiqué dans quelques semaines.

particularly key for the decade to be a game-changer, because you can only protect what you love, and love what you know. To this day, we already have launched more than 30 programs, which is more than through the whole history of ocean science. It's a revolution, and it's gaining momentum.

Europe is mobilizing to create a Digital Twin of the Ocean – why is it important?

When it comes to environment, decisions that are not informed by science are arbitrary and irresponsible. Such a digital ecosystem will enable us to understand the past, present and future state of the Ocean. It will help us realize how important is human intervention, obliging us to make responsible decisions. So its value is not only scientific, but also ethical.

At the Brest One Ocean Summit, the decision to transform Mercator Ocean International – historical actor of operational oceanography – into an intergovernmental organization was officialized. What is your outlook on this company?

People at Mercator Ocean International are very talented. And to be recognized as a driving force for policymaking, oceanography requires a form of governmentalization. So this transformation is great news: it gives them a firmer mandate, stronger support and recognition from governments, as well as the opportunity to join forces with the best scientists in all six partner-countries.

« L'un de nos défis principaux est de changer la relation de l'humanité avec l'Océan. »

"One of our main challenges is to change humanity's relationship to the Ocean."

Vladimir Ryabinin

Mercator Ocean International officially applied to host the first collaborative center dedicated to ocean prediction, to support the United Nations Decade for Ocean Sciences. What role will these centers play?

In the context of the Decade, many activities need to be implemented nationally, from modeling to observation and experimentation. We've started creating national committees to coordinate this, but we also need facilitators, to ensure we provide actual services for humanity: that's what such collaborative centers are about. For this one focusing on digital oceanography, we are currently considering MOI's application – the result will be communicated in a couple of weeks.



© JENNIFER JACQUEMART

Le jumeau numérique de l'Océan s'inscrit dans le « Pacte vert » européen

The digital twin ocean is part of the European "Green Deal"

Par/By **Virginijus Sinkevičius**, Commissaire européen à l'environnement, aux océans et à la pêche
European Commissioner for the Environment, Ocean and Fisheries

Mercator Ocean International (MOI) est, depuis de nombreuses années, un acteur océanographique d'excellence. Il est parvenu à fédérer un ensemble d'organismes européens spécialisés dans la mesure et la modélisation des caractéristiques océanographiques de l'Océan mondial et des différentes mers qui bordent le continent européen. Cette expertise éprouvée, tant sur le plan organisationnel que technique, a conduit la Commission européenne à lui confier la mise en oeuvre et l'opération du service marin de Copernicus¹. Ce service unique fournit des cartes numériques basées sur l'analyse d'images satellites indiquant, par exemple, la température de surface de la mer. Il fournit également des résultats de modèles de circulation océanique, l'équivalent des prévisions météorologiques pour les océans. Ces produits accessibles gratuitement constituent un pilier essentiel du projet océanique européen. Ils sont très importants pour les acteurs économiques européens. Les petites et moyennes entreprises, en particulier, y ont recours pour construire des services à valeur ajoutée comme le suivi des marées noires ou la planification du déploiement des installations d'énergie houleuse.

Mercator Ocean International jouera un rôle essentiel dans le lancement, récemment annoncé, d'un projet européen de jumeau numérique de l'Océan. Les jumeaux numériques sont les représentations virtuelles d'un objet ou d'un système utilisant la simulation pour aider à la prise de décision. Ils peuvent simuler un produit manufacturé afin de déterminer quand celui-ci tombera en panne ou un corps humain pour voir comment il réagira à un traitement médical. En l'espèce, le jumeau numérique peut simuler le comportement passé, présent et futur de l'Océan. Il s'inscrit dans le cadre de l'engagement plus

