



OCÉANEZ-VOUS

La Terre est ton navire, non ta demeure

OCÉANEZ-VOUS

« IL EST DES PORTES SUR LA MER QUE L'ON OUVRE AVEC DES MOTS. »

RAFAEL ALBERTI

SOMMAIRE

- Le mariage de l'océan et de l'espace • 4
- Le testament du Capitaine Nemo • 6



- L'Océan parcouru** • 10
- Les Argonautes sauvés par Minerve • 12
- À moi l'Amérique ! • 13
- Les horloges de Lapérouse • 14
- Voyageur et marin • 16
- Oh concevoir l'espace ! • 17
- Entre mer et ciel • 18
- Issykkul • 20
- À bord du Muttur • 21
- Iceberg, la hantise des mers du sud • 22



- L'Océan vu du ciel** • 24
- Socrate avant sa mort décrit la terre à ses amis • 26
- Le printemps au fond de la mer • 27
- La mer • 28
- L'océan vu par Socrate • 30
- Terre promise, terre nouvelle • 32



- L'Océan déséquilibré** • 34
- Terre • 37
- Le regret de la terre • 38

- Le sanglot universel • 39
- Marche funèbre pour la mort de la terre • 40



- L'Océan mesuré** • 42
- Dérive des continents • 44
- Températures et courants • 45
- Campagne Amandes • 46
- Atypique • 47
- Couplages échangistes • 48
- Les éponges • 48
- Le compas • 49
- Mesures • 49
- Campagne Pandora • 50
- Pente vers la mer • 52
- Mission altimétrie • 53



- L'Océan modélisé** • 54
- La physique • 56
- Le savoir • 58
- L'essence des choses • 58
- Prévoir l'océan • 59
- Controverse • 60



- L'Océan ressenti** • 62
- La mer • 64
- La goutte de pluie • 66

Moesta et Errabunda	• 66
En mer, ce qui nous gouverne	• 67
Envie de dire	• 68
Il me semble...	• 69
Le coquillage	• 70
Le Port	• 70
Mazu, déesse de la mer	• 71
Noces à Tipasa	• 72
Invocation 3	• 73
La nage	• 74
Bathyscaphe	• 75



L'OCÉAN DANS TOUS SES ÉTATS • 76

Tempeste en mer	• 78
Cachalot géant	• 79
Serener la tempeste	• 80
Les vagues	• 81
Tast de mer	• 81
La tempête	• 82
La mer	• 84
Abers	• 84



LE FUTUR DE L'OCÉAN • 86

Postface de Catherine Jeandel avec Michel Lefebvre	• 88
Les 6 fées de l'océanographie	• 92
Glossaire	• 94
Sources	• 95
Remerciements	• 95

(RÊVONS D'OCÉANS

Océanez-Vous vise un double objectif : vous faire rêver avec des mots et des images mais aussi saluer le travail des scientifiques et institutions « veilleurs d'océans ».

Océanez-vous présente une sélection de textes très variés autour de cet océan qui nous est cher et auquel scientifiques et gens de mer qui ont participé à cet ouvrage ont consacré leur vie.

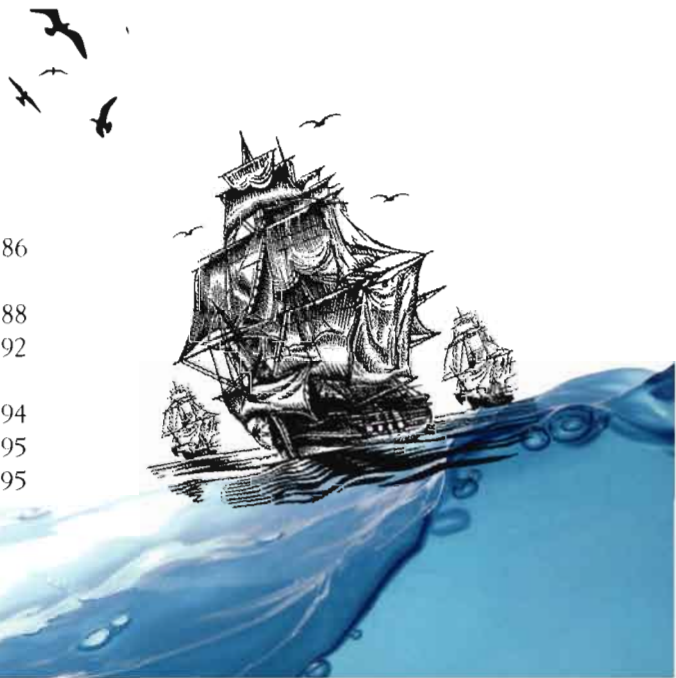
Bien avant cette révolution technologique, nombreux sont les écrivains, poètes, voyageurs, ou coureurs d'océans qui ont pris la mer. Quels que soient l'époque, le pays, le style littéraire, nous partageons avec eux cette passion pour le grand bleu.

Nous avons choisi de mettre l'accent sur la physique. Cela pour plusieurs raisons. Jusqu'il y a peu, l'océan n'avait pas fait l'objet d'une étude scientifique globale. Ce n'est plus le cas depuis l'apparition des mesures spatiales, marquée par le lancement du satellite franco-américain Topex/Poseidon dont nous venons de célébrer en août 2012 le vingtième anniversaire du lancement.

Océanez -vous n'est pas une simple anthologie. Il en existe déjà, et d'excellentes. Notre objectif est de vous proposer un complément littéraire avec des textes qui nous ont accompagnés dans notre quête scientifique de « marin de l'espace ». Leur sélection a aussi tenu compte d'une possible utilisation pédagogique. Enfin, ils se prêtent très bien à des lectures en public.

Notre principal objectif restant de vous faire rêver.

Michel Lefebvre



LE MARIAGE DE L'OcéAN ET DE L'ESPACE

Il y a trois sortes d'hommes aurait dit Aristote : les vivants, les morts et ceux qui vont sur la mer. Qui sont donc ces marins qui, ni vivants ni morts, arrivent à s'extraire des pesanteurs terrestres et, une fois happés par l'océan, hors du temps et de l'espace, sont les seuls peut-être à connaître un sentiment d'éternité ?

Des découvreurs, navigateurs partant à l'aventure sans toujours très bien savoir où ils vont tel Pythéas qui, sachant la Terre ronde et son axe de rotation incliné, part à la recherche du soleil de minuit et du cercle arctique et découvre la marée et la banquise. L'océan est alors un obstacle où le navigateur, angoissé comme Christophe Colomb englué dans la Mer des Sargasses, scrute avidement l'horizon espérant qu'enfin il s'efface devant la Terre où il retrouvera enfin ses repères. Ses seuls repères viennent de l'espace – déjà ! – du soleil, des étoiles qui permettent de connaître la latitude jusqu'au 18^e siècle ou naîtra, grâce au chronomètre de Harrison, la maîtrise du temps... et donc des longitudes.

On prête à Alexandre le Grand d'avoir été le premier plongeur atteignant 10 mètres de profondeur à l'aide d'une cloche à plongée. Pourquoi d'ailleurs chercher à aller voir sous l'eau ? On ne peut y vivre ! En revanche, la vie y est abondante, ressource essentielle pour l'humanité, et dont l'inventaire et le fonctionnement sont encore aujourd'hui largement méconnus... l'eau de mer est aussi un véritable laboratoire chimique qui abrite des réactions complexes déterminant sa capacité à piéger le gaz carbonique de l'atmosphère ou à permettre (ou non) le développement des algues... Explorer les abysses est donc un enjeu de longue date pour les chercheurs, enjeu auquel l'océan ne s'est jamais volontiers prêté. En 1846, dès le début d'un tout premier projet d'océanographie (consacré à l'étude du Gulf Stream) le brick Washington agressé par un cyclone fit naufrage ce qui valut au Gulf Stream le surnom de « roi des tempêtes ». Peu après, la glorieuse expédition du Challenger parcourut les océans pendant 4 ans et fit une moisson d'échantillons énorme pour cette époque à laquelle on ne connaissait rien... mais dérisoire à l'échelle de l'océan. S'ils opèrent seuls, les navires sont petits face à la dimension de la tâche : ils ne peuvent couvrir en une campagne de mesures qu'une infime partie de l'océan.

L'année géophysique internationale 1957/1958 a grandement marqué l'histoire de l'exploration des océans. Pour la première fois les nations océanographiques qui jusqu'alors travaillaient chacune pour elles, vont se liguer et coopérer pour se mettre, en mobilisant de nombreux navires en même temps, à l'échelle de l'Océan. Les dates étaient bien choisies : le phénomène El Niño se manifesta et l'on put alors découvrir que loin d'être un phénomène local limité aux côtes péruviennes la perturbation concernait tout le Pacifique équatorial.

C'est aussi en 1957/1958 que furent lancés les premiers satellites. L'homme découvrit qu'en envoyant ainsi dans l'espace des « yeux artificiels » auxquels il déléguait l'observation de la Terre, il la voyait enfin comme une planète entière. La surface de l'océan allait être obligée de se dévoiler dans sa totalité : méandres,





*Neptune,
dieu des Mers,
des Océans,
et du règne
aquatique dans
la mythologie
romaine. Détail
d'une mosaïque
du III^e siècle
conservée au
Musée de Shahba
(Syrie).
© J.D.Dallet*

tourbillons et autres variations qui déroutaient l'observateur impuissant n'échapperaient pas à cet Argos. Il observe en permanence les variations du niveau de la mer et celles des courants, mesure les vents qui entraînent l'océan, permet de calculer les échanges thermodynamiques entre l'océan et l'atmosphère qui contrôlent le climat. Le satellite permet aussi de déployer dans tout l'océan un réseau opérationnel d'observations et de mesures : ce sont 3500 flotteurs qui sondent ainsi en permanence l'océan de la surface jusqu'à 2000 mètres.

Le navire de recherche a trouvé par le satellite un complément indispensable qui lui apporte une nouvelle dynamique. Les campagnes en mer restent indispensables pour des explorations ciblées sur des questions pointues comme par exemple sur les mécanismes de la turbulence ou de la diffusion, la dispersion des éléments chimiques mais aussi la vie, questions sans cesse renouvelées aux chercheurs. Les satellites aident à définir la stratégie de campagne, à cibler les régions clés, à interpréter des mesures faites jusqu'au plus profond des mers.

Oùranos est devenu le compagnon majeur de Poseidon : il était normal que l'océanographie vînt à Toulouse, sa capitale, faire allégeance au spatial qui maintenant l'alimente... La géographie de la surface de l'océan est aujourd'hui bien connue, les satellites (GPS, Galileo) assurent la navigation. Grâce aux satellites toujours, on mesure et prévoit le niveau de la mer, le vent, les vagues et les courants marins... La surface de la mer est sous surveillance, ses profondeurs auscultées par les navires de recherche.

MICHEL LEFEBVRE ET BRUNO VOITURIEZ

LE TESTAMENT DU CAPITAINE NEMO

Nul mieux que Jules Verne n'a compris que l'océan était mobile à tous les échelles et que toute connaissance passait par l'acquisition d'observations plus denses. Les auteurs ont imaginé de faire parler le capitaine Némé sous forme d'un testament.



Le Capitaine Nemo est un héros planétaire. Ci-contre «Le Retour du capitaine Nemo», film d'Alex March (1980). © Warner-Columbia Page de droite, gravure de Huldibrand (1870) pour «Vingt mille lieues sous les mers». © D.R.

Jules Verne utilisa nombre des idées du Capitaine Nemo et notamment celle de l'Albatros dans Robur le Conquérant. Il n'utilisa pas, en revanche, le mémoire sur l'observation intelligente de l'océan, sans doute le plus audacieux. Peut-être le trouva-t-il irréaliste et dénué de toute perspective ou plus vraisemblablement se rangea-t-il à cette réserve de Nemo lui-même qui, en préambule du mémoire, écrit : «Il ne faut rien prématurer, pas même le progrès. La science ne doit pas devancer les mœurs. Ce sont des évolutions, non des révolutions qu'il convient de faire. En un mot, Il faut n'arriver qu'à son heure». Surprenante prudence sous la plume du Capitaine Nemo que Jules Verne a sans doute fait sienne puisqu'il a reproduit mot pour mot ce préambule dans les adieux de Robur aux citoyens des États-Unis. Voici l'essentiel de ce mémoire.

J'ai navigué des années durant avec le plus rapide des vaisseaux qui se puisse imaginer. J'ai parcouru en tout sens tous les océans, du nord au sud, de l'est à l'ouest et de la surface au fond. J'y ai fait des mesures innombrables que personne n'avait imaginées. Mobilis in Mobili (mobile dans l'élément mobile), telle était ma devise.

Maintenant, seul à bord du Nautilus devenu immobilis in immobili, ayant rassemblé toutes ces observations je m'interroge : que sais-je de l'océan? Je dispose d'infiniment plus de données que n'en avait monsieur Maury pour écrire son ouvrage : The physical geography of the Sea mais que pourrai-je ajouter à sa description? Bien peu de chose. Ceci cependant : l'océan forme un tout que l'on ne peut pas compartimenter et ses propriétés ne cessent de varier.

Le Gulf Stream par exemple que Monsieur Maury compare à une conduite de chauffage central amenant les eaux chaudes du Golfe de Mexique aux côtes de l'Europe : j'y suis passé des centaines de fois j'y ai multiplié les mesures de température et de vitesse en améliorant sans cesse leur précision. Jamais au même point je n'ai trouvé les mêmes valeurs à quelqu'intervalle de temps que ce soit. Puis-je







raisonnablement dire que je connais vraiment le Gulf Stream si je ne suis pas capable au même moment de dire exactement où il s'écoule à quelle vitesse et avec quelle température il quitte le Golfe de Mexique et au même moment entre en mer de Norvège? Même avec mon Nautilus qui, pourtant file cinquante nœuds, pour aller de la Floride à la Norvège il me faut, ou plus exactement hélas il me fallait, sans ralentir un seul instant plus de cinq jours. A l'arrivée le Gulf Stream n'est plus ce qu'il était au départ. Que dire alors de l'ensemble de l'océan si changeant ?

Dans ma solitude ce constat parfois me déprime et j'enrage de ne pouvoir reprendre la mer, de ne pouvoir parcourir à nouveau l'océan en tout sens et d'y multiplier inlassablement les mesures. Mais à quoi bon me dis-je, même si, par je ne sais quel phénomène, le niveau de l'océan venait à monter suffisamment pour me faire retrouver la haute mer jamais, même avec dix, cent, mille Nautilus je ne pourrai embrasser à un moment donné la totalité de l'océan. Mieux vaut réfléchir à un autre système. Ce que je fis.

*Le Voyage
Dans la Lune
de Georges
Méhès qui est
en quelque sorte
l'inventeur des
effets spéciaux
au cinéma.
© D.R.*

Je regardais souvent, en rêvant, le globe terrestre de mon bureau et le faisais tourner lentement. Mers et continents défilaient alors devant mes yeux. Voilà me dis-je le point de vue qu'il faudrait. Sortant à l'extérieur par une nuit de

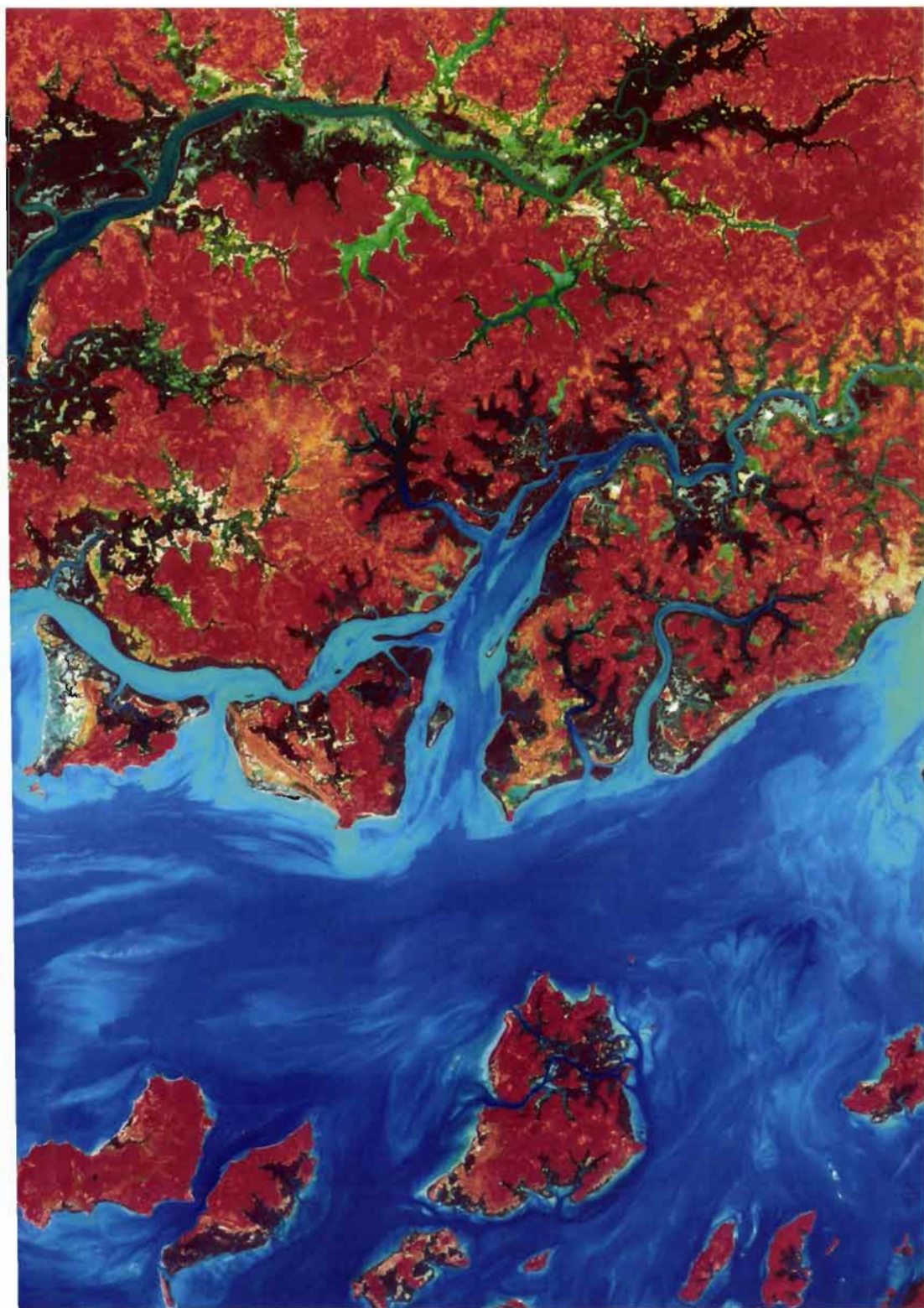


pleine lune je contemplais notre luminaire y découvrant, à travers ma petite lunette, ses monts et cratères, ses zones d'ombre et de lumière. Quelle chance me disais-je ont les astronomes d'avoir ainsi, sous les yeux de leurs puissants télescopes, la totalité de l'astre qu'ils étudient. Et si, pensais-je encore, il y avait un océan sur la lune, n'en discernerais-je pas aussi les mouvements, les marées et les variations? S'il en est ainsi la réciproque doit être vraie également et avec un télescope sur la lune ne pourrais-je pas surveiller tout à mon aise les variations de l'océan

*Page de droite,
image de la côte
Atlantique de la
Guinée-Bissau
(Afrique de
l'ouest) capturée
par le satellite
Landsat 7 en
janvier 2000.
© NASA/USGS
EROS Data
Center*

terrestre ? Je ruminais cette idée mais me souvins que de même que de la terre la lune ne se laisse voir qu'épisodiquement et partiellement sur une lunaison, vue de la lune, pareillement, la terre à ses phases d'obscurité et d'éclairement. Je laissai mon esprit vagabonder et braquai ma lunette vers Jupiter dont j'aimais à suivre le mouvement des satellites : minuscules points là-bas au fond du ciel. La solution alors me vint en m'imaginant tournant autour de la terre avec ma lunette et la regardant comme je venais de me reposer l'esprit en regardant de la terre la lune et Jupiter. Au-delà des ballons et des aéronefs il faut voir plus loin encore et envoyer dans l'espace des observatoires tournant autour de la terre comme les satellites autour de Jupiter.

