

La prévision océanique par Mercator ou l'intérêt de l'océanographie opérationnelle

Sophie Besnard

Ingénieur développement Collecte Localisation Satellites (CLS)

L'océan, immensité bleue aux multiples facettes. Apaisant lorsqu'il est clair et paisible, angoissant quand tout devient gris et agité. Immuable et versatile, il retient ses mystères. La fascination qu'il fait naître en son endroit ne peut être ignorée, quel homme n'a jamais rêvé dompter cet univers ?

L'océan c'est 70 % de la surface du globe et 96 % de l'eau disponible. 50 % de la population mondiale vit à moins de 100 kilomètres des côtes. C'est un réservoir d'énergie énorme. L'océan interagit avec l'atmosphère et régule notre climat, il emmagasine et redistribue autant de chaleur que l'atmosphère. L'océan ne peut être inexploré.

Poséidon peut toujours entrer dans une colère noire et déchaîner les éléments, aujourd'hui on peut prévoir l'état futur de l'océan grâce à l'océanographie opérationnelle, comme la météorologie prévoit l'état futur de l'atmosphère.

C'est le groupe d'intérêt public (GIP) Mercator-Océan, situé à Toulouse, qui prévoit l'océan de demain.

L'histoire

Au commencement, Mercator était un projet qui devait permettre d'utiliser conjointement les données collectées par télédétection satellitaire et *in situ* en les assimilant dans des modèles numériques afin de décrire en temps réel et de prévoir l'océan dans ses quatre dimensions. C'est donc à l'initiative de Michel Lefebvre (alors responsable scientifique de la mission Topex/Poséidon au Centre national d'études spatiales (CNES)) et de Jean-François Minster (alors directeur du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiale (LEGOS)) qu'est lancé le projet Mercator en juin 1995 sous la tutelle des six organismes suivants : le CNES, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (IRD), Météo France, le Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM).

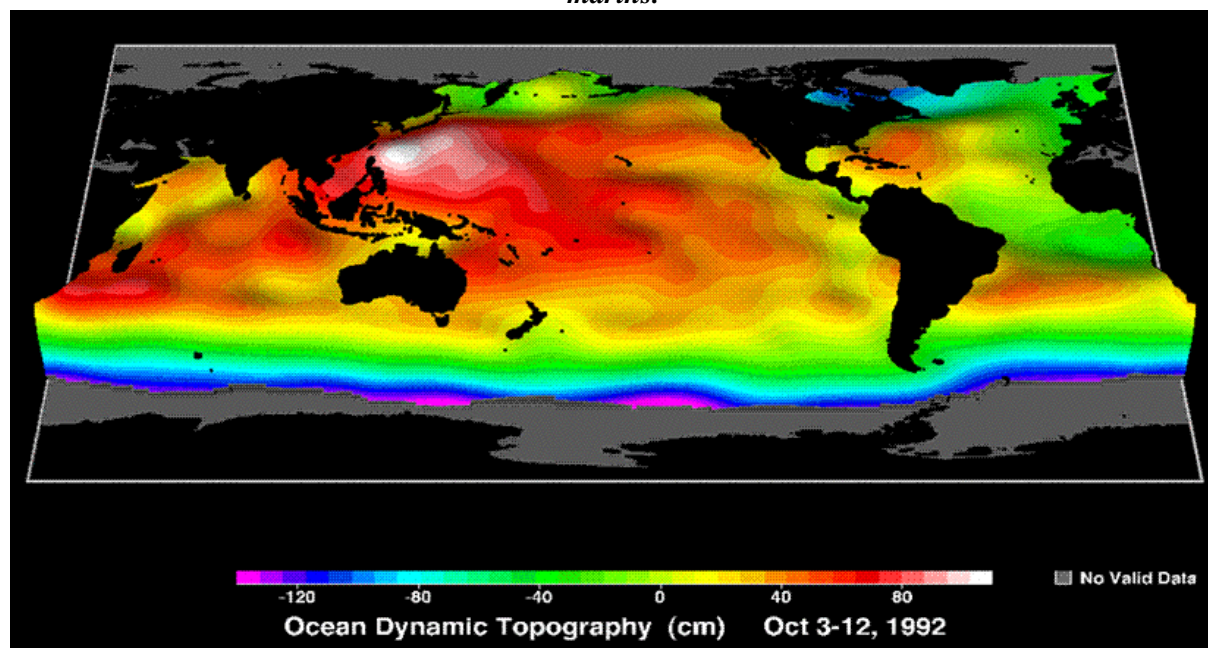
Mercator vient de fêter ses dix ans et son histoire est déjà jalonnée d'étapes fortes et mêlée à des succès d'envergure mondiale.