Mercator Ocean International (MOI) has, for many years, been a centre of excellence in oceanography. It has gathered together a group of European bodies with experience in measuring and modelling the oceanographic characteristics of the global ocean as well as the different regional seas that surround the European continent. Mercator's proven organisational as well as technical expertise led the Commission entrust them to deliver the Copernicus marine service¹. This unique service delivers digital maps based on satellite image analysis, for instance sea surface temperature, as well as results of ocean circulation models that provide the oceanic equivalent of weather forecasts. These accessible free of charge products provide an essential underpinning of the European ocean enterprise. These are very important for European businesses, mostly small and medium enterprises, who can rely on them to build the added-value services they provide to customers, for instance tracking oil spills or planning the deployment of wave energy installations. MOI will play an essential role in the recently announced launch of a European Digital Twin Ocean. Digital twins are virtual representations of an object or system that use simulation to help decision-making. They can be used to simulate a manufactured product to determine when it will fail or a human body to see how it will react to medical treatment. In our case, it can simulate the past, present and future behaviour of the Ocean. As such, it is part of our broader commitment under our European Green Deal² to predict and manage environmental disasters through a very high precision digital model of the Earth. This will be particularly valuable, as we know that due to the climate and biodiversity crises, extreme weather and serious environmental phenomena will be increasing in the next years.

1 - Copernicus est le programme d'observation de la Terre de l'Union européenne. Il offre des services d'information basés sur l'observation par satellite et les données in situ (non spatiales).
Source : <https://www.copernicus.eu>

2 - The European Green Deal aims to make the EU climate neutral by 2050.
Source : <https://www.copernicus.eu>

global de l'Europe à travers le « Pacte vert »² destiné à prévoir et à gérer les catastrophes environnementales grâce à un modèle numérique de la Terre de très haute précision. Cela sera particulièrement utile car nous savons qu'en raison des crises du climat et de la biodiversité, les phénomènes météorologiques extrêmes et les phénomènes environnementaux graves vont se multiplier dans les prochaines années.

UN JUMEAU NUMÉRIQUE EUROPÉEN DE L'OcéAN

Le jumeau numérique européen de l'Océan est la composante océanique de ce modèle global. Les travaux sont déjà bien avancés grâce au *Copernicus Marine Service* et au *Réseau européen d'observation et de données du milieu marin* (EMODnet)³. Il était donc logique que la Commission fonde le jumeau numérique des océans sur ces deux initiatives européennes. La nouvelle mission « Océan », qui s'inscrit dans le cadre du nouveau programme de recherche *Horizon* de l'UE⁴, renforcera la contribution de Copernicus et d'EMODnet à la réalisation des objectifs du jumeau numérique européen de l'Océan. Cela attirera de nouveaux partenaires avec de nouvelles sources de données mais aussi de nouveaux produits, services et outils. La communauté des océanographes et des ingénieurs de l'UE pourra ainsi collaborer pour améliorer notre capacité à atteindre les objectifs du « Pacte vert » européen en matière de décarbonation, de biodiversité et de pollution. Il permettra d'évaluer les effets des différents plans d'action proposés pour atteindre ces objectifs et apportera un fondement scientifique aux autorités chargées de les planifier et de les mettre en œuvre.

Les données permettant de calibrer et de valider les simulations du jumeau numérique de l'Océan sont recueillies par des centaines d'instituts à des fins très diverses : mesurer la profondeur de l'Océan à l'aide de sondeurs afin de garantir la sécurité des navires, suivre la taille et l'âge des poissons pour évaluer la santé des stocks, relever des échantillons des eaux côtières pour vérifier si les normes relatives aux eaux de baignade sont respectées, déployer des bouées plongeantes au milieu de l'Océan pour identifier les changements de circulation ou suivre l'élévation du niveau de la mer pour garantir l'adéquation des défenses côtières. Des consultations avec les autorités publiques, les entreprises privées, les chercheurs et la société civile ont permis d'identifier les possibilités d'accroître l'efficacité et l'efficience de ces observations. Nous allons également bientôt proposer une initiative législative sur l'observation des océans afin de disposer d'une approche européenne commune en faveur d'une mesure unique de données à vocation multiple. ■

2 - Le « Pacte vert » ou « Green deal » européen a pour objectif de permettre à l'Union européenne d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050.

3 - Partenariat regroupant plus d'une centaine d'organisations fournissant des données fiables, selon des normes communes, sur l'Océan, les fonds marins et la vie marine, recueillies à partir de plateformes situées sur ou dans l'eau.