BRUNO VOITURIEZ ET MICHEL LEFEBVRE





L'OCÉAN PARCOURU)

*« La flotte hollandaise
sous voiles », par Willem
Van De Velde le Vieux
(1672). Au XVIII^e siècle,
la maîtrise des océans est
essentielle pour les grandes
puissances, essentiellement
maritimes : France,
Angleterre et Provinces-
Unies (Pays-Bas).
Tableau conservé au Palais
Pitti à Florence (Italie).
© D.R.*





LES ARGONAUTES SAUVÉS PAR MINERVE



Parvenus au détroit tortueux bordé d'écueils menaçants, les navigateurs s'avançaient en tremblant au milieu du courant qui les repoussait sans cesse et entendaient déjà le bruit des rochers qui se heurtaient. (...).. Tiphys les excita de plus en plus à faire force de rames, afin de passer rapidement entre les rochers qui s'ouvraient de nouveau. Chacun obéit en tremblant, lorsque tout à coup les flots qui venaient se briser contre le rivage les poussèrent en refluant au milieu du passage fatal, où la mort, suspendue sur leurs têtes, et l'immensité de la mer qui s'offrait à leurs regards, glacèrent entièrement leurs cœurs d'effroi. Au même instant une montagne d'eau s'éleva devant eux : ils baissèrent la tête et se crurent engloutis. Tiphys, par une adroite manœuvre, évita le péril, mais les vagues, retombant avec violence dans la mer, soulevèrent le vaisseau et le reportèrent bien loin en arrière.

Euphémus courant çà et là exhorte ses compagnons qui redoublent en criant leurs efforts, mais le flot qui les entraîne les repousse deux fois plus que la vigueur de leurs bras ne les ferait avancer sans cet obstacle. Les rames ne peuvent résister à tant de violence et se courbent comme des arcs. Cependant un nouveau flot s'élève derrière eux, et le navire, glissant sur le dos de la montagne humide, est précipité pour la seconde fois au milieu des rochers où, pour comble d'horreur, un tourbillon le retient et semble l'enchaîner. Déjà ces masses énormes s'agitent des deux côtés avec un bruit horrible, mais Minerve, appuyant contre une d'elles sa main gauche, pousse en même temps le vaisseau de la droite. Aussi rapide qu'une flèche, il vole à travers les rochers qui brisèrent en se heurtant les extrémités de la poupe. La déesse le voyant hors de danger remonte vers l'Olympe, et les rochers



JASON ET ARGO

L'expédition maritime des Argonautes fut la première relatée dans l'histoire sous le commandement de Jason. Son but était la conquête de la Toison d'or. Ce fut un succès, Jason ramena la toison d'or. Le navire Argo fabriqué dans un bois sacré fut le premier à donner de façon orale et en temps réel aux Argonautes les états de mer.

D'où le nom de Jason donné la mission d'observation des océans lancée par le CNES et la NASA en 2001. Elle permet de fournir à la communauté scientifique des données de haute précision sur les courants océaniques et leurs variations ainsi que la mesure du niveau des mers. D'une durée objective de 20 ans, elle est assurée par une série de satellites, le 1^{er} est Jason-2 dont la durée de vie est prévue pour 5 ans. Le 2^e satellite, Jason-3, devrait être mis en orbite au 2^e trimestre 2014.

R.C.

*Page de gauche, réplique du navire Argo construite par l'explorateur, historien et écrivain britannique Tim Severin qui raconte son expédition dans l'ouvrage *Le Voyage de Jason*. © Tim Severin*

À MOI L'AMÉRIQUE !

Enfin, à deux heures après minuit, la terre parut (...). L'Amiral se rendit à terre dans la barque armée, avec Martin Alonso Pinzon, et Vicente Anez, son frère, qui était capitaine de la Niña. L'Amiral prit en main la bannière royale, et les deux capitaines chacun une bannière de la croix verte que l'Amiral avait dans chaque bâtiment comme signe de reconnaissance. Sur ces deux bannières étaient un F et un Y surmontés chacun d'une couronne ; et ces deux lettres étaient, l'une d'un côté de la croix et l'autre de l'autre. Arrivés à terre, ils virent des arbres très verts, beaucoup d'eau et des fruits de diverses espèces. L'Amiral appela les deux capitaines et les autres qui avaient mis pied à terre, et

Rodrigo Descovedo, écrivain de toute la flotte, et Rodrigo Sanchez de Segovie, et il leur dit qu'il les appelait en foi et en témoignage de ce que par-devant eux tous il prenait possession de ladite île, comme de fait il prit possession, au nom du Roi et de la Reine leurs seigneurs, faisant les protestations que de droit, suivant le détail contenu dans les actes qui se dressèrent par écrit. Aussitôt beaucoup de naturels de l'île se réunirent autour d'eux.

MARTIN FERNANDEZ NAVARRETTE
Relations des voyages de Colomb

devenus immobiles restèrent pour toujours voisins l'un de l'autre.
Tel était l'ordre du Destin qui devait s'exécuter aussitôt qu'un mortel assez hardi pour soutenir leur aspect les aurait heureusement traversés.

APOLLONIUS DE RHODES,
L'Expédition des Argonautes



Mappa Mundi de Juan de la Cosa, capitaine de la Santa Mariá, le navire amiral de Colomb lors de son premier voyage, en 1492. C'est la plus ancienne représentation européenne du Nouveau Monde (1500). Musée Naval de Madrid. © D.R



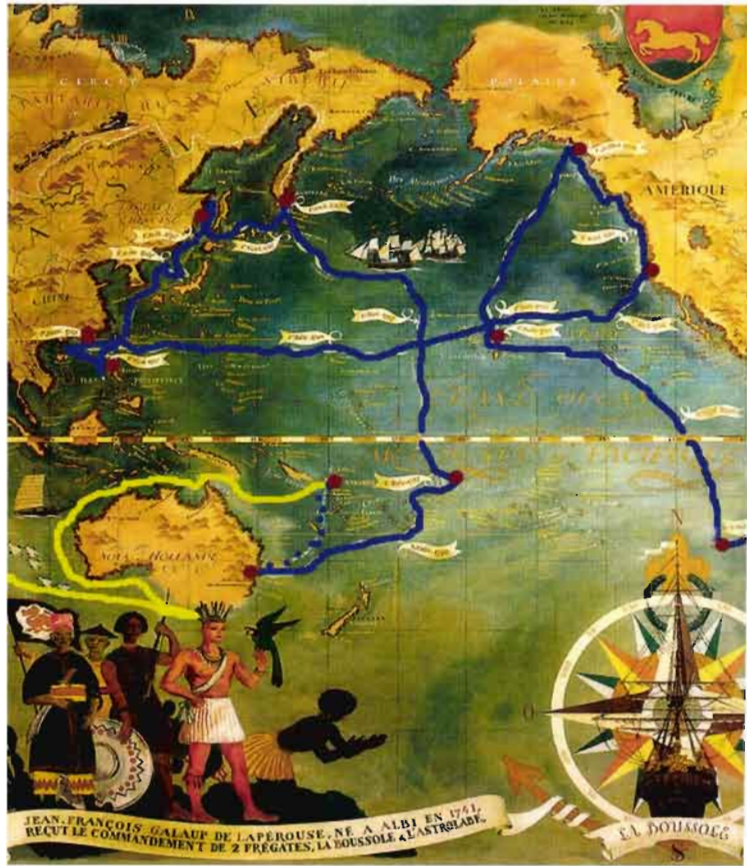
AL IDRISI

Géographe arabe le plus connu de l'Occident médiéval (1100-1164). Sa *Géographie* est l'un des premiers ouvrages arabes imprimés à Rome, traduit en latin en 1610. Ses cartes auraient servi de base aux premiers portulans du XIV^e siècle et permis les premières explorations portugaises des côtes africaines. Le sud est représenté en haut. R.C.



PIRI REIS

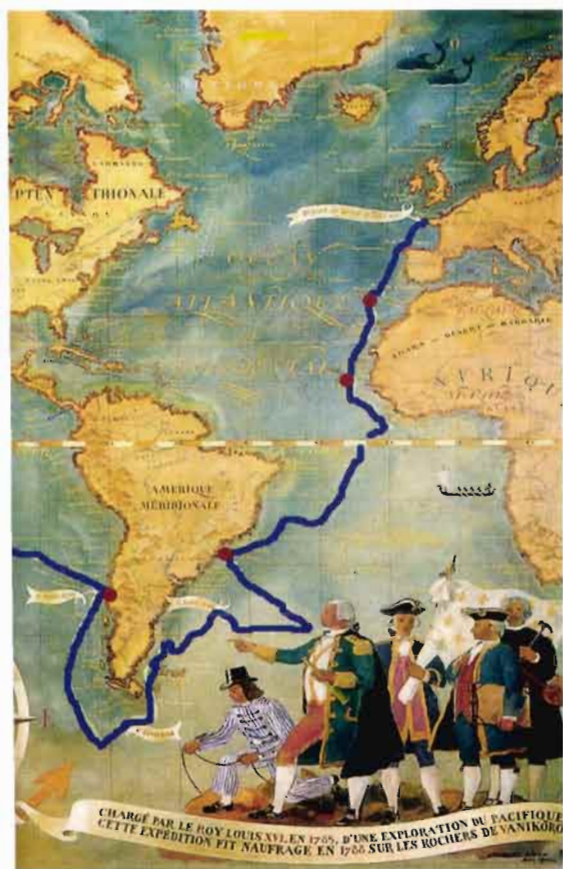
Grand amiral («reis» en turc) de la flotte ottomane au XVI^e siècle. Neveu du célèbre pirate Kemal Reis dit Camali, il est surtout connu pour son œuvre de cartographe. En 1513 et en 1528, il dessina deux cartes du monde, reprenant celles de sa collection dont certaines auraient remonté à l'Antiquité. Il écrivit également un *Livre de Navigation* contenant plus 200 cartes représentant surtout l'Atlantique. Sa célèbre carte découverte en 1929 lors de la restauration du Palais de Topkapı à Istanbul (Turquie) a donné lieu à des interprétations pseudo-scientifiques lui prêtant une origine extra-terrestre. R.C.



LES HORLOGES DE LAPÉROUSE

Jean-François de Galaup, Comte de Lapérouse appareille en 1785 de Brest pour une expédition commanditée par le Roi Louis XVI : 220 marins et scientifiques embarquent sur deux navires, La Boussole et l'Astrolabe pour un tour du monde prestigieux avec pour mission de collecter un maximum de découvertes scientifiques, culturelles, voire économico-politiques. Leur aventure échouera tragiquement par le naufrage des deux navires une nuit de 1788 sur les récifs de Vanikoro, une île du Pacifique Sud-Ouest. Cette fin terrible n'a cependant pas englouti les nombreuses observations faites jusqu'alors, l'avisé Jean-François Lapérouse ayant pris la précaution d'utiliser certaines escales pour débarquer faire transmettre au Roi les documents consignants les fruits de leurs recherches.

Parmi les faits notoires, Lapérouse est le premier grand navigateur à avoir bénéficié d'horloges de précision, mises au point après moult recherches et une compétition forcenée entre la France et l'Angleterre (dont l'Angleterre sortira d'ailleurs



Carte du voyage de Lapérouse, qui dura 3 ans à une vitesse moyenne de trois noeuds (1785-1788). Les scientifiques ont exploré les côtes et les îles du Pacifique. © Musée Lapérouse, Albi.

MERCATOR

Il fallait concilier à la fois des talents de mathématicien et des curiosités de géographe pour réaliser la représentation du globe qui nous est familière. Exploit publié par



Gerardus Mercator (1512-1594)

en 1569 en 18 feuilles qui décrivent sa « projection », depuis devenu célèbre. Son originalité repose sur

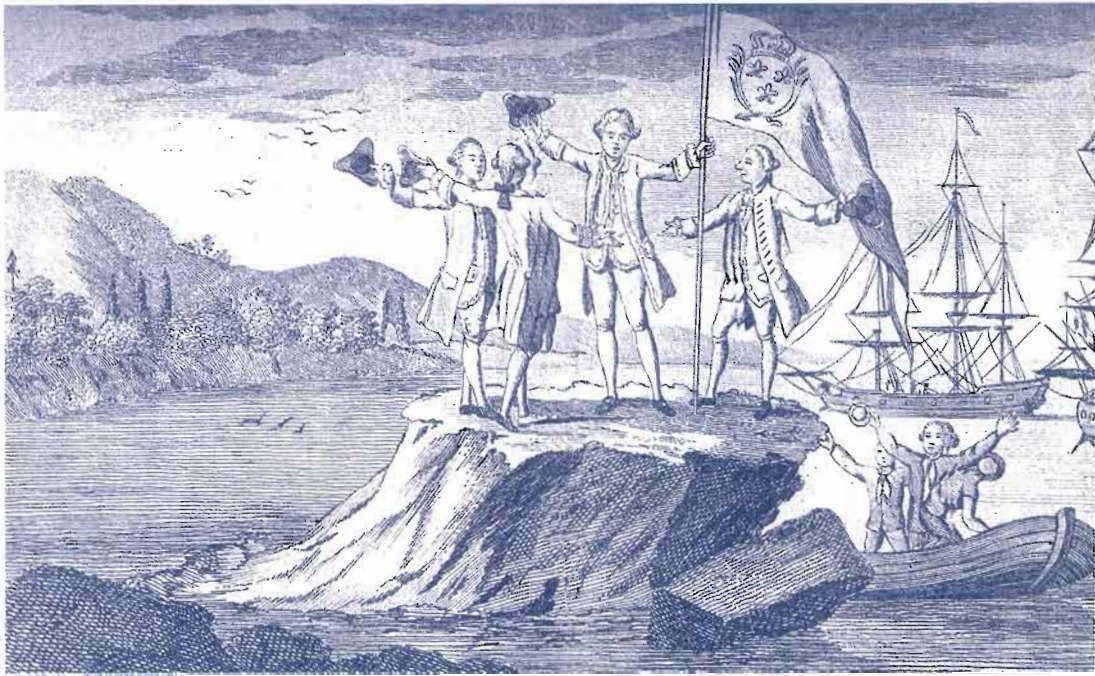
On célèbre cette année le 500^e anniversaire de la naissance de Mercator, né le 5 mars 1512 à Rupelmonde (Belgique). © D.R

la projection de la surface terrestre sur un cylindre tangent à l'équateur ce qui présente l'avantage de ne pas déformer les angles. Même si cela lui valut des procès en hérésie avec l'église, les marins disposaient enfin – et encore ! – d'une réelle description des contours des terres. C. J.

vainqueur avec la montre Harrison) afin de les rendre moins sensibles aux variations thermiques et à l'humidité, deux conditions fondamentales pour supporter un voyage en mer tout en gardant leur fiabilité initiale. En effet, parce qu'elles permettent de déterminer la longitude, les horloges sont des outils indispensables au positionnement en mer. Bien plus faciles d'emploi et efficaces que la méthode alors en cours qui consistait à évaluer la longitude par la mesure angulaire de la distance lune-soleil ! Grâce à leur présence à bord, Lapérouse a ainsi effacé des cartes plusieurs îles qui étaient soit cartographiées en double, soit inexistantes... L'expédition Lapérouse marque aussi l'entrée des recherches scientifiques dans l'univers des marins, qui acceptent d'abandonner les méthodes empiriques qu'ils préféraient jusqu'alors pour s'approprier les découvertes des chercheurs... longue route commune qui se poursuit aujourd'hui comme en atteste l'arrivée récente du positionnement satellite !

CATHERINE JEANDEL
Le Mystère Lapérouse





*Bougainville
hisse les couleurs
de son vaisseau
La Boudeuse
dans le détroit
de Magellan.
Gravure anglaise
de 1773 le
caricaturant « sur
un rocher où
peuvent à peine
se tenir quatre
personnes »
et « criant
vaniteusement
Vive le Roi ».
© Cotsen
Collection.*

VOYAGEUR ET MARIN

Mais, quoiqu'initié aux Sciences dès ma plus tendre jeunesse, où les leçons, que daigna me donner M. d'Alembert, me mirent dans le cas de présenter à l'indulgence du Public un Ouvrage sur la Géométrie, je suis maintenant bien loin du sanctuaire des Sciences & des Lettres ; mes idées & mon style n'ont que trop pris l'empreinte de la vie errante & sauvage que je mène depuis douze ans. [...]

Je suis voyageur & marin ; c'est-à-dire un menteur & un imbécile aux yeux de cette classe d'écrivains paresseux & superbes qui, dans les ombres de leur cabinet, philosophent à perte de vue sur le Monde & ses habitants, & soumettent impérieusement la nature à leurs imaginations. Procédé bien singulier, bien inconcevable de la part des gens qui, n'ayant rien observé par eux-mêmes, n'écrivent, ne dogmatisent que d'après des observations empruntées de ces mêmes voyageurs auxquels ils refusent la faculté de voir et de penser. [...]

Je finirai ce discours en rendant justice au courage, au zèle, à la patience invincible des Officiers & équipages de mes deux vaisseaux. [...] C'est que la Nation Française est capable de vaincre les plus grandes difficultés, & que rien n'est impossible à ses efforts, toutes les fois qu'elle voudra se croire elle-même l'égle, au moins, de telle nation que ce soit au monde.

LOUIS-ANTOINE DE BOUGAINVILLE

Voyage autour du monde par la frégate du roi La Boudeuse et la flûte L'Étoile

OH CONCEVOIR L'ESPACE !

Oh concevoir l'espace !
L'abondance de tout, qu'il n'y a pas de bornes
Se dégager pour être du ciel, du soleil
et de la lune et des nuages fuyants,
comme ne faisant qu'un avec eux.

[...]

Oh attirer par plus que l'attraction !
Comment cela se fait-il je ne sais —
toutefois voyez ! ce quelque chose qui n'obéit
à rien du reste,

Il est offensif, jamais défensif — pourtant
avec quelle force magnétique il attire.

[...]

Oh partir en mer sur un navire !
Laisser cette intolérable terre ferme,
Laisse la fatigante uniformité des rues,
des trottoirs et des maisons,
Te laisser ô toi ferme terre immobile,
et monter sur un navire,
Pour voguer et voguer et voguer !

Oh désormais la vie devenir un poème
de joies nouvelles !
Danser, battre des mains, exulter, crier,
gambader, sauter, rouler et rouler, et flotter
toujours !

Être un marin de l'univers enrôlé
pour tous ports,
Le navire lui-même (voyez en effet ces voiles
que je déploie au soleil et à l'air),
Un navire prompt et qui s'enfle de riches
paroles, plein de joies

WALT WHITMAN,

Poèmes



MAGELLAN

Les épices étaient prisées dans l'Europe du XV^e siècle, ce qui favorisa l'affrètement de voyages, les intérêts commerçants s'étant joints à ceux des géographes. Convaincu que l'on pouvait rejoindre l'Île aux Épices (les Moluques) par une route ouest, le portugais Fernand de Magellan (1480-1521) effectua la première circumnavigation*, 25 ans après la découverte de l'Amérique par Colomb. Négocier la dure météorologie de la Terre de Feu lui fit découvrir le détroit qui porte son nom.

C. J.



CHALLENGER

L'océanographie doit son essor à l'expédition de la corvette britannique « Challenger » (décembre 1872 - mai 1876). À son bord 20 scientifiques et 200 marins. Atlantique, Indien, Pacifique jusqu'aux limites des glaces furent sillonnés et sondés le long des 127.600 km de route, offrant une moisson considérable : 492 sondages profonds, 133 dragages, 151 chalutages, 263 séries de relevés de températures de l'eau et environ 4 717 nouvelles espèces marines répertoriées dont certaines à plus de 5 500 m de profondeur.