En 1997, deux ans après le lancement du projet, l'expérience internationale GODAE (*Global Ocean Data Assimilation Experiment*) voit le jour. Son but est d'initier une première expérience d'océanographie opérationnelle en harmonisant les systèmes d'observations par satellites et *in situ* et les modèles de prévisions existant afin d'organiser un cadre structuré

international pour l'étude de l'océan.

La révolution vient du ciel avec le satellite Topex/Poséidon, projet commun du CNES et de la NASA (*National And Space Administration*), mis en orbite en 1992, qui annonce le début de l'ère satellitaire dédiée à l'océan. En 1997, l'océanographie va faire des bonds énormes grâce à la mise en place du traitement des données altimétriques via le projet DUACS (*Developing Use of Altimetry for Climate Studies*) car c'est la première fois que l'on peut observer l'océan dans sa globalité en temps réel.

La mission de Topex/Poseidon était de mesurer la hauteur des océans, soit sa topographie dynamique, car en première approximation les bosses et les creux (à ne pas confondre avec la houle et les vagues) que l'on observe à la surface de l'océan sont proportionnels à la vitesse des courants marins.



Et puis, dans l'intérêt général de tous, se développent également des programmes mondiaux d'observations *in situ*, comme Argo, qui permettent de mutualiser les efforts et les financements. Les deux types d'observations par satellites et *in situ* sont nécessaires. Car les satellites ne voient que la surface de l'océan, l'océan horizontal, alors que les bouées sur lesquelles sont embarqués des appareils de mesures *in situ* peuvent plonger jusqu'à 2 000 m de fond observant ainsi l'océan vertical. Tous les moyens sont bons pour récupérer de la donnée *in situ*, bateaux, bouées, plateforme pétrolière... Ainsi de nombreux navires marchands et scientifiques participent à des programmes océanographiques et disposent à leur bord d'appareils de mesures divers qu'ils doivent actionner pendant leurs traversées.

En 1999, Mercator va alors pouvoir se lancer dans ce qui va être le cœur de son activité, mettre en place un modèle d'océan capable d'intégrer les observations en temps réel afin de prévoir l'état futur de l'océan. Trois prototypes vont successivement être testés et intégrés à la chaîne opérationnelle. Le premier prototype couvre la moitié nord de l'Atlantique avec une résolution au $1/3^\circ$. Puis Mercator s'attaque à la haute résolution avec le second prototype au $1/15^\circ$ qui couvre également une partie de l'Atlantique Nord et la Méditerranée. Enfin le troisième prototype est en cours de développement avec une couverture globale au $1/4^\circ$ qui pour l'instant fonctionne avec une couverture de 2° . Le passage du premier au troisième prototype s'accompagne d'une multiplication par trente des capacités numériques du système Mercator.

C'est là que se trouve le vrai défi scientifique et technologique de Mercator, réussir à

rendre des systèmes sans cesse plus performants sur des zones de plus en plus étendues, ce qui lui confère le statut privilégié d'organisme innovateur faisant le lien entre la recherche scientifique et le monde économique.

Un des premiers succès du projet Mercator voit le jour en janvier 2001 lors de la publication du premier bulletin océanique qui décrit toutes les semaines l'état futur de l'océan. La chaîne de production de Mercator est alors opérationnelle. Mercator prévoit l'état de l'océan pour les quinze jours à venir. L'objectif premier du projet est atteint.

En avril 2002, le projet devient un GIP, dont les institutions de tutelle sont les mêmes six organismes qui ont lancé le projet, avec pour objectif de développer la capacité à prévoir l'océan global.

Autour du GIP et de l'équipe projet gravitent, un conseil scientifique dont le rôle est d'éclairer l'équipe sur les voies et choix futurs, un comité technique pour tout ce qui a trait aux équipements technologiques, le groupe mission qui est constitué d'équipes de chercheurs rattachés aux laboratoires de recherche fondamentale en océanographie de renom, le tout étant orchestré par une assemblée générale et un conseil d'administration.