4 - *Horizon Europe* est le programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation pour la période 2021 - 2027.

« Mercator Ocean International jouera un rôle essentiel dans le lancement d'un projet européen de jumeau numérique de l'Océan. »

"Mercator Ocean International will play an essential role in the launch of a European Digital Twin Ocean."

Virginijus Sinkevičius

A EUROPEAN DIGITAL TWIN OCEAN

The European Digital Twin Ocean is its the oceanic component. Work is already well advanced, thanks to the *Copernicus Marine Service* and the *European Marine Observation and Data Network* (EMODnet)³. It therefore made sense for the Commission to build the Digital Twin Ocean on these two EU undertakings. The new Mission Ocean, within the EU's new Horizon Research programme⁴ will solidify the contribution of Copernicus and EMODnet to the aims of the European Digital Twin Ocean and bring in new partners with new sources of data, new products, new services and new tools. This will enable the community of EU ocean scientists and engineers to collaborate on improving our ability to achieve the European Green Deal goals on decarbonisation, biodiversity and pollution. It will enable an assessment of the consequences of alternative proposed courses of action to reach these goals and therefore bring a scientific underpinning to authorities who need to plan and implement them. The data to calibrate and validate the simulations of Digital Twin Ocean are gathered by hundreds of institutes for different purposes – measuring the depth of the Ocean with echosounders to ensure that ships can travel safely, monitoring the length and age of fish to assess the health of fish stocks, sampling contamination in coastal waters to see whether bathing water standards are being met, deploying sinking buoys in mid-ocean to identify changes in circulation or monitoring sea-level rise to ensure the adequacy of coastal defences. Consultations with public authorities, private business, researchers and civil society have identified opportunities for increasing the effectiveness and efficiency of these observations. And we will soon propose legislative initiative on ocean observation so that we can have a common EU approach for measuring once and using this type of data for many purposes. ■

3 - A stable partnership of over a hundred organisations delivering reliable data with common agreed standards on the Ocean, seabed and marine life collected from platforms on or in the water.

4 - *Horizon Europe* is the European Union's framework program for research and innovation for the period from 2021 to 2027.



Des jumeaux numériques pour mieux observer les océans depuis l'espace

Digital twins to better observe the oceans from space

Par / By **Thierry Breton**, Commissaire européen en charge de l'espace / European Commissioner for Space

La guerre en Ukraine occupe légitimement nos esprits et notre action¹. Nous devons pour autant réussir à faire face en parallèle aux autres grands défis de notre temps. Entre tous, l'impact du changement climatique sur les écosystèmes océaniques n'est pas le moindre, en ce qu'il menace gravement de nombreux pays, dépendants de la pêche ou exposés à la montée des eaux. En parallèle, les technologies numériques révolutionnent notre façon d'observer et d'analyser la Terre comme système. Le spatial génère une quantité toujours plus importante de données ce qui peut conduire à une compréhension beaucoup plus fine de notre planète, menant finalement à d'importantes

The war in Ukraine rightly occupies our minds and our actions¹. However, we must also manage to deal with the other major challenges of our time. Among all, the impact of climate change on ocean ecosystems is not the least, which poses a serious threat to many countries that are dependent on fishing or exposed to rising seas.

In parallel, digital technologies are revolutionising the way we observe and analyse the earth as a system. Space is generating an ever-increasing amount of data that can lead to a much finer understanding of our planet, ultimately leading to important innovations.

«Mercator Ocean International joue depuis les années 1990 un rôle déterminant dans le développement de la science océanique européenne et mondiale.»

"Mercator Ocean International has played a key role in the development of European and global ocean science since the 1990s."