C. J.

© D.R.

© Dartmouth College Library collection



*La base
Antarctique
Bernardo
O'Higgins
(l'un des Pères
de la Patric
Chilienne),
a été déclarée
Montum
National.
Elle appartient à
l'armée chilienne
© D.R*

ENTRE MER ET CIEL



59°S. Ciel bleu pur, joli vent de 6 à 7, vagues de 3 à 4 m hésitant entre le bleu roi et le turquoise, des tourbillons, flamèches et chevelures blanches... et nos premiers manchots ! ils volent si vite dans l'eau, de vraies flèches d'argent. Après-midi froid mais brillant de lumière.

59° 30 S. La mer était très sensuelle aujourd'hui. Née du force 8 de la nuit dernière, une houle longue et ronde épousait d'un rythme lent la coque du navire. Sous la caresse, celui-ci roulait doucement comme suspendu dans une immense balancelle. Horizon chatoyant vert-bleu, océan parcouru de frissons qui lui donnaient l'allure d'une peau scintillante. De temps en temps, une vaguelette rebelle éclatait en blanc, au loin, comme pour attirer le regard ou rappeler les désordres de la nuit.

Latitude 60°S franchie. Dehors, coton ouaté depuis ce matin au réveil. Mer et ciel se confondent dans une brume anesthésiante, et du coup, il fait froid !

61°02 S-53° 92 W. L'eau de surface affiche 0°, l'air est plombé d'une brume froide et blanche; hier soir, il tombait une sorte de neige fondue : l'Antarctique se concrétise.



Ci-dessus, sur le glacier de l'Astrolabe en Antarctique.
Aquarelle de Pierre de Château-Thierry, réalisée en 1971, lors une expédition
des Missions Australes et Polaires Françaises.
À droite, le Pourquoi-Pas ?

Réveil éblouissant sous un soleil éclatant, dans un décor qui dépasse l'imagination. Sous nos yeux se déploie la côte antarctique blanche, bleue, scintillante de neige et de glace. Quelques pics de roche noire contrastent avec les couleurs cristallines. Leur présence rappelle que c'est une côte, pas un décor de théâtre ni un rêve. Rêve : le mot qui est sur toutes les lèvres. L'ambiance se partage entre enthousiasme et presque ... recueillement ! On est tous un peu groggy devant un paysage aussi immense. Pourtant, les statistiques météo sont formelles, nous avons une chance inouïe d'avoir si peu de vent et autant de soleil. Le premier *Zodiac* part vers 9h30. Le notre vers 10h20. La mer est émeraude et turquoise. Un vrai joyau. Magnifiques, les icebergs se détachent lentement de la côte. Il arrive que quelques manchots (à l'âme navigatrice ?) prennent la mer en se laissant porter par ces montagnes de neige, tels des capitaines à plume sur leur dunette. Parfois, un iceberg se fracture et perd un grand morceau, qui s'effondre dans la mer dans un grondement sourd et impressionnant, provoquant un mini-tsunami blanc d'écume et de glace. Un dauphin suit le *Zodiac*. Nous n'en pouvons plus de tout voir. 10h50 : nous mettons le pied pour la première fois sur le vrai continent antarctique.

CATHERINE JEANDEL, *Journal de Bord, Campagne Drake, janvier-février 2006.*

COMMANDANT CHARCOT

De Jean-Baptiste Charcot (1867-1936), on retient à juste titre ses explorations des côtes antarctiques et arctiques. Membre des Académies des Sciences et de marine, il était aussi médecin, champion de France de rugby, créateur des Éclaireurs de France auxquels il lègue son *Pourquoi-Pas ? IV*, père de 3 filles et 2 fois marié. Il sombra avec son navire à 30 milles de Reykjavik. Ses explorations lèguent à la communauté scientifique des milliers de kilomètres de côtes cartographiées, d'échantillons et de mesures des océans les plus rudes... Hommage mérité, le dernier né des navires océanographiques français se nomme le *Pourquoi Pas ?* C. J.

PASSAGE DU NORD-EST

Durant près de 300 ans, plusieurs expéditions ont cherché ce passage au prix de naufrages et de pertes humaines. La mer de glace ayant fondu et atteint les niveaux les plus bas jamais enregistrés depuis que les mesures satellites ont commencé, l'océan Arctique est souvent navigable, permettant de relier l'Europe et l'Asie par une voie plus courte et moins chère celle du Canal de Panama. R. C.





Situé au Kirghizistan, le lac Issykkul est l'un des plus grands lacs d'Asie centrale.

Une mer intérieure, longue de 182 km et large de 70 km, qui ne gèle jamais.
© J.F. Crétaux

ISSYKKUL

Il regardait onduler l'échine sombre du lac, la surface changeante de ses eaux profondes, qui telle une épine dorsale s'enroulaient, se déroulaient, montaient et descendaient.

O Issykkul œil de la Terre qui regarde toujours vers le ciel.

CALIBRATION

Le LEGOS est impliqué depuis 2004 dans la calibration / validation des altimètres radars du CNES, de la NASA et de l'ESA pour leur utilisation sur les eaux continentales, par le biais d'un programme de surveillance du lac Issykkul sous la direction de J-F Crétaux. Il consiste à mesurer avec une très grande précision (quelques cm) à l'aide de récepteurs GPS le niveau du lac sous la trace exacte des satellites afin de confronter les niveaux d'eaux mesurés par les satellites et les mesures de terrain.

Le grand lac bleu, œil scrutant le ciel au milieu des chaos de pierre et de neige, brassant l'eau dans ses profondeurs troubles et se gonflant d'une chair vivante, des muscles souples et de ses belles vagues lentes qui naissaient et mourraient sans but.

TCHINGIZ AITMATOV, *L'Océan migrateur*

J.F. C.

À BORD DU MULTUR



Le Multur c'est notre palace flottant, l'atmosphère n'y est jamais pesante, toujours pleine de camaraderie, une invitation à son bord pour une croisière de quatre jours sur l'Issykkul, c'est un honneur qui se dévoile et se déguste lentement, très lentement. Des journées à naviguer le long des routes invisibles que le satellite nous impose, nous sommes là pour tester ses limites, pour dénicher ses petits défauts, et si possible

encore présents, à pouvoir des jours durant, explorer les moindres recoins de son domaine, des côtes nord boisées, cultivées et encore verdoyantes, aux sud, ocres, décharnées, arides et gorgées de soleil. Il sait résister aux coups de vents descendus des montagnes, et ne craint les orages qui, en quelques minutes, noircissent l'horizon et viennent frapper l'imprudent qui s'est aventuré jusqu'ici. Le Multur peut fanfaronner, il virevolte, il se joue des courants et des vagues, car tel est l'Issykkul, et s'il ne paye pas



*Ci-dessus, mission d'étalonnage des satellites océaniques
À droite, le commandant du Multur.
© J.F Cretaux*

l'absoudre de ces vices cachés. Le soir, les Monts Célestes, Tian shan pour les chinois, Tengir-Too pour les Kyrgyzs, viennent se refléter dans l'encre noire de l'Issykkul, prolongeant nos rêveries à l'infini. C'est alors, aidé en cela par la vodka qui ne fait jamais défaut, par la brise fraîche qui peuple les nuits à cette altitude, que les paroles se libèrent, et parfois des chants, venus de très loin, populaires russes, repris par Vladimir, Sacha ou Gulia, ou chansons françaises, qu'en bien piètres interprètes mais fiers quand même, nous offrons à nos amis. Les nuits sont toujours douces. Le Multur c'est le maître des lieux, il me plaît de le nommer le Marquis du Lac, notre blanc navire, seul parmi ses rares congénères

de mine, tel est le Marquis du Lac. Nous restons toujours fiers et intimidés lorsque nous posons chaque année, pour quelques jours, le pied sur le pont du Multur. Nous savons que nous ne croiserons personne, et que lorsque nous serons assez loin pour que l'horizon se dilue dans la brume, l'Issykkul sera notre océan. Nous laisserons derrière nous un sillon laiteux, silencieusement, et sans même l'espérance de croiser baleines ou dauphins, nous irons à la rencontre du satellite, but de notre voyage. Quand la route du Multur va au devant de l'orbite de Jason, nous sommes les acteurs, puis les témoins d'une rencontre au sommet, pas de celles qui décident du sort de la planète, encore que.

JEAN-FRANÇOIS CRETAUX,
Chercheur au CNES

ICEBERGS

Les icebergs sont un danger bien connu pour la navigation, mais les « petits » icebergs (moins de 1 km²) sont difficiles à détecter. Or l'altimétrie par satellite peut détecter des objets émergeant droit au-dessus de la surface de l'océan. Ceci permet de faire des statistiques sur la présence d'icebergs. On peut aussi, en combinaison avec des techniques d'imagerie et à des modèles de prévision de leur dérive, localiser précisément et prévoir la position d'un iceberg ou d'un groupe d'icebergs un jour donné.

V.R.



Icebergs à St. Anthony, au sud-est de Terre-Neuve. C'est au sud de cette île que le Titanic percuta un iceberg et coula, le 15 avril 1912. Le Dauphin, dernier chalusier morutes à partir de Fécamp pour Terre-Neuve, a été « ferraillé » en 1987.

© Gérald Tapp

ICEBERG : LA HANTISE DES MERS DU SUD

J'ai croisé un iceberg, à l'aube, à l'heure où le jour arrache péniblement le monde à une obscurité brumeuse. La lumière était pâle, verdâtre, incertaine. Lui était là, massif, impavide comme depuis l'aube du temps. Le radar avait bien raison de le voir pile sur notre route. La chiure de mouche sur l'écran se métamorphose rapidement en une barre noire bien proche, trop proche. Nous en avons croisés toute la nuit, sans les voir dans la confusion de ces heures sans lune. Pas vu, pas peur. J'ai subitement un pincement au cœur même si j'ai largement le temps de manœuvrer. L'iceberg est la hantise des mers du sud. Il m'arrive souvent, quand je ne suis pas de quart, de me réveiller en sursaut avec la prémonition que le bateau va s'écraser contre l'un de ces monstres lisses, j'anticipe le craquement mortel. Je dois lutter contre l'envie de bondir sur le pont qui serait trahir la confiance que je mets dans ceux qui veillent à leur tour. Dans ce semi-jour, les distances sont trompeuses. Je suis largement à l'écart, mais j'ai le sentiment de sa proximité, l'impression même de percevoir son haleine glacée.

Isabelle Autissier à la barre d'ADA 2. Navigatrice, femme de mer, écrivain, ingénieure agronome, elle est devenue en 1991 la première femme à boucler un tour du monde en solitaire à la voile. Dernier ouvrage, « L'Amant de Patagonie » (2012, Grasset).



PYTHÉAS

Vers 330 avant Jésus-Christ, Pythéas quitte Marseille pour un grand voyage vers les îles britanniques, probablement même le cercle polaire. Quelle ne fut pas sa surprise face aux marées d'amplitudes insoupçonnées pour un méditerranéen ! Pour la première fois sont consignées deux pleines et basses mers par jour, et une amplitude en phase avec la Lune. Malheureusement, le livre *De L'océan* écrit à son retour a disparu. Seules les analyses ultérieures d'historiens et géographes (Polybe ou Ératosthène) mentionnent ses observations, qui servirent d'appui aux premières interprétations de ce mystère qu'était alors la marée.

C. J.

J'en distingue les détails du contour : un côté carré et massif comme une tête de cachalot, l'autre chaotique et crénelé, déjà soumis à l'érosion. Les faces de dièdres, cicatrices d'arrachages récents luisent nettement et renvoient la lumière naissante.

Il en tire un aspect encore plus agressif d'écorché vif.

Confronté à son froid, l'air condense sur son couronnement et le voile d'une sinistre couverture grise. A son pied la mer bat, gronde et rejaillit en longues éclaboussures. Je m'imagine à nouveau saisie par ces vilains crocs. Autour et surtout sous son vent, des éclats qui doivent déjà faire quelques tonnes sont semés à la surface de l'eau. Une seule de ces répliques a déjà le pouvoir d'ouvrir l'étrave en deux. Je veille dans le balcon avant, laissant la masse principale dériver sur tribord.

Le spectacle est grandiose et nostalgique, il en émane une forme de chagrin. Cet iceberg est un agonisant. Dans quelques mois au maximum, il ne sera plus. Il est déjà bien solitaire, isolé de ses frères et de sa terre mère. Est-il né à l'époque où Neandertal courait le monde ? Quels secrets a-t-il accumulés dans ses flancs ? Que pourrait-il encore me dire de la planète qui me porte ?

ISABELLE AUTISSIER ET ÉRIC ORSENA, *Grand Sud*





A satellite image of the ocean showing a large, irregularly shaped area of blue-green water, likely a phytoplankton bloom. The surrounding water is dark blue. The landmasses are visible in shades of green and brown. The text is overlaid on the lower half of the image.

L'OCÉAN VU DU CIEL

*Image en couleurs réelles
capturée en mai 2010
par l'instrument MODIS
(Moderate-Resolution
Imaging Spectroradiometer)
embarqué sur le satellite
TERRA de l'Agence spatiale
américaine (NASA).*


*La masse bleu-vert est une
prolifération de phytoplancton
qui s'étend sur des centaines
de kilomètres du nord-ouest
de l'Irlande au Finistère.
© MODIS Land Rapid
Response Team,
NASA/GSFC*



SOCRATE AVANT SA MORT DÉCRIT LA TERRE À SES AMIS

- Eh bien, dit Simmias, je n'en demande pas davantage.
- Eh bien donc, reprit-il, je suis persuadé pour ma part que tout d'abord, si la terre est de forme sphérique et placée au milieu du ciel, elle n'a besoin, pour ne pas tomber, ni d'air ni d'aucune autre pression du même genre, mais que l'homogénéité parfaite du ciel seul et l'équilibre de la terre seule suffisent à la maintenir ; car une chose en équilibre, placée au milieu d'un élément homogène, ne pourra ni peu ni prou pencher d'aucun côté et dans cette situation elle restera fixe. Voilà, ajouta-t-il, le premier point dont je suis convaincu.
- Et avec raison, dit Simmias.
- En outre, dit-il, je suis persuadé que la terre est immense et que nous, qui l'habitons du Phase aux colonnes d'Héraclès, nous n'en occupons qu'une petite partie, répandus autour de la mer, comme des fourmis ou des grenouilles autour d'un étang, et que beaucoup d'autres peuples habitent ailleurs en beaucoup d'endroits semblables ; car il y a partout sur la terre beaucoup de

La mort de Socrate, de Jacques-Louis David, 1787. Platon, disciple de Socrate, n'était pas présent lors de la mort de celui-ci, en 399 avant J.C., car il était malade, mais il en a relaté les derniers instants.
© Metropolitan Museum of Art, New York, U.S.A.



creux de formes et de grandeurs variées, où l'eau, le brouillard et l'air se sont déversés ensemble. Mais la terre pure elle-même est située dans le ciel pur où sont les astres, que la plupart de ceux qui ont l'habitude de discourir sur ces matières appellent l'éther. C'est l'éther qui laisse déposer l'eau, le brouillard et l'air qui s'amassent toujours dans les creux de la terre. [...]. Car notre terre à nous, les pierres et le lieu tout entier que nous habitons sont corrompus et rongés, comme les objets qui sont dans la mer le sont par la salure, et il ne pousse dans la mer rien qui vaille la peine d'être mentionné, et l'on n'y trouve pour ainsi dire rien de parfait ; ce ne sont que cavernes, sable, boue infinie et borbiers là où il y a aussi de la terre, bref rien qui mérite en quoi que ce soit d'être comparé aux beautés de notre monde. Mais le monde d'en haut paraît l'emporter bien davantage encore sur le nôtre. Si je puis recourir au mythe pour vous décrire ce qu'est la terre placée sous le ciel, écoutez-moi, cela en vaut la peine.

- Oui, Socrate, dit Simmias, nous écouterons ton mythe avec plaisir.

- Pour commencer, camarade, reprit Socrate, on dit que cette terre-là, vue d'en haut, offre l'aspect d'un ballon à douze bandes de cuir ; elle est divisée en pièces de couleurs variées, dont les couleurs connues chez nous, celles qu'emploient les peintres, sont comme des échantillons. Mais, là-haut, toute la terre est diaprée de ces couleurs et de couleurs encore bien plus éclatantes et plus pures que les nôtres : telle partie de cette terre est pourprée et admirable de beauté, telle autre dorée, telle autre, qui est blanche, est plus brillante que le gypse et la neige, et il en est de même des autres couleurs dont elle est parée, et qui sont plus nombreuses et plus belles que celles que nous avons pu voir. Et en effet ces creux mêmes de la terre, étant remplis d'eau et d'air, ont une couleur particulière qui resplendit dans la variété des autres, en sorte que la terre se montre sous un aspect continuellement varié. [...]

PLATON, *extrait de Phédon*



LE PRINTEMPS AU FOND DE LA MER

Le fond de la mer a ses saisons. Comme sur la terre, le printemps est une des plus belles. Le corail bourgeonne et les éponges respirent l'eau bleue à pleins poumons. Une forêt de cerfs rouges écoute un bruit d'hélice. Il arrive de très haut dans les cieux de la mer. Quelquefois un astronaute tombe des cieux de la mer. Il tombe lentement et se roule dans le sable.

Les fleurs dorment debout et il y en a une foule qui disent adieu. Les poissons manchots se posent dessus. Ils donnent de gros baisers à la mer. A cause de l'éclairage et du décor on se croirait souvent chez le photographe. Un panache de globules gazouille dans le coin. Il s'échappe du petit robinet qui change l'eau salée

JEAN COCTEAU, *Poésie*.



Cette image capturée par l'instrument MODIS de la NASA en novembre 2011 montre les magnifiques eaux turquoise de la mer des Caraïbes. Au centre, Cuba avec, à l'ouest l'île de la Jeunesse. Au nord, les Bahamas. © MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC.