Les applications

Venons-en à l'utilité de l'océanographie opérationnelle.

Si cette science vous apparaît, dans un premier temps, quelque peu dénuée d'intérêt car trop éloignée de vos besoins, sachez que la météorologie a réellement connu son essor quand l'aviation a vu le jour et depuis la création de l'organisation mondiale de la météo en 1951. Aujourd'hui qui ne consulte pas la météo pour aller en week-end à la campagne, pour ses vacances au ski ou à la mer, ou même pour faire son *jogging*. Que ce soit pour l'agriculture, pour des questions de sécurité, de transport et de logistique, que ce soit des événements pour le grand public en tout genre ou pour l'industrie des loisirs beaucoup de contrats et d'activités reposent désormais sur la « condition météo ».

L'océanographie opérationnelle est toute jeune – et comme toute innovation technologique, il faut un certain temps avant qu'elle ne devienne incontournable - mais elle offre déjà d'immenses possibilités d'améliorer encore notre compréhension du fonctionnement de notre Terre, grâce, entre autres, à la capacité de prévoir l'état de l'océan en temps réel.

La recherche

L'océanographie opérationnelle est au croisement de plusieurs domaines scientifiques. Que ce soit la compréhension de la dynamique physique de l'océan, ou la recherche halieutique et l'étude de la faune et la flore biologique, que ce soit la climatologie et la prévision météorologique saisonnière, l'océan joue un rôle clef et fondamental dans toutes ces filières.

Si à l'origine l'océanographie opérationnelle découle de la recherche en océanographie physique, aujourd'hui, l'heure est à l'échange entre les deux mondes avec l'intérêt que la prévision océanique véhicule dans la compréhension de la dynamique de l'océan.

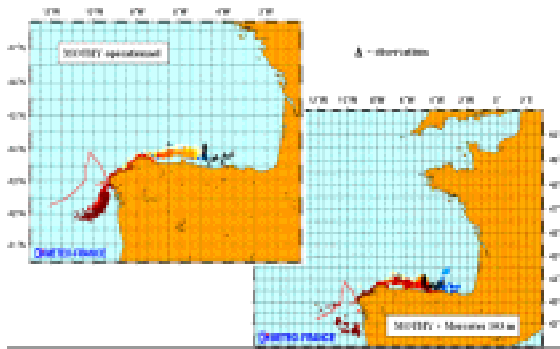
La biologie marine et la recherche halieutique ont considérablement progressé ces dernières années car les informations fournies par le modèle de prévision permettent de prévoir indirectement les mouvements des espèces et ainsi de mieux les étudier. L'avenir doit permettre de coupler des modèles physiques d'océan et des modèles biogéochimiques car les mouvements des masses d'eau ont une influence certaine sur les écosystèmes marins.

Prestige et marée noire

Lors du naufrage du Prestige, Mothy, le modèle de dérive de marée noire de Météo France a tenté de prévoir l'arrivée du pétrole sur les côtes afin d'aider les autorités à agir en temps et en heure. Précurseur dans le domaine, il s'agissait de l'un des premiers exercices en temps réel pour ce modèle qui utilise des données de courants sommaires. Depuis Mercator et Météo France travaillent ensemble pour essayer d'intégrer les courants Mercator dans Mothy.