Thierry Breton

innovations. Dès 2000, l'Union européenne a pris en compte ces objectifs primordiaux en mettant en œuvre le programme Copernicus, une constellation unique de satellites (Ndrl, *Sentinelles*) qui produisent des images en haute résolution de la Terre. Copernicus a permis de fournir les tous premiers services environnementaux libres et gratuits, portant notamment sur les océans. Face à l'ampleur des défis nous devons cependant faire preuve d'une ambition renouvelée d'intelligence de notre environnement. Pour cela, j'ai lancé au sein de la Commission deux actions clés. La première est *DestinationEarth*: il s'agit de disposer d'une plateforme numérique de services avec les données Copernicus, des capacités de modélisation, de l'intelligence artificielle et de la puissance de calcul. Elle va nous permettre de construire des «jumeaux numériques» des

As early as 2000, the European Union took these overarching objectives into account by implementing the Copernicus programme, a unique constellation of satellites (Editor's note, *Sentinelles*) that produce high-resolution images of the earth. Copernicus made it possible to provide the very first open and free environmental services, including on the oceans. Faced with the scale of the challenges, however, we must demonstrate a renewed ambition to understand our environment. To this end, I have launched two key actions within the Commission. The first one is *DestinationEarth*: this is a digital service platform with Copernicus data, modelling capabilities, artificial intelligence and computing power. It will enable us to build 'digital twins' of the earth's components in order to be able to test scenarios of change on a territorial

1 - Cet article a été finalisé le 16 mars 2022, 21 jours après le début de la guerre en Ukraine.

1 - This article was finalized on March 16, 2022, 21 days after the beginning of the war in Ukraine.

composants de la Terre pour pouvoir tester des scénarios de changement à l'échelle des territoires. La seconde action est la transformation de Copernicus d'ici 2035 : nous allons renouveler les *Sentinelles* pour disposer de plus de capacités d'observation avec de nouvelles missions notamment sur l'arctique, s'appuyant sur la gravimétrie quantique et l'apport de l'industrie du New Space². Elle permettra d'enrichir l'information nourrissant nos modélisations.

UN APPOINT MAJEUR À LA « COMMUNAUTÉ BLEUE »

Comment protéger nos côtes et nos villes, construire des défenses, en connaissant mieux l'élévation de la mer localement ? Où implanter les éoliennes sans mettre en danger la biodiversité marine ? Voilà ce que peut nous permettre un jumeau numérique. Un tel projet serait aussi impossible sans Mercator Ocean International, qui joue depuis les années 1990 un rôle déterminant dans le développement de la science océanique européenne et mondiale. Avec ses partenaires, Mercator Ocean International a réussi à transformer la science en services opérationnels en organisant un réseau européen de centres de surveillance et de prévision océanique globale et régionale.

À la demande des Nations unies reconnaissant cette excellence, Mercator Ocean International devrait pouvoir accueillir dans quelques semaines le centre de collaboration international sur la prévision océanique dans le cadre de la Décennie pour les sciences océaniques. Au nom de la Commission je soutiens également sa volonté de changer de statut pour mieux servir les intérêts publics européens.

Grâce à l'observation spatiale, à *DestinationEarth*, à la mission européenne «Océan», à une étroite collaboration au sein de la Commission sur les enjeux de la mer, et au savoir-faire de Mercator Ocean International, le jumeau numérique des océans doit être la prochaine avancée majeure que l'Europe peut apporter à la «communauté bleue».

Dans la continuité de ce que nous avons fait depuis deux décennies, nous avancerons en établissant des liens étroits avec les parties prenantes du monde marin. Et je compte sur l'expérience de Mercator Ocean International pour faire de cette grande ambition une réalité d'ici 2025.



Vue de l'Europe du Nord depuis le satellite Copernicus Sentinel-3B.

View of Northern Europe from the Copernicus Sentinel-3B satellite.

scale. The second action is the transformation of Copernicus until 2035: we will renew the *Sentinelles* to have more observation capacity with new missions, particularly in the Arctic, based on quantum gravimetry and the contribution of the New Space industry². It will enrich the information that feeds our modelling.

A MAJOR CONTRIBUTION TO THE "BLUE COMMUNITY"

How can we protect our coasts and cities, build defences, with a better knowledge of the local sea level? Where to locate wind turbines without endangering marine biodiversity? These are the questions a digital twin can provide answers to. Such a project would also be impossible without Mercator Ocean International, which has played a key role in the development of European and global ocean science since the 1990s. Together with its partners, Mercator Ocean International has succeeded in turning science into operational services by organising a European network of global and regional ocean monitoring and forecasting centres.