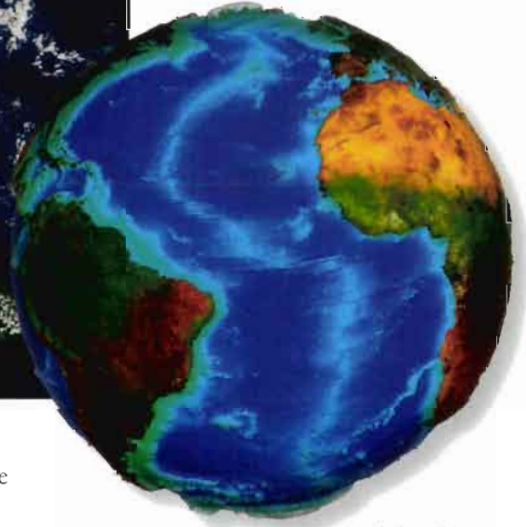
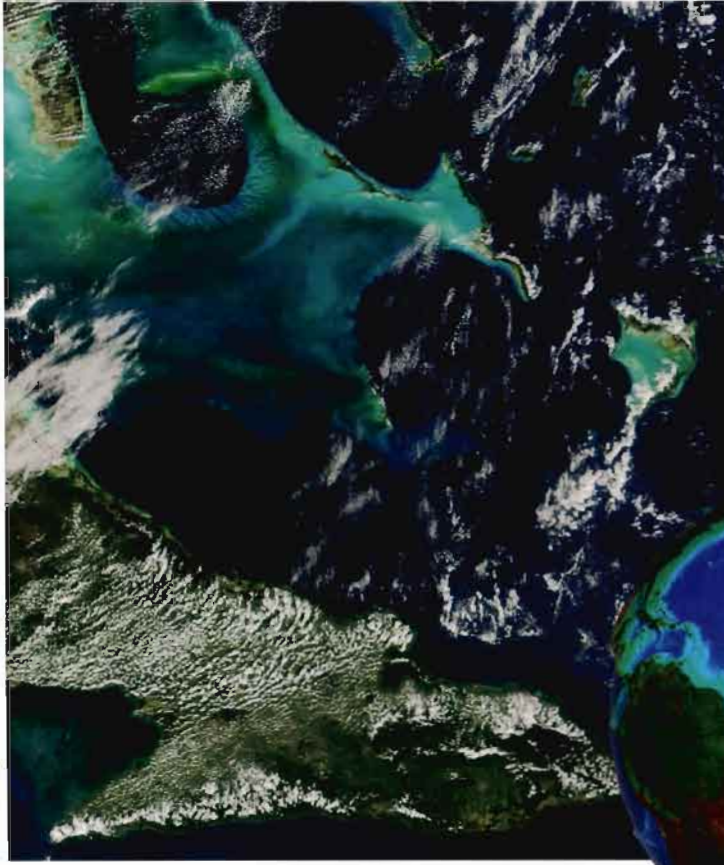


LA MER

C'est tout ce que nous aurions voulu faire et n'avons pas fait,
Ce qui a voulu prendre la parole et n'a pas trouvé les mots qu'il fallait,
Tout ce qui nous a quittés sans rien nous dire de son secret,
Ce que nous pouvons toucher et même creuser par le fer sans jamais l'atteindre,
Ce qui est devenu vagues et encore vagues
Parce qu'il se cherche sans se trouver,
Ce qui est devenu écume pour ne pas mourir tout à fait,
Ce qui est devenu sillage de quelques secondes par goût fondamental de l'éternel,
Ce qui avance dans les profondeurs et ne montera jamais à la surface,
Ce qui avance à la surface et redoute les profondeurs,
Tout cela et bien plus encore,
La mer
Cette mer qui a tant de choses à dire et les méprise,
Elle se veut toujours informulée, ou simplement murmurante,
Comme un homme qui bourdonne tout seul derrière ses dents serrées,
Cette mer dont la surface est offerte au navire qui la parcourt,
Elle refuse ses profondeurs !

SURFACE ET FONDS

Le relief accidenté du fond des océans : dorsales, réseau de failles, fosses et monts sous-marins, plaines abyssales, qui représente des différences de niveau de plusieurs milliers de mètres, agit sur la surface océanique et la déforme de quelques mètres. Avec les mesures des satellites altimétriques, et des relevés in situ, on arrive à mieux connaître ce relief. V. R.



Est-ce pour contempler en secret sa nudité verticale
Qu'elle présente l'autre, à la lumière du ciel ?
Et le ciel, au-dessus, offre sa grande coupe renversée
Pour faire comprendre à la mer qu'elle n'est pas faite pour la remplir,
Coupe et liquide demeurent ainsi face à face,
Collés l'un sur l'autre depuis les origines du monde,
Dans une vigilance sans fin qui ne tourne pas à leur confusion.
Et cependant,
Il est des yeux par paires qui regardent à bord du navire,
Mais ils ne voient guère mieux que des yeux d'aveugle qui vont aussi par paires.
Devant la mer sous mes yeux je ne parviens à rien saisir,
Je suis devant un beau jour et ne sais pas m'en servir.
Trop d'océan, trop de ciel
En long, en large, en travers.
Je deviens un peu d'écume qui s'éteint et qui s'allume
Et change de position sur la couche de la mer.
Je ne sais plus où je suis, je ne sais plus où j'en suis.
Nous disons donc que ce jour
Ce jour ne laissera pas de trace dans ma mémoire

JULES SUPERVIELLE, *Oubliée Mémoire*

La bathymétrie, mesure des profondeurs de l'océan pour déterminer la topographie du sol de la mer, peut être calculée à partir de l'altimétrie, en combinaison avec d'autres données.
© CNES/Mira Production





GULF STREAM

Depuis les Antilles jusqu'au large de Terre-Neuve, le Gulf Stream est l'un des premiers courants à avoir été étudié de façon scientifique, du fait de son importance pour la navigation transatlantique. Ce courant chaud, comme le Kuroshio dans le Pacifique est formé par les vents d'est qui accumulent les eaux contre le continent situé à l'ouest. Les courants des Aiguilles, du Brésil dans l'hémisphère sud sont similaires. V.R.



L'OCÉAN VU PAR SOCRATE

LVIII. . . Quant à nous, nous ne nous doutons pas que nous habitons dans ces creux, nous croyons habiter en haut de la terre, comme si quelqu'un vivant au milieu du fond de l'Océan se croyait logé à la surface de la mer et, voyant le soleil et les astres à travers l'eau, prenait la mer pour le ciel, mais, retenu par sa pesanteur et sa faiblesse, ne serait jamais parvenu en haut de la mer et n'aurait jamais vu, en émergeant et levant la tête vers le lieu que nous habitons, combien il est plus pur et plus beau que le sien et ne l'aurait jamais appris de quelqu'un qui l'aurait vu. C'est justement l'état où nous sommes nous-mêmes. Confinés dans un creux de la terre, nous croyons en habiter le haut, nous prenons l'air pour le ciel et nous croyons que c'est le véritable ciel où les astres se meuvent. C'est bien là notre état : notre faiblesse et notre lenteur nous empêchent de nous élever à la limite de l'air ; car si quelqu'un pouvait arriver en haut de l'air, ou s'y envoler sur des ailes, il serait comme les poissons de chez nous qui, en levant la tête hors de la mer, voient notre monde ; il pourrait lui aussi, en levant la tête, se donner le spectacle du monde supérieur ; et si la nature lui avait donné la force de soutenir cette contemplation, il reconnaîtrait que c'est là le véritable ciel, la vraie lumière et la véritable terre. [...]

LX [...] Quant aux régions enfermées dans ses cavités, disposées en cercle dans tout son pourtour, elles sont nombreuses et tantôt plus profondes et plus ouvertes que la région que nous habitons, tantôt plus profondes, mais avec une ouverture plus étroite que chez nous,

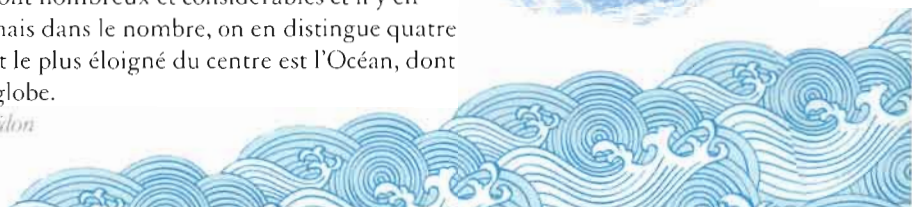


parfois aussi moins profondes et plus larges que notre pays. Mais toutes ces régions communiquent entre elles en beaucoup d'endroits par des percées souterraines, tantôt plus étroites, tantôt plus larges, et par des conduits à travers lesquels une grosse quantité d'eau coule de l'une à l'autre, comme dans des bassins. [...] Toutes ces eaux se meuvent vers le haut et vers le bas, comme un balancier placé dans l'intérieur de la terre. [...] Ce qui fait que tous les fleuves sortent de ce gouffre et y reviennent, c'est que leurs eaux ne trouvent là ni fond ni appui ; alors elles oscillent et ondulent vers le haut et le bas. L'air et le vent qui les enveloppe font de même ; car ils les accompagnent, soit lorsqu'elles se précipitent vers l'autre côté de la terre, soit de ce côté-ci, et de même que, lorsqu'on respire, le souffle ne cesse pas de courir, tantôt expiré, tantôt aspiré, ainsi aussi là-bas le souffle qui oscille avec l'eau produit des vents terribles et irrésistibles en entrant et en sortant. Quand l'eau se retire dans le lieu que nous appelons le bas, elle afflue à travers la terre dans les courants qui sont de ce côté-là et les remplit, à la façon d'un irrigateur ; lorsque au contraire elle abandonne ces lieux et se lance vers les nôtres, elle remplit à nouveau les courants de ce côté-ci. [...]

LXI. Ces courants sont nombreux et considérables et il y en a de toutes sortes ; mais dans le nombre, on en distingue quatre dont le plus grand et le plus éloigné du centre est l'Océan, dont le cours encercle le globe.

PLATON, *extrait de Phédon*

L'archipel grec de Santorin, constitué d'une caldeira submergée et cernée par des falaises. Cette caldeira s'est formée autour de 1600 av. J.-C. au cours de l'éruption minoenne, qui a vu la destruction d'une partie de l'ancienne île.
© Bernard Gagnon





Située dans le Pacifique Sud, en Polynésie française, Bora Bora est une île volcanique. Le volcan, sorti des eaux, s'est peu à peu enfoncé. Il est aujourd'hui bordé par un superbe lagon et une barrière de corail.

Bora Bora a séduit de nombreux amoureux de l'océan comme les écrivains et navigateurs Alain Gerbault et Bernard Moitessier et l'exploitateur Paul-Émile Victor. Image prise en septembre 2012 par le satellite SPOT-6.
© 2012 Astrum Services

VUE DU CIEL : TERRE PROMISE, TERRE NOUVELLE

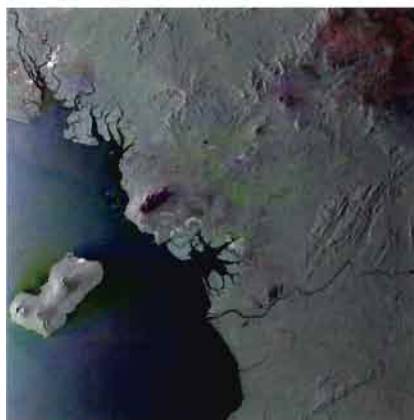
Connais-tu ta planète, celle où tu vis, où nous vivons ?
Avant d'en arriver là, nous avons erré d'un corps céleste à un autre :
Nous commençons à désespérer de trouver notre port d'attache !
Et puis un jour, en traversant le système solaire, nous avons aperçu cette petite planète.
Tout de suite, nous avons été attirés par ses couleurs ocre et bleues.
En s'approchant, des couleurs variaient à l'infini.
Et des grandes volutes blanches la parcouraient.
Nous sentions qu'elle était différente, que quelque chose s'y passait...
Peut-être allions-nous trouver la VIE que nous cherchions sans la connaître.
Il fallait être prudent : les apparences sont parfois trompeuses...
Nous avons ouvert le grand livre des connaissances et retrouvé son histoire.
Nous avons été surpris.
Avant d'en arriver là, nous la revoyons :
Tâtonner, tout tenter,
Ajuster ses plaques tectoniques, éteindre et allumer ses volcans,
Rechercher la bonne température entre le froid des glaciers
Et la chaleur étouffante des tropiques, tout juste bonne pour les dinosaures.
A travers tous ces essais, elle avait petit à petit changé :
Elle avait mis son écharpe et sa ceinture verte de forêts.
Et pour achever de nous convaincre,
Elle nous a fait clairement voir qu'elle avait l'EAU.
On s'est même demandé un moment s'il n'y avait pas que de l'eau...
Elle avait fait d'autres efforts, se réchauffant au soleil.
Mais s'en protégeant en partie, tournant pour répartir la chaleur.
Elle avait été jusqu'à accueillir un corps étranger et aider à le façonner.
Ce compagnon, reconnaissant, tournait autour d'elle.
La rassurant par sa présence stabilisante, la berçant du mouvement des marées.
Alors te souviens-tu, nous nous étions installés...

MICHEL LEFEBVRE *Club des Argonautes*



ENVISAT

Sur cette image du satellite Envisat, (2012), le Golfe de Guinée, à l'ouest de l'Afrique, baigne une partie du Nigeria, au nord, et du Cameroun, à l'est. Douala, se trouve à côté de l'estuaire du Wouri, près du centre de l'image. Cet estuaire est occupé par une vaste mangrove dont l'écosystème est très menacé par la pollution industrielle, agricole et domestique. Plus de 90% des industries camerounaises sont concentrées dans ou autour de Douala et les eaux usées retournent souvent dans l'écosystème avec peu ou pas de retraitement. La France a financé 25% du programme ENVISAT par le biais de sa contribution à l'ESA et apporté le système de localisation Doris. Le CNES, les industriels et les laboratoires scientifiques français ont été très impliqués dans le programme et dans l'exploitation de l'immense patrimoine que représentent 10 ans d'une telle mission. CNES



© ESA-Envisat



(L'OCÉAN DÉSÉQUILIBRÉ

La banquise a rétréci de 70 000 kilomètres carrés depuis le dernier record de fonte, qui remonte à septembre 2007.

Les scientifiques estiment que le phénomène pourrait s'intensifier dans les années à venir. Ils voient dans le rétrécissement de la banquise un « signal fort du réchauffement climatique à long terme ».

© D.R.





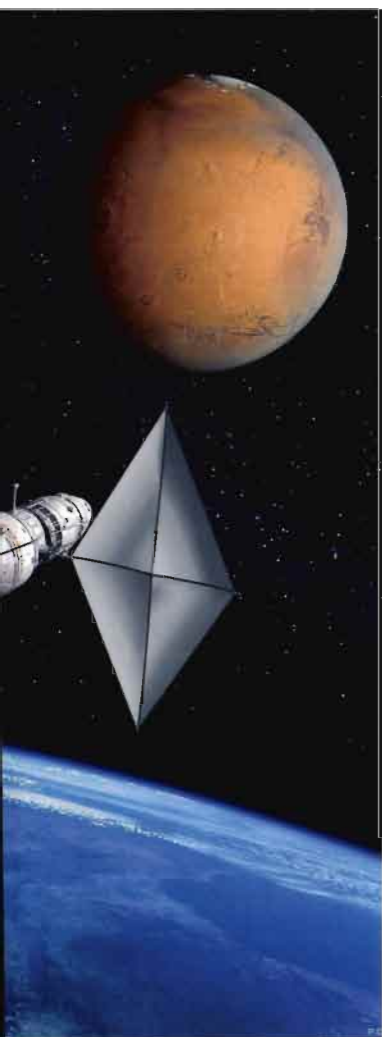
ARGONAUTICA

Ce projet d'étude de l'océan pour élèves du premier et second degré est réalisé en partenariat avec scientifiques et professionnels de la mer. Il utilise des données spatiales de localisation (ARGOS), océanographiques (JASON...) et se décline en 3 volets :

- ArgoNimaux : suivre et comprendre le déplacement d'animaux marins équipés de balises ARGOS.
- ArgoTechno : concevoir, réaliser et aussi exploiter une bouée expérimentale suivie par satellite (ici construction d'une bouée).
- ArgOcéan : comprendre les liens entre l'océan et le climat et étudier l'environnement marin, à partir de données spatiales. En fin d'année scolaire, les jeunes présentent leur projet de classe lors des Rencontres Argonautica qui se déroulent, depuis 2002, à l'Acquarium de la Rochelle.

D. de S.





Aurora et Cosmic Vision sont deux programmes scientifiques de l'ESA. Lancé en 2001, Aurora (ici une vue d'artiste) a pour objectif de créer, puis de mettre en œuvre un plan européen à long terme

d'exploration robotique et humaine du système solaire, de rechercher toute trace de vie martienne. Illustration © ESA/ P. Carril

TERRE

Maudite, tu nous avilis à force de nous retenir,
 Tu nous roules dans la boue, pour nous rendre pareils à elle
 Tu nous brises, tu nous désosses, tu fais de nous des petits pâtés,
 Tu alimentes ton feu central de nos rêves les plus tremblants.
 Prends garde, tu ne seras bientôt qu'une vieille de l'espace,
 Du plus lointain du ciel on te verra venir faire des manières.
 Et l'on entendra la troupe des jeunes soleils bien portants :
 « C'est encore elle, la salée aux trois quarts,
 La tête froide et le ventre à l'envers,
 La tenancière des quatre saisons
 L'avare ficelée dans ses longitudes ! »
 Et plus rapides que toi s'égailleront les soleils
 Abandonnant derrière eux des éclats de rire durables
 Qui finiront par former des plages bruissantes d'astres.

Prends garde, sourde et muette par finasserie,
 Prends garde à la colère des hommes élastiques,
 Aux complots retardés de ces fumeurs de pipes,
 Las de ta pesanteur, de tes objections,
 Prends garde qu'ils ne te plantent une paire de cornes sur le front
 Et ne s'embarquent le jour de la grande migration
 Aimantés par la chanson d'une marine céleste
 Dont le murmure déjà va colonisant les astres,
 Des trois-mâts s'envoleront, quelques vagues à leurs flancs,
 Les hameaux iront au ciel, abreuvoirs et lavandières,
 Les champs de blé dans les mille rires des coquelicots,
 Des girafes à l'envie dans la brousse des nuages,
 Un éléphant gravira la cime neigeuse de l'air,
 Dans l'eau céleste luiront les marsouins et les sardines,
 Et des barques remontant jusqu'aux rêveries des anges,
 Des chevaux de la Pampa rouleront de pré en pré
 Dans la paille et le regain des chaudes constellations
 Et même vous, ô squelettes des premiers souffles du monde,
 Vous vous émerveillerez de vous trouver à nouveau,
 Avec cette chair qui fit votre douceur sur le globe,
 Un cœur vous rejaillira parmi vos côtes tenaces
 Qui attendaient durement un miracle souterrain
 Et vos mains onduleront comme au vent les marguerites !

JULES SUPERVILLE, *Gravitations*

ET VOIR CROÎTRE LA MER À NOS CONFINS DE MER
 SAINT-JOHN PERSE

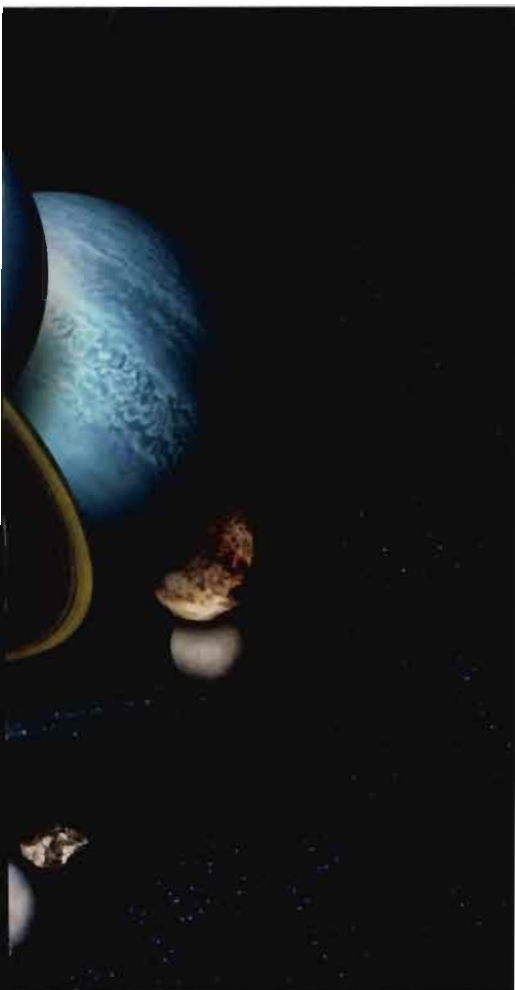


*Vue d'artiste
de notre système
solaire. Les
planètes ne sont
pas à l'échelle.
© NASA/JPL*

LE REGRET DE LA TERRE

Un jour quand nous dirons : « c'était le temps du soleil,
Vous souvenez- vous, il éclairait la moindre famille,
Et aussi bien la femme âgée que la jeune fille étonnée,
Et savait donner leur couleur aux objets dès qu'il se posait
Il suivait le cheval coureur et s'arrêtait avec lui,
C'était le temps inoubliable où nous étions sur terre,
Où cela faisait du bruit de laisser tomber quelque chose,
Nous regardions alentour avec nos yeux connaisseurs,
Nos oreilles comprenaient toutes les nuances de l'air
Et lorsque le pas de l'ami s'avavançait nous le savions,
Nous ramassions aussi bien une fleur qu'un caillou poli.
Le temps où nous ne pouvions attraper la fumée,
Ah ! C'est tout ce que nos mains sauraient saisir maintenant. »

JULES SUPERVIELLE, Les Amis inconnus



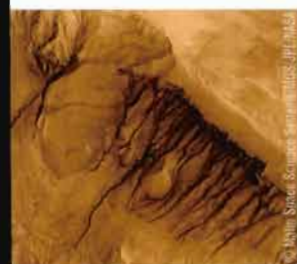
LE SANGLOT UNIVERSEL

Ah ! la terre n'est pas seule à hurler, perdue !
Depuis l'Éternité combien d'astres ont lui,
Qui sanglotaient semés par l'immense étendue
Dont nul ne se souvient ! Et combien aujourd'hui !
Tous du même limon sont pétris, tous sont frères,
Et tous sont habités, ou le seront un jour,
Et comme nous, devant la vie et ses misères
Tous désespérément clament vers le ciel sourd.
Les uns, globes fumant et tièdes, n'ont encore
Que les roseaux géants dont les râles plaintifs
Durant les longues nuits balayent l'air sonore
Sous le rude galop des souffles primitifs.
D'autres ont les troupeaux de mammouths
et les fauves

Et c'est la faim, le rut et leurs égorgements.
Et les faibles, le soir, du haut des grands pics chauves,
Vers la lune écarlate ululent longuement.
Sur d'autres l'homme est né. Velu, grêle, il déloge
Ses aînés de l'abri des puissantes forêts.
Un cadavre l'arrête, il s'étonne, interroge,
Dès lors monte la voix des grands misérérés.
Et c'est la Terre. Ah ! nous sommes bien vieux,
nous autres !