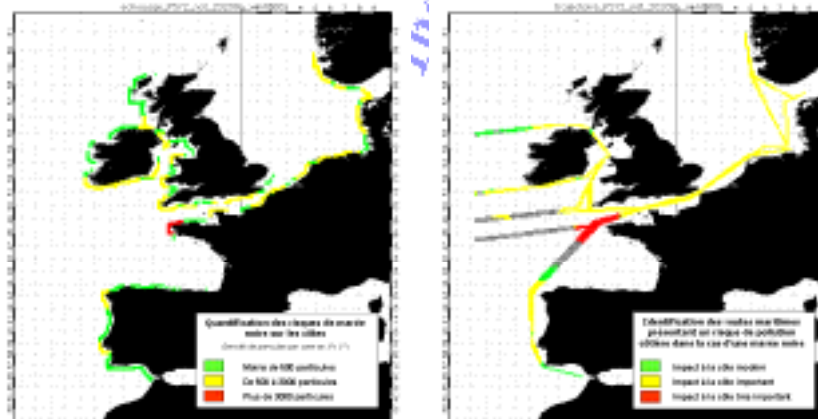
Source : BSAM/Douanes françaises



Source : Météo-France

Dans le cadre du GMES, projet conjoint de la Communauté Européenne et de l'ESA, il y a une volonté de mettre en place des indicateurs synthétiques à destination des décideurs politiques et des agences de l'environnement, afin de prévenir des risques environnementaux. Ces indicateurs doivent pouvoir aider à la prise de décision pour des actions de prévention et de gestion des risques. C'est dans ce contexte que le GIP Mercator-Océan tente de mettre en place des indicateurs permettant de simplifier des informations relatives à l'océan fournies par la chaîne opérationnelle de prévision et dédiés à des utilisateurs spécifiques.

Voici, ci-dessous, deux exemples d'indicateurs relatifs aux pollutions maritimes et développés à Mercator. Le premier type d'indicateur permet de localiser les littoraux les plus exposés aux pollutions maritimes dans l'hypothèse où leur genèse a lieu sur les routes maritimes. On peut penser l'utiliser pour mieux équiper les départements les plus exposés aux risques de marées noires. Le deuxième type d'indicateur définit les tronçons de routes maritimes qui présentent un risque important de pollution à la côte. On pourrait imaginer s'en servir pour légiférer la circulation maritime suivant les zones de dangerosité.



Prévoir, c'est permettre aux hommes de mieux se préparer à des situations futures. Il y a toujours une question de sécurité liée à la prévision, ainsi qu'une envie irrépessible de savoir ce qui va se passer plus tard. L'environnement et la sécurité sont donc, à l'heure

actuelle, au centre de nombreux débats nationaux ou mondiaux. Quelle va être l'ampleur du réchauffement climatique ? Peut-on prévoir les tsunamis, les tempêtes, les inondations ? Le niveau des océans va-t-il monter ? Quelles perturbations les écosystèmes vont-ils subir ?... Ou bien encore, comment éviter le terrorisme maritime et la piraterie ? Peut-on prévoir les marées noires ? Peut-on minimiser les pertes de bateaux et d'équipages ? Comment améliorer le routage des navires ?...

Ainsi, une des premières applications de l'océanographie opérationnelle est liée au climat et la prévision saisonnière. Prévoir l'évolution du climat quand on ne modélise pas ou mal l'influence de l'océan sur l'atmosphère est une tâche ardue surtout quand les moyens numériques – qui progressent constamment – sont limités. L'idée de faire des modèles d'océan est aussi de pouvoir les coupler avec des modèles d'atmosphère afin d'améliorer les recherches en climatologie et d'essayer de prévoir l'évolution du climat et par voie de conséquence le réchauffement climatique.

Parallèlement à cela, un certain nombre d'applications diverses ont déjà vu le jour. Grâce à la connaissance de l'état futur de l'océan, on peut mieux gérer la surveillance et la sécurité maritimes en fonction de l'état de mer. On peut également faire de la prévision de risques environnementaux, en simulant par exemple l'évolution de marées noires ou l'arrivée d'algues toxiques. On prévoit mieux les risques climatiques comme les inondations, les tempêtes... qui peuvent aussi être liés à des phénomènes comme El Niño.

Et puis avec l'avènement des modèles côtiers à très haute résolution, on intéresse directement les activités côtières qu'elles soient d'ordre touristique ou d'aménagement du littoral.

La Marine développe aussi ses produits océaniques qui s'appuient sur les prévisions de Mercator comme SACSO (système d'analyse du comportement de structures océaniques) qui permet de faire de la détection de tourbillons et de fronts marins qui sont perturbateurs dans la propagation des ondes sonores.

Les applications marchandes

Un autre domaine d'application important concerne la pêche et l'aquaculture. En effet, par la connaissance des caractéristiques des masses d'eau (température, salinité, présence ou non de plancton...), on est à même de mieux prévoir les sites riches en vie marine, informations dont les pêcheurs et aquaculteurs sont demandeurs ce qui doit permettre d'optimiser leur travail sans bien sûr épuiser les ressources de l'océan.