At the request of the United Nations, recognising this excellence, Mercator should be able to host in a few weeks the International Collaborating Centre on Ocean Forecasting as part of the Decade of Ocean Sciences. On behalf of the Commission, I also support its willingness to change its status to better serve European public interests.

Thanks to space observation, *DestinationEarth*, the European Ocean mission, close collaboration within the Commission on marine issues, and Mercator Ocean International's know-how, the digital twin of the oceans should be the next major step forward that Europe can bring to the "blue community." In the continuity of what we have been doing for the last two decades, we will move forward by establishing close links with the stakeholders of the marine world. And I am counting on Mercator Ocean International's experience to make this great ambition a reality by 2025.

2 - Le New Space est cette nouvelle "économie" de l'espace qui a vu ce milieu, jusqu'à présent réservé à des acteurs et à des financements publics, investi par des acteurs privés désireux de l'ouvrir au plus grand nombre.

2 - The New Space is this new "economy" of space that has seen this environment, formerly restricted to public actors and funding, now invested by private actors wishing to open it to as many people as possible.



Mieux connaître l'Océan impose le projet d'un jumeau numérique

Improving knowledge of the Ocean imposes the project of a digital twin

Par / By **Pascal Lamy**, Vice-président d'Europe Jacques Delors, Président de la Mission européenne Starfish / Vice President of Europe Jacques Delors, President of the European Starfish Mission

& **Geneviève Pons**, Directrice Générale et Vice-présidente d'Europe Jacques Delors, membre de la Mission européenne Starfish / Director General and Vice President of Europe Jacques Delors, member of the European Starfish Mission

En 1869, Jules Verne imaginait un sous-marin, le Nautilus, capable de plonger «vingt mille lieues sous les mers» pour découvrir ces milieux fascinants que constituent les grandes profondeurs. Plus de 150 ans plus tard, et pour accélérer les progrès scientifiques et techniques, il est temps de mettre à profit les potentialités du numérique pour explorer les milieux marins afin de les régénérer.

La santé de l'Océan, et plus généralement de tout le système aquatique, est sévèrement menacée par les activités humaines, que ce soit le changement climatique, la pollution, l'urbanisation, ou encore la

surpêche. A la lumière de ce constat, la Mission européenne «Restaurer l'Océan» (Starfish 2030) a fait des propositions ambitieuses pour atteindre cinq objectifs : la restauration des écosystèmes marins et aquatiques, l'élimination de la pollution, la décarbonation de l'économie bleue, la refonte de la gouvernance et l'amélioration de la connaissance de l'Océan.

In 1869, Jules Verne imagined the Nautilus, a submarine capable of diving "20,000 leagues under the sea" to discover the fascinating environments of the deep. More than 150 years later, in an effort to accelerate scientific and technical progress, it is time to take advantage of the potential of digital technology to explore marine environments and regenerate them.

The state of health of the Ocean, and more generally of the entire aquatic system, is severely threatened by human activities, ranging from climate change and pollution to urbanization and overfishing. In

this context, the European Mission "Restore the Ocean" (Starfish 2030) has made ambitious proposals to achieve five goals: regenerating of marine and aquatic ecosystems, eliminating pollution, decarbonizing the blue economy, revamping governance, and improving knowledge of the Ocean.

Pascal Lamy & Geneviève Pons

UNE RÉPLIQUE NUMÉRIQUE DE L'OcéAN

C'est dans le cadre de ce dernier volet que s'est imposé le projet d'un jumeau numérique de l'Océan. Il s'agit d'une idée ambitieuse : construire une réplique numérique de l'Océan sous toutes ses dimensions à l'aide de l'intelligence artificielle et d'une combinaison de modèles. Ce jumeau numérique visera à décrire et à simuler les principales fonctions et propriétés du système aquatique et océanique, nous permettant de comprendre ce que nous aurions autrement mis des décennies à découvrir. Dans un premier temps européen, et ensuite de portée mondiale, il permettra l'évaluation de différents scénarios et facilitera ainsi une prise de décision éclairée par la science. Ce «Nautilus virtuel», dont Mercator Ocean International a contribué à poser les premières pierres en tant qu'opérateur du service marin de Copernicus¹, requerra un important travail interdisciplinaire à l'échelle européenne et des États membres, à commencer par le recueil d'une masse nouvelle d'observations spatiales et marines. Le monde de la recherche et de la science et celui de la politique maritime et de la protection de l'environnement, devront coopérer étroitement pour que les premiers servent au mieux les seconds.