Nous savons désormais que nul là-haut n'entend,
Que l'univers n'a pas de coeur sinon les nôtres
Et toujours vers un coeur nous sanglotons pourtant.
Ceux enfin où Maïa l'illusion est morte,
Solitaires, muets, flagellés par les vents,
Ils n'ont dans le vertige encor qui les emporte
Que la rauque clameur de leurs vieux océans.
Et tous ces archipels de globes éphémères
S'enchevêtrent poussant leurs hymnes éperdus
Et nul témoin n'entend, seul au-dessus des sphères ;
Se croiser dans la nuit tous ces sanglots perdus !
Et c'est toujours ainsi, sans but, sans espérance...
La Loi de l'univers, vaste et sombre complot
Se déroule sans fin avec indifférence
Et c'est à tout jamais l'universel sanglot !

JULES LAFORGUE, *Le Sanglot de la Terre*



L'EAU D'AILLEURS

Les océans sont rares dans le système solaire. On pense qu'un océan pourrait être présent sous la glace d'Europe (satellite de Jupiter). Mars aurait eu ses océans, mais le peu d'eau restant sur

la planète est pour une bonne part aujourd'hui gelé au pôle. Des lacs de méthane pourraient être présents sur Titan (satellite de Saturne). Enfin, les comètes contiennent de l'eau ; ce sont elles qui auraient apporté le précieux liquide présent sur Terre. V.R.

AUTREFOIS NOUS TRAVAILLIONS LA TERRE
MAINTENANT C'EST LA TERRE QUI NOUS TRAVAILLE

MICHEL LEFEBVRE

LES MARÉES RALENTISSENT LA TERRE

La Lune est, avec le Soleil, l'astre le plus important de notre ciel. Ses effets sur la Terre sont nombreux : par exemple, l'allongement de la durée des jours terrestres, par l'intermédiaire des marées, notamment océaniques. Les déplacements d'eau provoquent des frottements qui ralentissent notre planète, en particulier quand le relief du fond de l'océan est accentué.

Ces frottements éloignent aussi la Lune (d'environ 3 cm par an, mesurés par des lasers tirés sur une cible à la surface de la Lune). Ils contribuent également à mélanger les différentes couches de l'océan, de températures et salinités différentes (et donc se mélangeant peu à priori). On pense que ce mécanisme contribuerait pour près de la moitié au mélange vertical des masses d'eau. Or ce mélange est fondamental pour la circulation océanique dite thermohaline, qui redistribue la chaleur de l'équateur vers les pôles. Les mesures altimétriques fournissent des indices précieux pour quantifier ces phénomènes, par la connaissance des marées, mais aussi par le calcul des reliefs sous-marins qu'elles permettent.

V. R.

En haut,
Assemblée divine
sur l'Olympe :
Hermès avec
sa mère Maïa.
Détail de la face
B d'une amphore
à panse attique à
figures rouges,
v. 500 av. J.-C.
© Staatliche
Antikensamm-
lungen, Munich.

Page de droite,
la déesse Nout
protège la Terre
de ses bras.
Chaque soir,
elle avale l'astre
solaire qui
traverse son corps
(disque rouge)
pour renaître de
son sexe le matin
sous la forme
d'un disque blanc
ailé. Plafond
astronomique
de la tombe de
Ramsès VI dans
la vallée des Rois
(Égypte).
© J.D Dallet



MARCHE FUNÈBRE POUR LA MORT DE LA TERRE



Ô convoi solennel des soleils magnifiques,
Nouez et dénouez vos vastes masses d'or,
Doucement, tristement, sur de graves musiques,
Menez le deuil très lent de votre sœur qui dort.

Les temps sont révolus ! Morte à jamais, la Terre,

Après un dernier rôle (où tremblait un sanglot !)
Dans le silence noir du calme sans écho,
Flotte ainsi qu'une épave énorme et solitaire.
Quel rêve ! est-ce donc vrai ? par la nuit emporté,
Tu n'es plus qu'un cercueil, bloc inerte et tragique
Rappelle-toi pourtant ! Oh ! l'épopée unique !...
Non, dors, c'est bien fini, dors pour l'éternité.
Ô convoi solennel des soleils magnifiques,
Nouez et dénouez vos vastes masses d'or,
Doucement, tristement, sur de graves musiques,
Menez le deuil très lent de votre sœur qui dort.
Et pourtant souviens-toi, Terre, des premiers âges,
Alors que tu n'avais, dans le spleen des longs jours,
Que les pantoums du vent, la clameur des flots sourds,
Et les bruissements argentins des feuillages.
Mais l'être impur paraît ! Ce frêle révolté
De la sainte Maïa déchire les beaux voiles
Et le sanglot des temps jaillit vers les étoiles...
Mais dors, c'est bien fini, dors pour l'éternité. [...]

JULES LAFORGUE, *Le Sanglot de la Terre*



(L'OCÉAN MESURÉ

*Humboldt et Bonpland
dans la forêt vierge
(par Ender).*

*Né au cœur de
l'Allemagne, Alexander
von Humboldt
(1769-1859) reçut une
éducation scientifique
et littéraire très large,
en « honnête homme »
du siècle des Lumières.*

*Il conduisit une
grande partie de son
exploration scientifique
avec son ami*

*Aimé Bonpland,
(à droite), explorateur
et botaniste français.*

*© Berlin -
Bränderburgischer
Akademie der
Wissenschaften, Berlin.*





DÉRIVE DES CONTINENTS

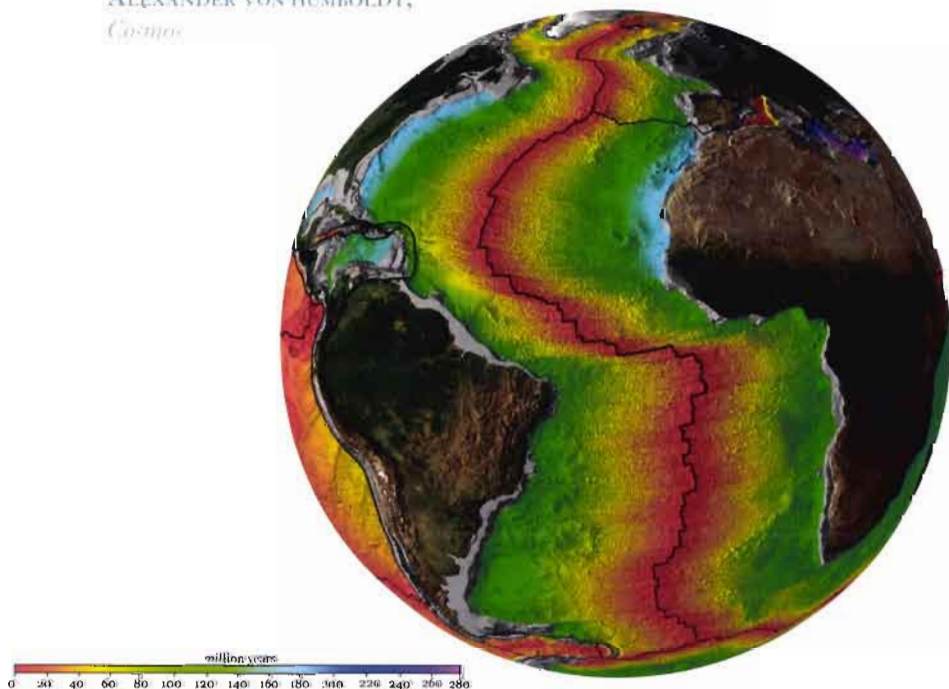
Qui oserait affirmer aujourd'hui que nous connaissons avec précision la partie de l'atmosphère qui n'est pas de l'oxygène, Que des millièmes de substances gazeuses ne sont pas mêlées A l'azote ; qu'on ait même découvert le nombre entier de forces qui existent dans l'univers ?

Notre océan Atlantique présente toutes les traces qui caractérisent la formation d'une vallée. On dirait que le choc des eaux s'est dirigé d'abord vers le nord-est puis vers le nord-ouest puis encore vers le nord-est. Le parallélisme des côtes situées au nord du 10^e degré de latitude australe, les angles saillants et les angles rentrants des terres opposées, la convexité du Brésil tournée vers le golfe de Guinée, celle de l'Amérique opposée au golfe des Antilles, tout en un mot conforme ces vues qui peuvent d'abord paraître téméraires [...]. Depuis longtemps j'ai fait remarquer combien la comparaison des côtes occidentales de l'Afrique et de l'Amérique du sud offre d'intérêt pour la géognosie [...]. Malgré ces analogies et ces contrastes, il n'est pas donné à la science de scruter bien profondément les grands phénomènes qui ont dû présider à la naissance des continents. Ce que nous savons se réduit à ceci : la cause agissante est une force souterraine. Les continents n'ont pas été formés d'un seul coup.

ALEXANDER VON HUMBOLDT,

Cosmos

Âge de la lithosphère océanique. Muller, R.D., C. Gama, and W.R. Roest, 2008. Image Elliot Lim & Jesse Varner, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, Univ. of Colorado & NOAA National Geophysical Data Center.



TEMPÉRATURES ET COURANTS

Il n'est guère douteux aujourd'hui que les eaux froides inférieures des régions équinoxiales n'y soient amenées par des courants sous-marins venant des zones polaires (...). Qui ne voit par exemple, que la profondeur où l'on trouvera le maximum de froid, nous dirons plus, tel ou tel autre degré de température, doit dépendre, sous chaque parallèle, d'une manière assez directe de la profondeur totale de l'Océan, pour qu'il y soit permis d'espérer que cette dernière quantité se déduira tôt ou tard de la valeur des sondes thermométriques ? Jonathan Williams reconnut que l'eau est plus froide sur les bas-fonds qu'en pleine mer. Humboldt et John Davay confirmèrent la découverte de l'observateur américain. Sir Humphry Davy attribuait ce curieux phénomène, non à des courants sous-marins qui arrêtés dans leur marche remonteraient le long des accores du banc et glisseraient ensuite à la surface, mais au rayonnement. Par voie de rayonnement, surtout quand le ciel est serein, les couches supérieures de l'Océan doivent certainement se refroidir beaucoup ; mais tout refroidissement, si ce n'est dans les régions polaires où la mer est à près de 0° de température, amène une augmentation de densité et un mouvement descendant des couches refroidies. Supposez un océan sans fond ; les couches en question tombent jusqu'à une grande distance de la surface et doivent en modifier très peu la température ; mais sur un haut-fond, lorsque les mêmes causes opèrent, les couches refroidies s'accumulent et leur influence peut devenir très sensible.

(...) Les météorologistes accueilleront avec empressement des mesures comparatives de la température des eaux superficielles prises en pleine mer et au-dessus des hauts-fonds (...); surtout ils doivent désirer de voir déterminer à l'aide du thermométographe, la température de la couche qui repose immédiatement sur la surface des hauts-fonds eux mêmes.

FRANÇOIS ARAGO, Comptes-rendus de l'Académie des Sciences

L'activité des pêcheurs du Pérou (sardine, anchois, et chinchar) est très réduite lorsque sévit El Niño. L'IRD et l'Institut de la Mer du Pérou, ont étudié ces fluctuations.

© IRDI
Pierre Fréon



HUMBOLDT

Humboldt découvrit le courant marin portant son nom qui explique pourquoi les eaux sont si froides sur les côtes péruviennes. Il fut aussi un des premiers à émettre l'idée de la dérive des continents. Dans son ses cinq volumes de Cosmos (1845), il a essayé d'unifier les différentes branches de la connaissance scientifique.

ARAGO

Astronome, physicien, pédagogue et grand vulgarisateur scientifique, François Arago (1786-1853) est une des grandes figures de la vie scientifique et politique de la première moitié du XIX^e siècle. Il travaillait à l'Observatoire Paris avec Humboldt dont il partageait l'idéal politique, la grande curiosité et la rigueur scientifiques. C. J.



Cette image MODIS montre l'embouchure de l'Amazonie, au nord du Brésil.

En vrai couleur l'eau riche en sédiments, en fausse couleur la mer bleue nuit et la végétation en vert aux reflets dorés.

© Jacques Descloutres, MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC

ENTRE CONTINENT ET OCÉAN

Déterminer les flux d'éléments chimiques entre continent et océan est fondamentale : ces éléments sont en majorité transportés par les sédiments, produits de l'érosion et déposés par les fleuves sur le littoral. De cette quantification dépend une meilleure gestion de la qualité des eaux (douces comme marines) et la contrainte des flux « terre-mer » qui jouent un rôle essentiel dans le contrôle du climat.

C. J.

CAMPAGNE AMANDES

6 AVRIL 2008

17 h. Appareillage de l'Antéa de Cayenne.

Mise en route bouée Argos du CNES à 17 h 23.

Route sur P4 Cap 26 à 3-4 N pour arriver au mouillage vers 5 h.

ADCP lancé en « bottom track ». Thermo salinomètre OK.

Problème de transpondeur (Jacques) et Radecc (Marc) en court circuit.

Cap vers le Brésil. Frontière franchie à l'instant. Il est 23h le 7/04.

NUIT DU 8 AU 9 AVRIL

Arrivés de nuit hier soir mardi à la (très grande) embouchure de l'Amazonie.

Il pleut, la mer est boueuse, on ne voit pas les rives.

C'est immense. Drôle d'ambiance, lourde et moite. Restent 80 milles pour Macapa, soit 10 h environ avec une longue partie face au courant. Pour l'instant, on fait route à 6,7N mais le courant favorable aidera à accélérer à la renverse.

9 AVRIL

20 h au large de Macapa. Rafael, un militaire brésilien doit monter à bord. C'est la règle : tant que l'observateur du pays qui nous accueille dans ses eaux territoriales n'est pas à bord, pas le droit de collecter le moindre échantillon. Comme si l'eau ne se moquait pas des frontières ! Ces règlements absurdes rigidifient le système...

On a dépassé l'équateur de 3 milles. Nous voilà dans l'hémisphère sud. Peu importe que ce soit dans l'eau douce, le bord nous prépare un baptême... soigné.

10 ET 11 AVRIL

Longue descente de Macapa à l'embouchure, de nuit, en évitant les troncs d'arbres charriés par un fleuve grondeur. À l'aube nous touchons le gradient salin. Que d'eau, que d'eau ! Marc a déjà pris plus de 2000 litres avec, en prime, la « crème de vase » : 12 h pour filtrer 20 litres ! L'Antea est un bateau particulièrement sensible. Le matin la cabine peut être devenue ennemie: tout déplacement sans se tenir est périlleux. Seule issue pour enfiler un short sans s'emmêler les pieds : s'asseoir. On sort alors convaincu que le temps s'est très dégradé durant la nuit. Surprise: mer plate, pas de vent non plus. Dur navire ! Reste que l'équipage est très sympa et très compétent. Ambiance familiale et bonne cuisine.

13 ET 14 AVRIL

Mer jaune dorée, ciel gris plomb, lignes de grains noirs... une géographie inhabituelle et toujours cette chaleur : l'Amazonie.

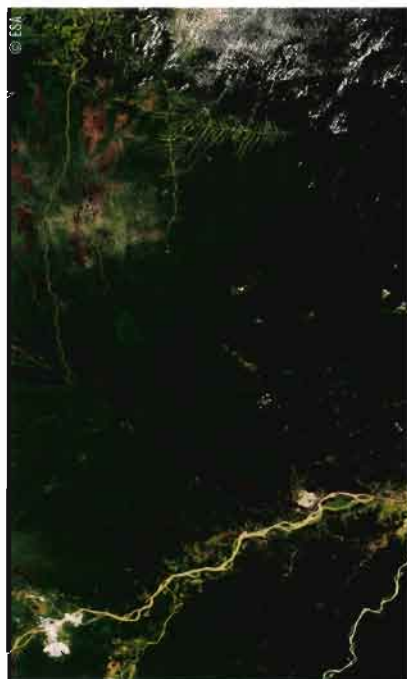
Un bateau pilote rouge et blanc est venu rechercher Rafaël à Macapa. Photos diplomatiques, sourires et poignées de main. Pas eu le temps pour le baptême qui dérange un peu les marins... car en « eau douce ». On remonte au nord. Peu de mer, mais bien assez pour mettre en branle le manège de chevaux de bois qu'est le navire. Je suis scotchée, accrochée à mon clavier, les fesses serrées sur ma chaise pour ne pas valser dans le PC scientifique. Les malades sont retournés à leur bannette, les autres bossent.

CATHERINE JEANDEL, *Journal de Bord Amandes*

ATYPIQUE

Le goût du large
se rapproche de la rive,
La boue suit le fleuve qui luit
en eau vive,
Ce miroir qui fait de moi
ce que je suis
La mer n'est plus la même
vue depuis la nuit
Quand le ciel fuit l'horizon
Lorsque la pluie nous couvre
Dans le cycle des saisons

Le cœur de la rivière s'ouvre
Les yeux à jamais dans
la marée
Mon corps à la dérive amarré
A ce trop grand rocher
Grande dame au mécanisme
rythmé
Tu me dévores
et tu m'animes
En ton sein je finirais
HUGO PRADALIER



COLLABORATIONS

L'embouchure de l'Amazonie est un idéal pourvoyeur de matière : long de plus de 8000 km, le fleuve apporte à lui seul 18% des eaux douces à l'océan mondial et délivre à l'Atlantique des milliards de tonnes d'éléments naturels mais aussi des contaminants comme le mercure. La circulation sur le plateau est très complexe, soumise à de violents courants océaniques et de marée. Les équipes impliquées dans AMANDES (AMazone-ANDES, IRD/CNRS/ANR) ont collaboré pour tracer le devenir des espèces chimiques entre continent et océan en associant les mesures de campagne en mer, les données satellites et la modélisation. C. J.



COUPLAGES ÉCHANGISTES

Fantaisies pour couplages échangistes « océan-O- atmosphère-A- »

L'atmosphère : pourquoi vouloir nous accoupler à tout prix ?

Nous ne sommes tout d même pas du même milieu.

L'océan renchérit : atmosphère, est-ce que j'ai une gueule d'atmosphère ?

Pourtant en chuchotant : il paraît qu'ILS connaîtraient les vents ?