L'industrie *offshore* est aussi cliente des informations océaniques, comme toute industrie qui aurait des travaux marins à effectuer, telle que les entreprises de télécommunications ou d'électricité. La connaissance des périodes d'accalmie des courants marins est une information précieuse lorsqu'il faut agir en mer.

Le routage de navire et la navigation sportive voient aussi leurs intérêts à mieux utiliser les courants marins. En effet, la connaissance des courants futurs permet d'optimiser la route du bateau en termes d'efficacité d'avancement, d'économie d'énergie, de sollicitation de la coque du navire et même de fatigue d'équipage.

Ainsi, dans la course au large, Mercator est partenaire de plusieurs skippeurs et marins en tout genre comme Joé Seeten (Arcelor Dunkerque) et Maud Fontenoy (traversée du Pacifique à la rame).

Même l'industrie spatiale qui sert pourtant l'océanographie a besoin d'elle aujourd'hui pour calibrer certains capteurs embarqués sur les satellites.

Le grand public

Enfin, l'océanographie opérationnelle permet également de faire le lien entre la science et le grand public, en apportant des connaissances générales sur le fonctionnement de l'océan, qu'elles soient académiques : la circulation thermohaline, le Gulf Stream, El Niño... ou purement informatives, prévisions de la température de surface sur votre prochain lieu de vacances... Aujourd'hui, plus que jamais, il est important de faire prendre conscience des problèmes environnementaux et d'éduquer les jeunes générations aux causes et conséquences humaines de l'évolution de la planète pour lequel l'océan joue un rôle primordial. Ainsi des projets éducatifs sont mis en place chaque année autour de l'océan.

Rejoindre les Mercatoriens

Les interactions avec les utilisateurs des données océaniques se font essentiellement via le site Web et sous plusieurs formes. Les produits peuvent être livrés bruts ou avec de la valeur ajoutée suivant l'utilisateur et la collaboration qui le lie à Mercator. Des produits plus spécifiques sont également créés lors d'événements particuliers afin de faire aussi évoluer les produits et de mieux préciser les besoins des différents types d'utilisateurs. Tous les produits sont décrits dans les guides d'utilisation consultables en ligne.

Le GIP Mercator-Océan publie ainsi ses bulletins de prévisions sous forme de cartes et de produits numériques (plus de 800 cartes par semaine). Ces produits contiennent des prévisions en quatre dimensions de l'état futur de l'océan via différentes grandeurs physiques comme la température, la salinité, les vitesses des courants, les anomalies de surface, le cisaillement de vent, les flux de chaleur...

Si vous êtes désireux d'en savoir plus, consultez le site, car il ne s'agit pas que d'une interface pour les utilisateurs, vous apprendrez encore beaucoup de choses sur Mercator et son fonctionnement. D'ailleurs afin de toucher un large public plusieurs types de publications ont lieu régulièrement qui sont également consultables via le site Web. Ainsi, tous les trimestres paraît la « Newsletter scientifique » qui s'adresse à un public d'océanographes spécialisés. Pour les moins initiés, paraît tous les semestres la « Projection Mercator » qui a pour vocation de vulgariser les thématiques océaniques du moment.

Le système de prévision Mercator a quelques concurrents européens et américains, mais leurs moyens de gestion ne sont pas autant structurés et évolués que ceux du GIP Mercator-Océan. De plus, la qualité des produits Mercator et le savoir-faire acquis pendant ces dix dernières années, le positionnent en bonne place pour devenir le Centre d'océanographie opérationnelle à vocation européenne.

Un large éventail d'applications de l'océanographie opérationnelle existe déjà et pourtant ce n'est que le début de l'histoire. L'utilité de l'océanographie opérationnelle grandit chaque jour un peu plus, de nouvelles idées, de nouvelles requêtes, de nouveaux besoins permettent de construire et d'avancer encore plus dans l'aventure. De pionniers, ou plutôt de Robinson Crusoe en puissance, les océanographes de Mercator sont passés au rang d'experts de l'océan. Un jour, vous aurez sans doute recours de manière directe ou indirecte à Mercator, il s'agit là du véritable pari que de mettre à la portée de tous les ressources de l'océan.