UN JUMEAU EUROPÉEN RELIÉ AU MONDE

L'océan ne connaît pas de frontières. Construire un jumeau numérique de l'Océan européen n'a de sens que si on le relie au reste du monde, pour faire en sorte qu'il soit à la hauteur de nos investissements et de nos attentes en termes de connaissance. Dans cette perspective, nous devons d'ores et déjà prévoir l'interaction et l'interopérabilité de notre jumeau avec d'autres.

Vladimir Ryabinin, Secrétaire exécutif de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO en charge de la Décennie des Nations Unies pour la science océanographique au service du développement durable (2021-2030), s'est engagé en ce sens. Nous devons aussi réfléchir dès maintenant à la priorisation des sujets de recherche en prenant en compte les principales menaces et les attentes citoyennes. La question du partage des découvertes et des résultats avec les pays en développement se posera également. Le jumeau numérique de l'Océan n'est plus un rêve. La Présidente de la Commission Ursula von der Leyen a annoncé, à l'occasion du sommet One Ocean de Brest², qu'il serait opérationnel d'ici 2024. La science est à portée de main, il ne tient qu'aux responsables politiques de faire en sorte que la réalité soit à la hauteur de nos attentes. ■

A DIGITAL COPY OF THE OCEAN

The project of a digital twin of the Ocean was initiated in the context of this last goal. An ambitious idea: building a digital copy of the Ocean in all its dimensions with the help of artificial intelligence and a combination of models. This digital twin of the Ocean will aim at describing and simulating the main functions and properties of the aquatic and oceanic system, allowing us to understand what would otherwise have taken decades to discover. Initially designed on a European base, and eventually on a worldwide level, it will make it possible to assess different scenarios and thus facilitate science-informed decision making.

This "virtual Nautilus", for which Mercator Ocean International played a role in laying the foundations as operator of the Copernicus marine service¹, will require significant interdisciplinary work at the European level as well as at the level of the Member States, starting with the acquisition of a new quantity of space and marine observations. The research and science community and that of maritime policies and environmental protection, will have to cooperate closely to make sure that the former provides the latter with the most reliable information.

A EUROPEAN TWIN CONNECTED TO THE WORLD

The Ocean has no borders. Creating a European digital twin of the Ocean only makes sense if it is connected to the rest of the world, to make sure that it meets our investments and expectations in terms of knowledge. In this perspective, we must already plan the interaction and interoperability of our twin with others.

Vladimir Ryabinin, Executive Secretary of the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO in charge of the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030), has committed in this sense. In addition, we need to think now about prioritizing research topics by taking into account the main threats as well as the expectations of the public. The issue of sharing discoveries and results with developing countries will also have to be addressed. The digital twin of the Ocean is no longer a dream. The President of the European Commission, Ursula von der Leyen, announced at the One Ocean Summit in Brest² that it will be operational by 2024. Science is within reach, it is up to the political leaders to do their part to ensure that reality meets our expectations. ■

1 - Copernicus est le programme d'observation de la Terre de l'Union européenne. Il offre des services d'information basés sur l'observation par satellite et les données *in situ* (non spatiales).
Source : <https://www.copernicus.eu>

2 - Le One Ocean Summit, entièrement dédié à l'Océan, s'est tenu à Brest, à l'initiative de la France, du 9 au 11 février dernier.

1 - Copernicus is the European Union's Earth observation programme. It provides information services based on satellite observation and *in situ* (non-space) data.
Source : <https://www.copernicus.eu>

2 - The One Ocean Summit, entirely dedicated to the Ocean took place in Brest, at the initiative of France, from 9 to 11 February 2022.