Je ne suis pas au courant.

Certains disent qu'ILS déterminent même les courants ? J'en ai eu vent.

Qui vous l'a dit ? Coriolis ; ce déviationniste !

L'atmosphère : nous en perdons la santé, je vais de dépression en dépression.

L'océan : j'étais pacifique, ils m'entraînent dans des tourbillons sans fin.

Eh man ! Cela peut emmener loin, si on se laisse faire la spirale va nous faire toucher le fond.

On manque de personnel, autrefois les néréides faisaient la circulation.

Circulez, il n'y a rien à voir.

Pourtant avec leurs satellites, ILS surveillent ? Dites qu'ILS surveillaient !

Avec leurs orbites de parking, c'est trop cher, ils ne bougent plus de géostationnaires.

Pourtant on en a vu défiler pendant des décennies.

Moi aussi j'en ai vu mais c'était dans des défilés de mode, tantôt barotrope tantôt barocline parfois même baroque ; cela ne manquait pas de sel.

Mais c'est toujours pareil, on prend des bonnes résolutions et que ressort-il de tout cela ? Des tops modèles.

Même la marée qui disparaît, où VA TEL ? Je vous le demande.

Avec tout cela le climat est devenu malsain, irrespirable, ils disent. Quel culot !

Mais ils n'écourent pas ; même si je hurle ou je rugis, ils s'en moquent comme du degré 40.

Ils vont se lasser

Pensez-vous, ils vont s'acclimater, vous verrez.

MICHEL LEFEBVRE, *Les Argonautes*



La Surfrider Foundation Europe mène des actions de sensibilisation à la protection et la mise en valeur de l'océan, des vagues et du littoral : lutte contre la pollution, information au grand public, sensibilisation des plus jeunes
© D.R.

LES ÉPONGES

Dis comment cela se fait ;
la mer reçoit sans arrêt de
l'eau des fleuves, la pluie,
comment cela se fait qu'elle
ne déborde pas ?

Réponse du père à bout
d'arguments :

Et les éponges, tu y as pensé ?

FERNAND RAYNAUD





LE COMPAS

La France a ouvert un compas,
l'a posé sur l'équateur et sur le pôle.
Sous les pieds de chaque citoyen
il passe un méridien.
Les hommes sont égaux, les méridiens
le sont aussi.

La voilà enfin cette unité de mesure
fondée sur le plus grand et le plus
invariable des corps que l'homme
puisse mesurer : le globe terrestre
lui-même !

Quel plaisir il y aura pour un père de
famille de pouvoir se dire : le champ
qui fait subsister mes enfants est une
certaine proportion du globe.
Je suis dans cette proportion-là
copropriétaire du monde.

MATHURIN LOUIS-ETIENNE SÉDILLEZ

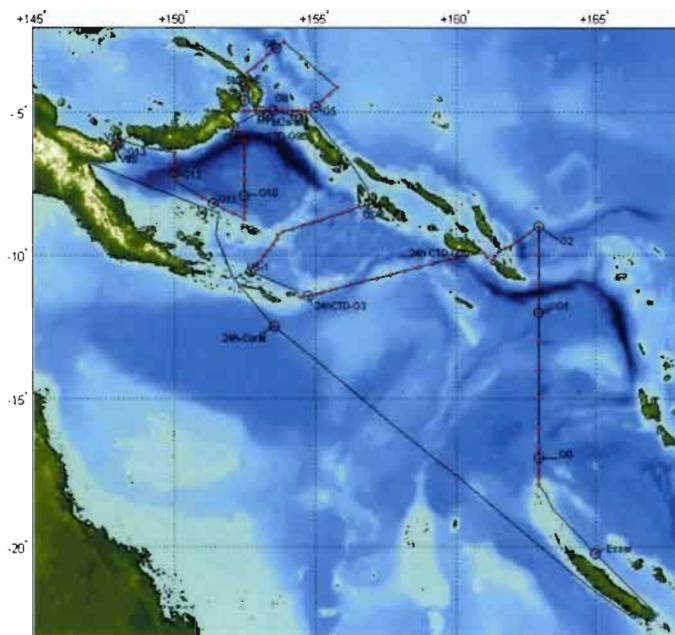
Discours à l'Assemblée Nationale



MESURES

Faire bonne mesure
Se mesurer à
Donner toute sa mesure
Manquer de mesure
Un emploi du temps à sa mesure
Tailler sur mesures
Battre la mesure
Avoir commune mesure
Prendre les mesures qui s'imposent
Se passionner outre mesure
Dépasser la mesure
Prendre des mesures préventives
Ne pas présumer de ses forces, mesurer sa force
Se dépenser sans mesure
Ne mesurer ni son temps ni sa peine
Prendre la mesure de ses possibilités
Ne plus se mesurer
Fausse morale : « l'homme est à la mesure
de toute chose »
Prendre pour modèle
Prendre la mesure d'un modèle ses mensurations
Mesurer l'étendue du problème
Dans une large mesure...

MICHEL LEFEBVRE, *Les Argonautes*



Ci-dessus, carte du tracé de la campagne PANDORA et mise à l'eau d'une ligne de mouillage instrumentée depuis l'arrière du navire « Atalante » lors de la campagne PANDORA.

©Marc Souhaut/
CNRS, LEGOS

CAMPAGNE PANDORA

Tranche de vie d'une campagne océanographique : Pandora à bord de l'Atalante, été 2012.

« - PC de passerelle : On est en station, vous pouvez mettre à l'eau.

- PC de treuil : Prêts.

- Treuil de PC : OK. Sonde en surface.

- PC de treuil : surface !

- Treuil de PC : OK. On descend à 3 500 m.

- PC de Treuil : 3 500 m, bien reçu !

S'ensuit une heure de silence pendant laquelle la « CTD » et la « rosette » filent au bout du câble actionné par le matelot de quart qui manœuvre le treuil. Puis la litanie reprend.

- PC de treuil : 3 500 m.

- Treuil de PC : On remonte à 2 750 m. Un instant s'écoule.

- PC de treuil : 2 750 m ! »

Un court silence... puis une nouvelle profondeur est demandée par le PC et le « treuil » s'exécute. A chaque nouvelle profondeur, une bouteille de prélèvement de la rosette est fermée, piégeant douze litres d'eau de la dite profondeur... Cet échange de propos par micro entre le PC (Commande scientifique), la passerelle (Commande navigation) et le matelot aux commandes du treuil se produit plusieurs fois par 24 h lors d'une campagne océanographique. Il rythme la vie du bateau, tant pour l'équipage requis pour les manœuvres que pour les chercheurs, avides de mesures et d'eau.

PANDORA ET COURANTS ÉQUATORIAUX

Les immenses courants qui parcourent le Pacifique Sud d'est en ouest se heurtent aux côtes australiennes et de Papouasie, ce qui les fait bifurquer. La veine qui part vers le nord traverse la Mer des Salomons, au sein laquelle des mélanges d'eau et des changements chimiques se produisent. Ces eaux quittent la Mer des Salomons par le nord pour fertiliser les courants équatoriaux. Décoder les processus qui modifient ces eaux est fondamental pour comprendre les liens entre ces jets, leur composition chimique et le climat. C. J.

Il permet le déploiement de capteurs mesurant température, conductivité, pression, oxygène... ces capteurs étant eux-mêmes surmontés d'une couronne de vingt-quatre bouteilles (appelée rosette) dont la fermeture – commandée électriquement à chaque palier – permet d'échantillonner de l'eau de mer aux différentes profondeurs lors de la remontée. Lorsque la sonde revient à bord, c'est le temps du prélèvement. Forte activité autour de la rosette : il s'agit de collecter des échantillons de toutes les profondeurs pour mesurer qui l'oxygène, qui les nutritifs, qui le CO₂ ou encore les radionucléides, voire en surface la chlorophylle... ambiance bon enfant ou lasse de fatigue, on s'affaire, ça bruisse, l'eau coule, les flacons sont agités, filtrés, fermés... en une heure la rosette est vidée, prête à repartir.

Pendant la campagne Pandora en Mer des Salomons (27 juin - 7 août 2012, Atalante), 112 profils de CTD-rosette ont été réalisés. De jour comme de nuit, la sonde a été envoyée dans les abysses, ramenée à bord et collectée. Des pompes autonomes ont été déployées, pour échantillonner des particules en suspension grâce à la filtration *in situ* de grands volumes. Onze mouillages équipés d'instruments de mesure ont aussi été laissés pour dix-huit mois pour mesurer vitesse et direction des courants à des points stratégiques...

CATHERINE JEANDEL, *Journal de bord Pandora*

Ci-dessous, retour à bord de la CTD/ Rosette tractée par le treuil, avant la collecte d'échantillons dont certains seront traités dans les cuves vertes au premier plan.



Saint-Exupéry devant l'avion avec lequel il tentera le raid Paris-Saigon, en 1935, et qu'il racontera dans le journal *L'Intransigeant*. Texte que l'on trouve dans *Terre des hommes*. © Photothèque Le Soleil.



CIRCULATION THERMOHALINE

Les eaux venues des Tropiques coulent en se refroidissant en mer de Norvège. Ces eaux profondes, froides et salées parcourent ensuite le fond des océans (Atlantique, Antarctique, Indien et Pacifique), telles un tapis roulant avant de se réchauffer et de remonter vers la surface dans l'océan Pacifique et Indien, pour ensuite suivre le chemin inverse, en surface, et s'appliquer à boucler leur long trajet. On estime qu'une molécule d'eau fait le circuit entier en environ 1000 ans. Cette circulation « thermohaline » est en quelque sorte le chauffage central de notre planète. Elle modère les extrêmes climatiques, mais peut changer avec le climat.

V.R.



PENTE VERS LA MER

Et par contre, si je communique à mes hommes l'amour de la marche sur la mer, et que chacun d'eux soit ainsi en pente à cause d'un poids dans le cœur, alors tu les verras bientôt se diversifier selon leur mille qualités particulières. Celui-là tissera des toiles, l'autre dans la forêt par l'éclair de sa hache couchera l'arbre. L'autre, encore, forgera des clous, et il en sera quelque part qui observeront les étoiles afin d'apprendre à gouverner. Et tous cependant ne seront qu'un. Créer le navire ce n'est point tisser les toiles, forger les clous, lire les astres, mais bien donner le goût de la mer qui est un, et à la lumière duquel il n'est plus rien qui soit contradictoire mais communauté dans l'amour. C'est pourquoi toujours je collabore, ouvrant les bras à mes ennemis pour qu'ils m'augmentent, sachant qu'il est une altitude d'où le combat ressemblerait à l'amour. Créer le navire, ce n'est point le prévoir en détail. Car si je bâtis les plans du navire, à moi tout seul, dans sa diversité, je ne saisis rien qui vaille la peine. Tout se modifiera en venant au jour et d'autres que moi peuvent s'employer à ces inventions. Je n'ai point à connaître chaque clou du navire. Mais je dois apporter aux hommes la pente vers la mer. ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY, extrait de *Citadelle*

MISSIONS ALTIMÉTRIE

Née de l'intuition de quelques scientifiques dans les années 1980, l'altimétrie permet aujourd'hui de mesurer la hauteur des océans, de mieux connaître les vagues, courants marins et marées, le relief des fonds océaniques, le débit des grands fleuves ou encore la variation d'épaisseur des glaces. Elle est devenue indispensable en contribuant à la protection des activités humaines et en alimentant les modèles scientifiques cherchant à comprendre le changement climatique.

Les missions de haute technologie lancées aujourd'hui s'appuient sur une coopération étroite entre les agences spatiales comme le CNES ou l'ESA, les scientifiques, les industriels et les utilisateurs.

Notre rôle de partenaire industriel a changé. De marins embarqués dans une belle aventure, réalisant des instruments conformes aux attentes des scientifiques, nous sommes devenus partie prenante de la préparation du voyage. Aujourd'hui, sur des missions comme Jason, Sentinelle 3, SARAL ou SWOT nous imaginons ensemble les instruments, les cartes, les itinéraires qui nous permettront d'améliorer la qualité et le traitement des mesures, d'atteindre des destinations inconnues et porteuses d'espoir pour l'Homme. Et alors, « Tout devient chemin, route et fenêtre sur autre chose que soi-même ».

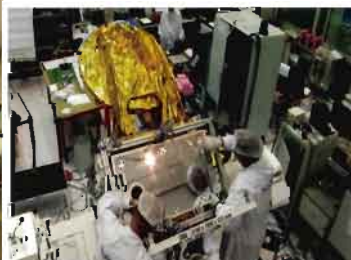
PIERRE DE CHÂTEAU-THIERRY, Témoinage

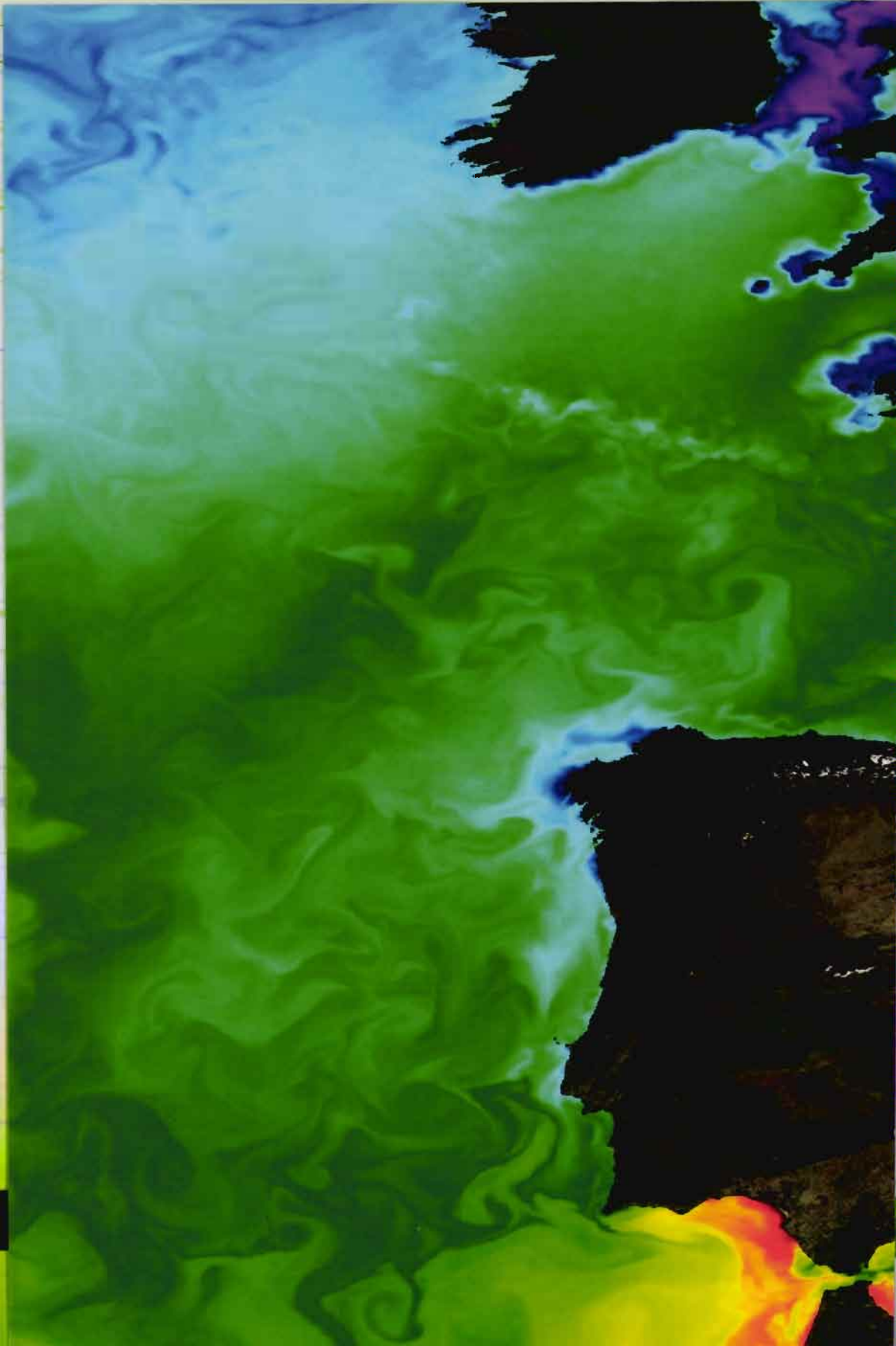


ALTIMÉTRIE

Cette technique permet de mesurer la hauteur instantanée de la mer à l'aide d'un radar embarqué sur un satellite, par exemple POSEIDON-3 sur le satellite JASON-2. L'onde qu'il émet se réfléchit sur la surface de la mer et lui est renvoyée. On peut ainsi déterminer la distance entre le satellite et la surface de la mer ainsi que la rugosité de la surface et la hauteur des vagues. Ci-dessous, la charge utile du satellite franco-indien SARAL, avec l'altimètre AltiKa.

SARAL, le radar altimètre mesure les glaces depuis 2010. Ici, lors de tests sur le site de Thales Alenia Space, Toulouse. © J.D. Dallet et S.C.







L'Océan Modélisé)

*Température de surface
en Atlantique.
Instantané de la
« machine océan »
qui fige le cycle
diurne et celui
des marées, ainsi que
les tourbillons et les fronts
de l'Océan Atlantique.
Source : Modèle
océanique régional
au 1/36 de degré -
Mercator Océan*

7° C

15° C

23° C



LA PHYSIQUE

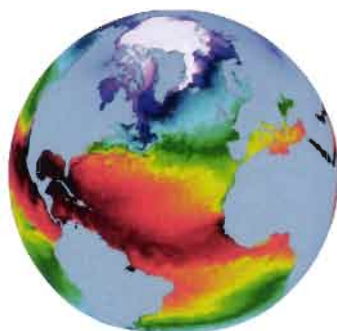
Socrate dit à Cébès :

XLV [...] Écoute donc mon exposé. Dans ma jeunesse, Cébès, dit-il, j'avais conçu un merveilleux désir de cette science qu'on appelle la physique. Il me semblait que c'était une chose magnifique de connaître la cause de chaque chose, ce qui la fait être, ce qui la fait périr, ce qui la fait exister. Et souvent je me suis mis la cervelle à la torture pour étudier des questions comme celles-ci : est-ce lorsque le chaud et le froid ont subi une sorte de fermentation que, comme le disaient quelques-uns, les êtres vivants se forment ? Est-ce le sang qui fait la pensée, ou l'air, ou le feu, ou aucun de ces éléments, et n'est-ce pas le cerveau qui nous donne les sensations de l'ouïe, de la vue et de l'odorat ? N'est-ce pas de ces sensations que naissent la mémoire et l'opinion, et n'est-ce pas de la mémoire et de l'opinion, une fois devenues calmes, que naît la science ? Je cherchais aussi à connaître les causes de corruption de tout cela ainsi que les phénomènes célestes et terrestres.



*L'École d'Athènes
(détail), par Raphaël,
vers 1510, Musée du
Vatican.*

*À droite, Euclide
dessinant sur
une ardoise.
©Jean-Pol
Grandmont*



OCÉAN EN ÉQUATION

Un modèle est une description mathématique, par des équations, de phénomènes physiques. Dans le cas de l'océan, le modèle décrit les mouvements de l'eau et de l'air à la surface de la Terre, ainsi que les transports de chaleur et de sels qui leurs sont associés. En pratique, pour résoudre ces équations complexes, l'océan est « découpé » en des milliers de petites boîtes, les mailles du modèle. Les équations sont alors calculées par ordinateur en chacune de ces « boîtes », pour prévoir ce qui s'y passera dans les jours suivants : courant, température, salinité...

V. R.

Mais à la fin je découvris que pour ce genre de recherche j'étais aussi mal doué qu'on peut l'être. Et je vais t'en donner une preuve sensible.[...]

XLVII [...] Car, avançant dans ma lecture, je vois un homme qui ne fait aucun usage de l'intelligence et qui, au lieu d'assigner des causes réelles à l'ordonnance du monde, prend pour des causes l'air, l'éther, l'eau et quantité d'autres choses étranges. Il me sembla que c'était exactement comme si l'on disait que Socrate fait par intelligence tout ce qu'il fait et qu'ensuite, essayant de dire la cause de chacune de mes actions, on soutint d'abord que, si je suis assis en cet endroit, c'est parce que mon corps est composé d'os et de muscles, que les os sont durs et ont des joints qui les séparent, et que les muscles, qui ont la propriété de se tendre et de se détendre, enveloppent les os avec les chairs et la peau qui les renferme, que, les os oscillant dans leurs jointures, les muscles, en se relâchant et se tendant, me rendent capable de plier mes membres en ce moment et que c'est la cause pour laquelle je suis assis ici les jambes pliées.

C'est encore comme si, au sujet de mon entretien avec vous, il y assignait des causes comme la voix, l'air, l'ouïe et cent autres pareilles, sans songer à donner les véritables causes, à savoir que, les Athéniens ayant décidé qu'il était mieux de me condamner, j'ai moi aussi, pour cette raison, décidé qu'il était meilleur pour moi d'être assis en cet endroit et plus juste de rester ici et de subir la peine qu'ils m'ont imposée. Car, par le chien, il y a beau temps, je crois, que ces muscles et ces os seraient à Mégare ou en Béotie, emportés par l'idée du meilleur, si je ne jugeais pas plus juste et plus beau, au lieu de m'évader et de fuir comme un esclave, de payer à l'État la peine qu'il ordonne.

PLATON, *Phédon*



LE SAVOIR

J'ai toujours trouvé fort téméraire de vouloir limiter ce que la nature peut faire et sait faire en le mesurant aux capacités humaines ; de la nature les esprits les plus spéculatifs ne peuvent connaître le plus petit effet. Cette vaine prétention de comprendre le tout vient forcément de ce qu'on a jamais compris quelque chose ; quand on a, ne fût-ce qu'une fois, fait l'expérience de comprendre une seule chose parfaitement et goûté vraiment au savoir, on sait alors que de l'infinité des autres conclusions, on n'en comprend pas une.

GALILÉE, Dialogue sur les deux grands systèmes du monde

« Galilée 1610, le messager céleste » spectacle de La compagnie Théâtre Extensible & Prodigious. © D.R

Page de droite, le courant des Aiguilles le long de la côte sud-est de l'Afrique. Sa rencontre avec les courants plus froids de l'Atlantique Sud provoque de vastes tourbillons dans le sud de cet océan. Source : modèle global de l'océan au 12^{ème} de degrés - Mercator Océan.

L'ESSENCE DES CHOSES

Sagredo :

Il faut bien avouer que vouloir traiter les questions naturelles sans géométrie, c'est tenter l'impossible.

Simplicio :

Ne pas trop se fier aux subtilités mathématiques. Elles sont vraies dans l'abstrait, elles ne correspondent pas à la matière sensible et physique.

Il ne s'agit pas de remettre en cause la certitude des démonstrations mathématiques mais il faut accepter qu'il résulte de l'imperfection de la matière que les choses prises dans le concret ne correspondent pas aux choses considérées dans l'abstrait :

la pesanteur

Qu'est-ce que la pesanteur ?

Réponse de Simplicio :

C'est la cause de la chute des graves

Réplique de Salviati :

Vous vous trompez signor Simplicio.

Ce que vous devez dire, c'est que chacun sait, qu'on l'appelle pesanteur.

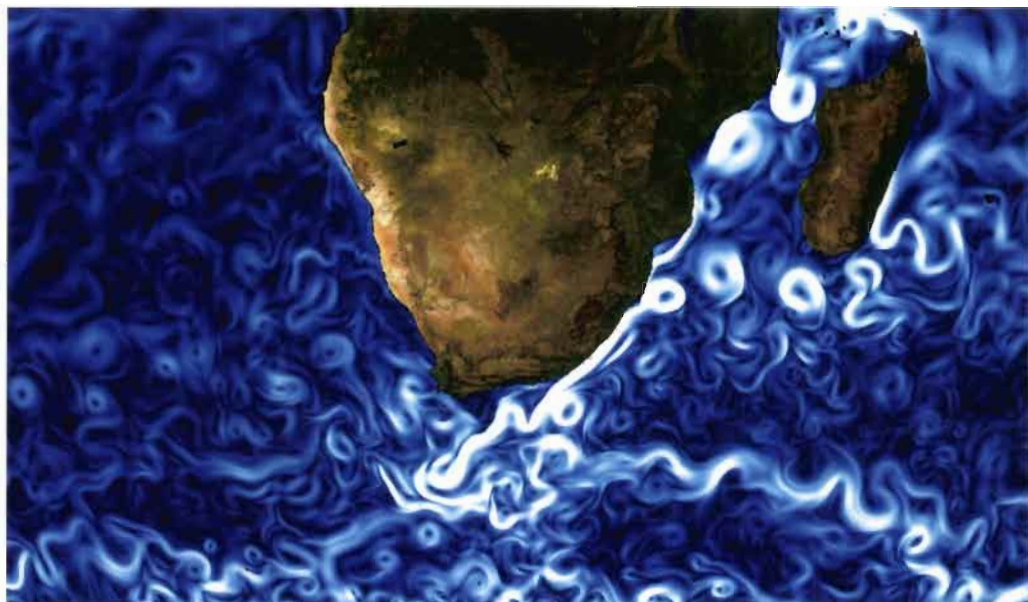
Mais ce que je vous demande, ce n'est pas le nom, c'est l'essence de la chose, vous n'en savez pas plus que l'essence de ce qui fait tourner les étoiles [...] mais ce n'est pas cela qui nous fait comprendre quel est le principe ou la vertu, qui meut la pierre vers le bas, pas plus que nous ne savons ce qui la meut vers le haut quand elle s'est séparée du lanceur, ou ce qui meut la lune en rond.

GALILÉE, Dialogue sur les deux grands systèmes du monde

GALILÉE

Pourtant commandé par le Pape Urbain VIII, la publication du « Dialogue entre les deux systèmes du monde » par Galilée en 1632 lui valut un procès en hérésie pour y avoir affiché sa préférence pour la théorie héliocentrique. Celle-ci est portée par le personnage de Salviati, Florentin éclairé, face à Sagredo, Vénitien sans opinion et Simplicio qui croit au géocentrisme...et est sans doute l'image de l'Église. A 69 ans, Galilée dû renier ses théories pour ne pas finir sur un bûcher. Le pape le condamna à l'isolement...ce qui lui permit de continuer ses recherches dans la discrétion jusqu'à sa mort.

C. J.



PRÉVOIR L'OcéAN

Dès 1997, l'ambition du projet d'océanographie opérationnelle Mercator se déploie au niveau international avec l'expérience Godae (Global Ocean Data Assimilation Experiment), sous l'égide de l'Unesco, première expérience d'océanographie opérationnelle intégrée au niveau mondial. Mercator sert d'exemple. Il en devient la composante française et inscrit définitivement dans ses gènes sa vocation internationale. Les satellites montrent le chemin. Dès 1998, les cartes de la topographie des océans tracées par Topex/Poseidon et ERS (projet Ssalto/Duacs) sont pour la première fois élaborées et diffusées en temps réel : les grands courants océaniques s'animent en direct sous nos yeux.

Toulouse, mercredi 17 janvier 2001, matin. Les océanographes de l'équipe Mercator émettent leur premier bulletin de prévision océanique ; ils décrivent avec 15 jours d'avance l'état de l'Atlantique Nord et Tropical dans toutes ses dimensions : courants, température et salinité, en surface comme en profondeur. Ils cartographient la position et l'intensité des grands courants transatlantiques comme le Gulf Stream, celles des anticyclones et dépressions océaniques qui en perturbent le cours, mesurent au nord la plongée dans les abysses des eaux de surface froides et salées, ou dans les tropiques le chassé-croisé des courants et contre-courants équatoriaux. Un océan d'hiver dans tous ses états comme on ne l'avait jamais vu...

PIERRE BAHUREL, *Mercator Océan*



MERCATOR

C'est le 26 juin 1995, à La Chapelle Aubareil, dans le Périgord, à l'initiative de Michel Lefebvre et de Jean-François Minster, qu'une trentaine d'océanographes rassemblent les pièces du puzzle : un océan sous observation continue des satellites altimétriques Topex/Poseidon et ERS, des équipes de recherche à la pointe en matière de modélisation et d'assimilation, des premières maquettes de systèmes de prévision, une mosaïque de compétences au sein des organismes publics français (CNES, CNRS, Ifremer, IRD, Météo-France, Shom)... et une ambition commune jusque là inaccessible : décrire et prévoir l'océan de façon opérationnelle, comme la météo décrit l'atmosphère. Le projet s'appellera « Mercator ».

CONTROVERSE

Dans la perplexité où j'étais, je crus que je n'avais rien à faire de mieux que de m'adresser aux philosophes pour m'éclaircir ces mystères. Je m'imaginai qu'eux du moins pourraient m'expliquer tout ce qu'il en était. Je choisis donc les meilleurs d'entre eux, autant que je pouvais en juger à l'austérité de leur physionomie, à la pâleur de leur teint et à la longueur de leur barbe ; car je les avais reconnus de suite pour de vrais haut-parleurs et connaisseurs du ciel. Je me remis donc entre leurs mains et après leur avoir versé comptant une forte somme, et m'être engagé à payer le reste à la fin du cours, je comptais bien qu'ils m'apprendraient à spéculer sur les phénomènes célestes et m'expliqueraient l'ordonnance de l'univers. Mais bien loin de me tirer de mon ancienne ignorance, ils me jetèrent dans une incertitude encore plus grande en ne m'enseignant que des principes, de fins, d'atomes, de vide de matière, d'idées et de mots du même genre, dont ils m'étourdissaient tous les jours. Mais ce qui m'embarassait le plus, c'est que, tout en n'étant d'accord l'un avec l'autre sur aucun point et tout en professant des opinions opposées et contradictoires, ils ne prétendaient pas moins me persuader et me gagner chacun à leur système.../...

.../... L'ami.

Ce que tu dis est bien étrange. Comment des hommes en possession de la science pourraient-ils être en désaccord sur la doctrine et n'avoir pas sur les mêmes choses les mêmes opinions.

Menippe.

Ah ! Mon ami ; tu riras bien quand tu auras entendu leurs fanfaronnades et leurs discours charlatanesques. Leurs pieds n'avaient pas quitté le sol et ils ne s'étaient pas élevés plus haut que nous qui restons sur la terre : leur vue non plus n'était pas la plus perçante que celle de leurs voisins.

Quelques-uns même, soit vieillesse, soit inertie y voyaient à peine, et, malgré cela, ils assuraient qu'ils apercevaient distinctement les bornes du ciel. Ils mesuraient le soleil, marchaient dans l'espace au-dessus de la lune, et, comme s'ils étaient tombés des astres, ils en décrivaient les dimensions et les formes. Il arrivait souvent qu'ils ignorent combien il y a de stades d'Athènes à Mégare et ils osaient dire qu'elle est en coudées, la distance de la lune au soleil. Ils mesuraient la hauteur de l'air, les profondeurs de la mer, la circonférence de la terre, ils traçaient des cercles, dessinaient des triangles sur des carrés, avec je ne sais combien de sphères, et mesuraient, ma foi, le ciel lui-même. [...]

LUCIEN DE SAMOSATE, *Iconoménippe ou Le Voyage aérien*

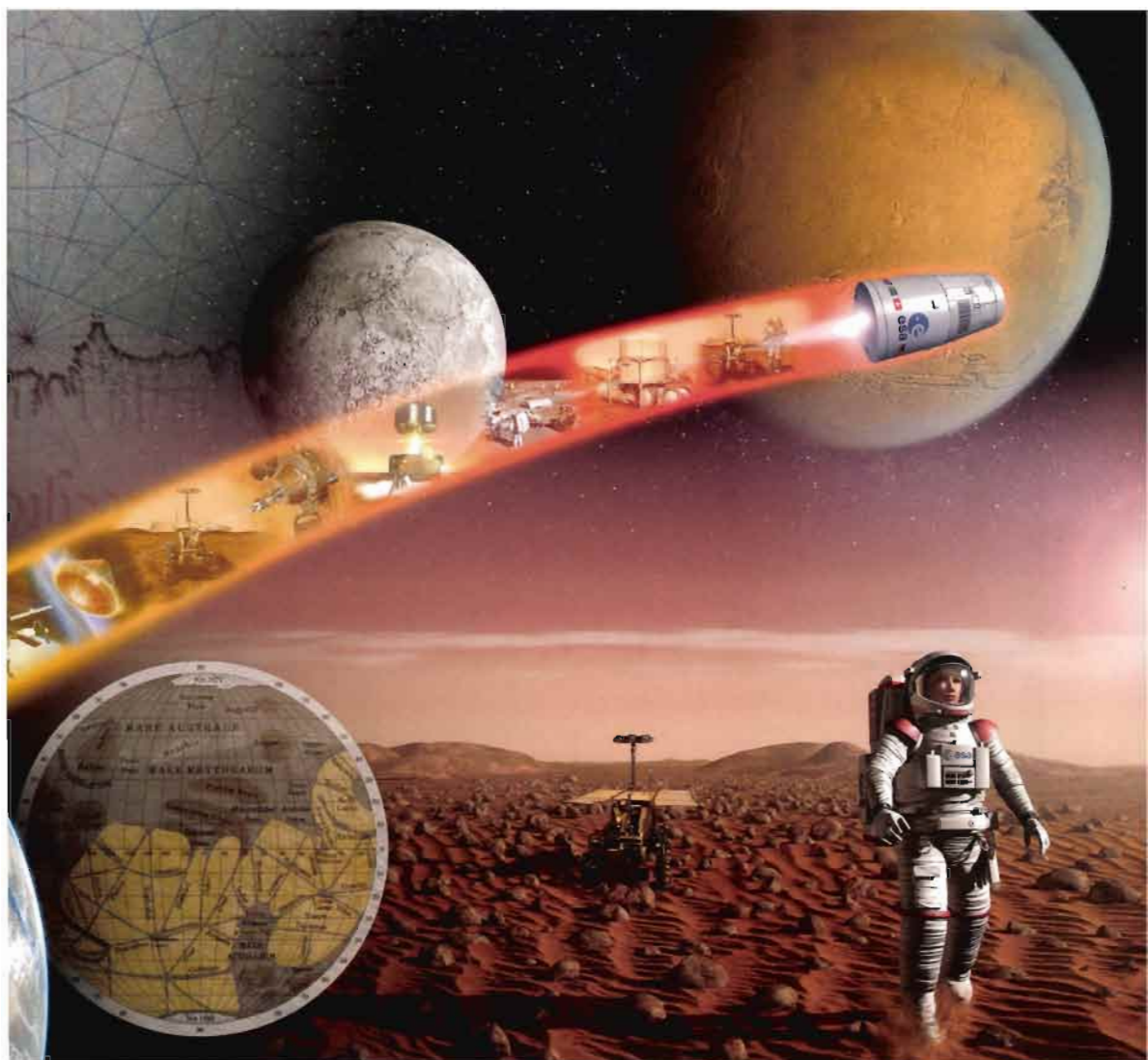


Faut-il envoyer des missions humaines sur Mars ou en rester à des missions automatisées (ci-dessus le projet Atoua de l'ESA) ?

Ce genre de débat contradictoire fait partie de l'avancée des idées scientifiques. En revanche, certaines controverses

construites sur de faux arguments (ex: climato-scepticisme) entravent les bénéfices que la société pourrait tirer de ces avancées.

© ESA



VENTS ET MARÉES

L'océan bouge et circule pour de nombreuses raisons. Les vents, bien sûr, entraînent l'eau en surface, créant des courants. L'évaporation, les pluies, la température de l'air, sa pression... contribuent à mélanger les eaux de l'océan dans sa profondeur. La rotation de la Terre, elle-même, fait tourner les courants, comme les vents, dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord pour les courants chauds (dans le sens inverse dans l'hémisphère Sud). L'attraction de la Lune et du Soleil, de son côté, crée les marées et leurs courants.





A full-page photograph of a scuba diver in a dark blue ocean. The diver is positioned in the upper half of the frame, facing left, with a bright light illuminating the scene. Below the diver is a dense and colorful coral reef. The reef is composed of various types of coral, including branching corals in shades of pink, red, and purple, and more solid, rounded corals in red and orange. Numerous small, bright orange fish are swimming throughout the reef. The background is a deep, clear blue, suggesting a healthy underwater environment.

L'OCÉAN RESSENTI

Plongeur dans les récifs coralliens des îles Spratleys, dans le sud de la Mer de Chine. Le monde sous-marin est un des derniers espaces offrant une nature sauvage. Un écosystème à préserver pour sa beauté, mais aussi sa richesse biologique et son rôle dans la machine climatique.

© Geographika



Le Mont Saint-Michel et sa baie environnante durant les grandes marées. Image acquise le 3 mai 2012 par le satellite du CNES Pléiades lancé en décembre 2011. © Cnes 2012/ Astrium Services/ Spot Image



LA MER

Ce n'est point au moment du passage de l'astre influent que la mer lui cède. Elle n'a pas l'empressement d'une obéissance servile. Il lui faut du temps pour sentir et suivre l'ébranlement.

Il faut qu'elle appelle à elle les eaux paresseuses, qu'elle vainque leur force d'inertie, qu'elle attire, entraîne les plus éloignées. La rotation de la terre, si terriblement rapide, déplace incessamment les points soumis à l'attraction. Ajoutez que l'armée des flots, dans son mouvement d'ensemble, a toutes les contrariétés des obstacles naturels, îles, caps, détroits, directions si variées des rivages, les obstacles non moins résistants des vents, des courants, les rivalités des fleuves de la terre, qui, tombés des monts, emportés par leurs pentes rapides, selon les fontes de neige et cent accidents imprévus, viennent se jeter au travers et changer le mouvement régulier en luttes terribles. L'Océan ne cède pas. Le déploiement de forces que font les grandes rivières n'est pas pour l'intimider. Les eaux qu'on pousse sur lui, il les rembarre, les ramasse, les roule en montagne, jusqu'à Rouen, jusqu'à Bordeaux, dans une si grande violence, qu'on dirait qu'il va leur faire remonter les montagnes mêmes.[...]



Mais sous ce mouvement extérieur la mer en a d'autres au dedans, ceux des courants qui la traversent à telle ou telle profondeur. Superposés à des étages différents, ou coulant latéralement en sens opposés, courants chauds, contre-courants froids, ils exécutent entre eux la circulation de la mer, l'échange des eaux douces et salées, la *pulsation* alternative qui en est le résultat. Le chaud *bat* de la ligne au pôle, le froid du pôle à l'équateur.

Est-ce à dire que ces courants, assez distincts et peu mêlés, puissent se comparer strictement, comme on l'a fait quelquefois, aux vaisseaux, veines et artères, des animaux supérieurs ? Non pas sans doute à la rigueur. Mais ils ont quelque ressemblance avec la circulation moins déterminée que les naturalistes ont trouvée récemment chez quelques êtres inférieurs, mollusques, annélides. Cette circulation *lacunaire* supplée, prépare la *vasculaire*; le sang s'épanche en courants avant de se faire des canaux précis.

Telle est la mer. Elle semble un grand animal arrêté à ce premier degré d'organisation.

JULES MICHELET *extrait de La Mer*

LA GOUTTE DE PLUIE

Je cherche une goutte de pluie
 Qui vient de tomber dans la mer.
 Dans sa rapide verticale
 Elle luisait plus que les autres
 Car seule entre les gouttes
 Elle eut la force de comprendre
 Que, très douce dans l'eau salée,
 Elle allait se perdre à jamais.
 Alors je cherche dans la mer
 Et sur les vagues, alertées,
 Je cherche pour faire plaisir
 A ce fragile souvenir
 Dont je suis seul dépositaire.
 Mais j'ai beau faire, il est des choses
 Où Dieu même ne peut plus rien
 Malgré sa bonne volonté
 Et l'assistance sans paroles
 Du Ciel, des vagues et de l'air.
 Tu peux être content
 De ta sereine peau
 Qui sous l'immense ciel
 Sait te garder au chaud,
 Et de ce grain de sel
 Au bout de ton museau.

JULES SUPERVIELLE
La Fable du monde

MOESTA ET ERRABUNDA

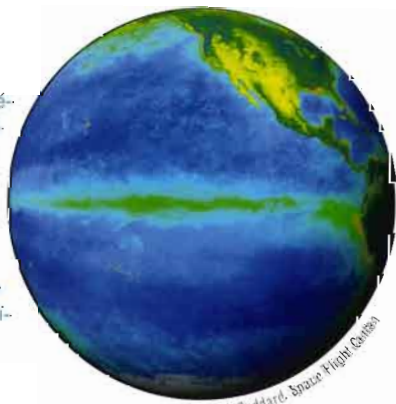
Dis-moi, ton cœur parfois
 s'envole-t-il, Agathe,
 Loin du noir océan de
 l'immonde cité,
 Vers un autre océan où
 la splendeur éclate,
 Bleu, clair, profond, ainsi
 que la virginité ?
 Dis-moi, ton cœur parfois
 s'envole-t-il, Agathe ?
 La mer, la vaste mer,
 console nos labeurs !
 Quel démon a doté la
 mer, rauque chanteuse
 Qu'accompagne
 l'immense orgue
 des vents grondeurs,
 De cette fonction sublime
 de berceuse ?
 La mer, la vaste mer,
 console nos labeurs !

CHARLES BAUDELAIRE
Les Fleurs du mal



COULEUR DE LA MER

Comme sur les continents, la vie fleurit à la surface des océans : la présence de sels minéraux et la lumière du soleil permettent le développement d'algues microscopiques, jusqu'au million par ml d'eau. Comme sur terre, l'océan présente des déserts qui contrastent avec des régions très fertiles : les eaux des premiers vont laisser pénétrer profondément la lumière et être « indigo », les secondes plutôt « vertes ». Des capteurs embarqués sur les satellites et capables de détecter différentes longueurs d'onde restituent à l'observateur cette géographie marine et ses changements saisonniers. Les océanographes en déduisent les masses de carbone ainsi piégées dans la vie marine.



© NASA/SeaWiFS. Source: Flight Camera

LA MER

La mer brille comme une coquille ;

On a envie de la pêcher.

La mer est verte, La mer est grise,

Elle est d'azur,

Elle est d'argent et de dentelle.

PAUL FORT, *Ballades françaises*



EN MER, CE QUI NOUS GOUVERNE

En mer, ce qui nous gouverne est invisible.

Le temps ne se voit pas, la pression atmosphérique, les latitudes et longitudes ne se voient pas.

La seule chose que l'on voit, c'est la mer et le ciel entre lesquels nous sommes là, nous, terriens pris entre les deux couches.

Pour le reste, il existe toute une série d'appareils, porteurs de formules magiques qui sont aussi précieux qu'un litre d'eau au Sahara. Ils te permettent de traduire l'invisible qui nous nargue et nous terrifie.

A l'affût comme des gardes surveillant un feu de camp en pleine nuit. Surveillant le temps. Le temps ne tient qu'à un fil, celui du trait rouge du baromètre holostérique enfermé dans le coffre de verre de la timonerie. J'aimais à regarder le dessin de ses courbes comme la preuve que je n'étais pas le seul à respirer.

Cela m'a toujours étonné, nous petits hommes respirant l'air comprimé dans les gigantesques poumons de l'atmosphère, symbolisé par le chétif trait rouge sensible au moindre éternuement de la planète.

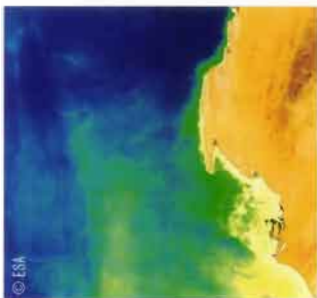
SYLEF, Caruets d'un marin

Yachting in the
Mediterranean,
huile de
Julius Leblanc
Stewart (1896).
Collection privée.



UPWELLING

Pourquoi la mer est si froide au Portugal, le long de la côte mauritanienne (ci-dessous) ou en Californie? Parce qu'elles sont soumises à un « upwelling ». Ce phénomène résulte de l'action du vent qui, en frottant la surface de l'eau, la chasse vers le large. Pour des raisons propres aux fluides, la direction de poussée de l'eau est perpendiculaire à celle du vent (en Mauritanie celui du nord chasse l'eau vers l'ouest). Cette eau chaude est remplacée par une d'origine plus profonde remontant en surface (« upwell »)... et donc bien plus froide et riche en sels nutritifs. C. J.



ENVIE DE DIRE

Envie de dire haut et fort que le monde est là et qu'il est beau et pas uniquement pollué, condamné, fichu.

Je ne dis pas cela à la manière du doux rêveur inconscient mais guidé par un instinct sûr qui me pousse de temps en temps à échapper aux préoccupations du monde.

Amis terriens restons sourds un instant à toutes les prophéties du malheur dont le monde fait commerce, fermons la porte de nos pensées à ceux qui nous assènent que le monde meilleur se conquiert, se décrète, se contrôle.

Que cessent de traverser nos corps sensibles, tous ces leurres du bonheur que le vaisseau de l'humanité traîne dans le brouillard de la trajectoire du progrès.

Que ceux qui gesticulent pour les générations futures ou autres bonnes intentions arrêtent de colporter leur mauvaise conscience auprès d'innocents qu'ils contaminent de leur mal-être.

Que les stratèges en communication arrêtent de faire répéter aux bavards professionnels des mots comme équilibre économique ou biodiversité que leurs discours ont vidé de leur sens.

Chassons un instant de nos pensées le spectre carcéral des filets dérivants, la guerre des quotas, le pillage aveugle des ressources profondes.

Arrêtons de croire que la mer a de la fièvre, qu'elle est pleine de boutons, d'isotopes, de métaux lourds...

Oublions que le fond des océans est en expansion,



IL ME SEMBLE

Il me semble que je n'étais qu'un enfant jouant sur une plage, m'amusant à trouver ici ou là un galet plus lisse ou un coquillage plus beau que d'ordinaire, tandis que, totalement inconnu, s'étendait devant moi le grand océan de la vérité...

ISAAC NEWTON

que la circulation thermo-haline, el Nino et autres upwellings sont les moteurs d'une machine climatique qui a des ratés.

Cessons avec l'obsession culturelle laissons vivre nos neurones saturés de tous les créneaux de la communication, de la politique, de l'environnement, de la peur, de la science, du futur de rentabilité, de la consommation, de la performance...

Arrêtons un instant de chercher à savoir !!!

Nous avons surtout besoin de ressentir !!!

Assis comme un enfant sur la grève, regardons la mer avec notre cœur, avec nos rêves, avec insouciance, allons la renifler, sentir sa puissance et son infinie liberté, l'écouter en paix et partager avec elle la magie du voyage millénaire de ses gouttes d'eau.

Oh la mer s'il te plait lave-nous du monde.

Ce jour d'insouciance heureuse j'ai renoué avec les forces intrinsèques et les vertus de l'Océan qui nous survivra et qui peut nous aider à penser un avenir meilleur.

Cette supplique parue dans ce magazine grand public m'a valu beaucoup de messages de sympathie.

Et j'ai repris mon canot de pèlerin

JEAN-LOUIS ÉTIENNE, *Le Pôle intérieur*



Page de gauche, après avoir atteint le pôle Nord en traîneau (1986), dérivé quatre mois sur la banquise à bord du Polar Observer (2002), Jean-Louis Etienne a réussi en 2010 la première traversée de l'océan Arctique en ballon. © General Arctic Observer

Ci-dessus, détruite par un ouragan en 1954 la plage de Misquamicut (Connecticut) a retrouvé son calme. © Juhancolton



LE COQUILLAGE

On m'a offert un coquillage.
 Il y chante une mer de
 mappemonde
 et l'eau emplit mon cœur
 avec ses petits poissons
 d'ombre et d'argent.
 On m'a offert un coquillage.

FREDERICO GARCIA LORCA

Poète :



*Ci-dessus,
 El Roque aux
 îles Canaries
 (Espagne) est
 un « spot »
 apprécié
 des surfeurs
 © J.D. Dallet*

LE PORT

Toute la mer va vers la ville !
 La mer pesante, ardente et libre,
 Qui tient la terre en équilibre;
 La mer que domine la loi des multitudes,
 La mer où les courants tracent les certitudes ;
 La mer et ses vagues coalisées,
 Comme un désir multiple et fou,
 Qui renversent les rocs depuis mille ans debout
 Et retombent et s'effacent, égalisées;
 La mer dont chaque lame ébauche une tendresse
 Ou voile une fureur ; la mer plane ou sauvage ;
 La mer qui inquiète et angoisse et oppresse
 De l'ivresse de son image.
 Toute la mer va vers la ville !

EMILE VERHAEREN

Extrait de Les villes tentaculaires.

UNE OU DEUX MARÉES ?

Pour la plupart des riverains de l'Atlantique, la marée est un phénomène qui se produit deux fois par jour. Mais certains endroits dans le monde ne connaissent qu'une marée par jour (Golfe du Mexique, Mer de Chine, Pacifique Nord, Océan Austral...). D'autres, plus rares, ont parfois jusqu'à trois, voire quatre, marées dans la même journée.



MAZU, DÉESSE DE LA MER

Voilà plus de mille ans, une belle jeune fille du nom de Mazu naquit à Xianliang, petit port de la baie de Meizhou au sud est de la Chine.

Initiée très tôt aux secrets du taïchisme, intelligente et courageuse Mazu avait bon cœur et soignait ses congénères avec des herbes médicinales. Grâce à ses bonnes connaissances en astronomie, elle prévoyait l'évolution des conditions météorologiques et en informait pêcheurs.

La légende raconte qu'en cas de tempête, elle chevauchait les nuages au-dessus des flots déchainés et inversait les marées, sauvant du naufrage pêcheurs et marchands.

Touchés par sa gentillesse, ses bonnes actions et ses pouvoirs magiques, les habitants de la ville finirent par la considérer comme la fille du Dragon, la déesse de la mer. Malheureusement, Mazu mourut à l'âge de 28 ans.

Les pêcheurs de la baie de Meizhou lui édifièrent un temple pour la vénérer et lui offrir des sacrifices. Peu à peu des milliers d'autres temples furent construits, partout où vivait une communauté chinoise. Notamment à Hong Kong, dans l'île de Cheung Chau. Aujourd'hui Mazu, Déesse de la Mer est vénérée comme la protectrice de tous les gens de mer.

TRADITIONNEL

En Asie, Mazu la déesse de la mer protège les pêcheurs. Ci-dessus dans l'île de Cheung Chau, à Hong Kong.
© J.D. Dallet





*«Je comprends ici ce qu'on appelle gloire : le doit d'aimer sans mesure». Cette phrase extraite de l'essai «Noces à Tipaza» est gravée sur la stèle érigée à la mémoire d'Albert Camus (1913-1960) à Tipaza. Les ruines de cette ville fondée par les Carthaginois et située à 50 km d'Alger, sont classés au patrimoine mondial.
© D.R.*

NOCES À TIPASA



Bien pauvres sont ceux qui ont besoin de mythes. Ici les dieux servent de lits ou de repères dans la course des journées. Je décris et je dis : « Voici qui est rouge, qui est bleu, qui est vert. Ceci est la mer, la montagne, les fleurs. » Et qu'ai-je besoin de parler de Dionysos pour dire que j'aime écraser les boules de lentisques sous mon nez ? Est-il même à Déméter ce vieil hymne à quoi plus tard je songerai sans contrainte : « Heureux celui des vivants sur la terre qui a vu ces choses. » Voir, et voir sur cette terre, comment oublier la leçon ? Aux mystères d'Éleusis, il suffisait de contempler.

Ici même, je sais que jamais je ne m'approcherai assez du monde. Il me faut être nu et puis plonger dans la mer, encore tout parfumé des essences de la terre, laver celles-ci dans celle-là, et nouer sur ma peau l'étreinte pour laquelle soupirent lèvres à lèvres depuis si longtemps la terre et la mer. Entré dans l'eau, c'est le saisissement, la montée d'une glu froide et opaque, puis le plongeon dans le bourdonnement des oreilles, le nez coulant et la bouche amère - la nage, les bras vernis d'eau sortis de la mer pour se dorer dans le soleil et rabattus dans une torsion de tous les muscles ; la course de l'eau sur mon corps, cette possession tumultueuse de l'onde par mes jambes - et l'absence d'horizon. Sur le rivage, c'est la chute dans le sable, abandonné au monde, rentré dans ma pesanteur de chair et d'os, abruti de soleil, avec, de loin en loin, un regard pour mes bras où les flaques de peau sèche découvrent, avec le glissement de l'eau, le duvet blond et la poussière de sel.

ALBERT CAMUS, *Noces*

INVOCATION, 3

Poésie pour accompagner la marche d'une récitation
en l'honneur de la Mer

Poésie pour assister le chant d'une marche au pourtour
de la Mer

Comme l'entreprise du tour d'autel et la gravitation du chœur
au circuit de la strophe

Et c'est un chant de mer comme il n'en fut jamais chanté,
et c'est la Mer en nous qui le chantera :

La Mer, en nous portée, jusqu'à la satiété du souffle
et la péroration du souffle,

La Mer, en nous, portant son bruit soyeux du large
et toute sa grande fraîcheur d'aubaine par le monde.

Poésie pour apaiser la fièvre d'une veille au périple de mer.

Poésie pour mieux vivre notre veille au délice de mer.

Et c'est un songe en mer comme il n'en fut jamais songé,
et c'est la Mer en nous qui le songera :

La Mer, en nous tissée, jusqu'à ses ronceraies d'abîme, la Mer,
en nous, tissant ses grandes heures de lumière et ses grandes
pistes de ténèbres —

Toute licence, toute naissance et toute respiscence, la Mer !
la Mer ! à son afflux de mer,

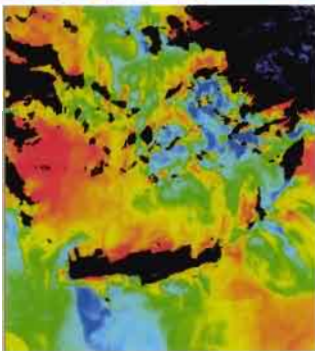
Dans l'affluence de ses bulles et la sagesse infuse de son lait,
ah ! dans l'ébullition sacrée de ses voyelles — les saintes filles !
les saintes filles !

La Mer elle-même tout écume, comme Sibylle en fleur
sur sa chaise de fer...

SAINT-JOHN PERSE, *Amers*

*Les vagues
assurent un rôle
primordial dans
les interactions
entre l'océan et
l'atmosphère car
elles déterminent
(et sont aussi
déterminées par)
le «frottement»
du vent à la
surface de
l'océan. © D.R.*





INFRAROUGES

Une surface chauffée émet dans les infrarouges pour les températures que l'on rencontre à la surface de la terre. C'est le principe des lunettes à vision nocturne, ou des mesures qui permettent de connaître les défauts d'isolation d'une maison. Mais on peut également utiliser ce phénomène pour mesurer la température de la surface de la Terre par satellite, océan compris (sauf quand il y a des nuages). C'est une des mesures par satellite les plus anciennes, souvent réalisée par des satellites météorologiques (la température des océans ayant une grande importance dans la prévision du temps qu'il fera près de ces masses d'eau). V. R.

NAGE

Il me semble que je me reconnais quand je rentre dans cette eau universelle. Je n'ai rien à voir avec les moissons, les labours ; rien pour moi dans les *Géorgiques*. Mais se mouvoir dans le mouvement, agir jusqu'aux orteils, se retourner dans une masse pure et profonde, boire et souffler de l'eau amère, fraîche et folle en surface, calme dans sa profondeur ! c'est pour moi le jeu divin plein de signes et de forces où tout mon corps se donne, se comprend, s'épuiserait. Je saisis l'eau à pleins bras, je l'aime, je la possède, j'enfante avec elle mille étranges idées. Alors/En elle/, je suis l'homme que je veux être. Par elle mon corps devient l'instrument direct de l'esprit et fait mon esprit. Je m'éclaire par là. Je comprends à merveille ce que l'amour aurait pu devenir avec moi, si les dieux l'eussent voulu. Excessif du réel. Mes caresses sont connaissance. Mes actes – Je ne possède jamais assez. Donc, nage, mets-toi sur le dos, donne de la tête dans cette vague qui roule sur toi, avec toi se rompt et te rompt. – Puis je marche sur l'immense plage, buvant le vent. C'est un vent S[ud]-O[uest] qui prend les lames par le travers, les froisse et les couvre d'écailles, de tuiles, de systèmes secondaires, d'ondes réticulées qu'elles emportent, roulent de l'horizon jusqu'à la ligne de rupture – d'écume... – Quel bonheur aux pieds nus, je marche sur le miroir sans cesse repoli par la couche mince d'eau qui se recontracte. Je suis moi-même, et mon système ! Le ciel énorme éternue en moi – Mes réflexes m'enivrent.

PAUL VALÉRY, *In Cahiers, tome II*





BATHYSCAPHE

Tout ceci vous paraître peut-être bien inactuel : vous n'avez aucune chance de plonger vous-même et n'éprouvez par conséquent aucun besoin de vous y préparer. Il est vrai qu'il n'existe encore, de part le monde, que deux bathyscaphes et que seront nécessairement peu nombreux les privilégiés admis à la joie de pouvoir rendre visite à domicile aux animaux abyssaux. Mais cela changera (...) Et nous verrons un jour les pages d'annonces de nos journaux nous recommander les marques les plus sérieuses et les modèles les plus variés : Bathyscaphe le familial 0-2 000 m. Chauffage atomique Hublots Grandchamp indépolissables Piège à crevettes. Télévision Teintes mode : gris requin, rose actinie bleu ptéropode, violet holothurie Idéal pour le week-end Chez tous les bons bathygaragistes.

THÉODORE MONOD, *Bathyfolages*

DE PICARD À CAMERON

En 1948, Auguste Picard conçoit son premier bathyscaphe et le baptise FNRS 2 en reconnaissance au « Fonds national pour la recherche scientifique » belge qui l'a toujours soutenu. Il sera testé au large de Dakar par Picard accompagné de Théodore Monod qui tirera de cette aventure un ouvrage plein d'humour, *Bathyfolages*. Si son bathyscaphe « Le Familial » (lire texte ci-dessous) n'a pas encore vu le jour, la course aux abysses continue.

Le réalisateur de cinéma canadien James Cameron a plongé cette année dans la fosse des Mariannes, à 10994 mètres de profondeur à bord du submersible *Deepsea Challenge*.

Cette capsule verticale, de plus de 7 mètres de haut, a été conçue par une équipe d'ingénieurs australiens avec lesquels le réalisateur avait déjà travaillé au cours de la réalisation de ses films.

Dès 1998 il a commencé à utiliser des submersibles robotisés pour filmer dans les épaves de bateaux. Mais pour descendre à presque 11 000 mètres de profondeur, il faut des matériaux capables de résister à une pression d'au moins 11.000 tonnes par mètre carré.

R. C.

Page de droite, peinture murale dans le port de Newcastle en Irlande du Nord. © *Ardfern*

Ci-dessus, le *Deepsea Challenge* au cours de tests de plongée en Papouasie Nouvelle Guinée. © *Mark Thiessen/ National Geographic*

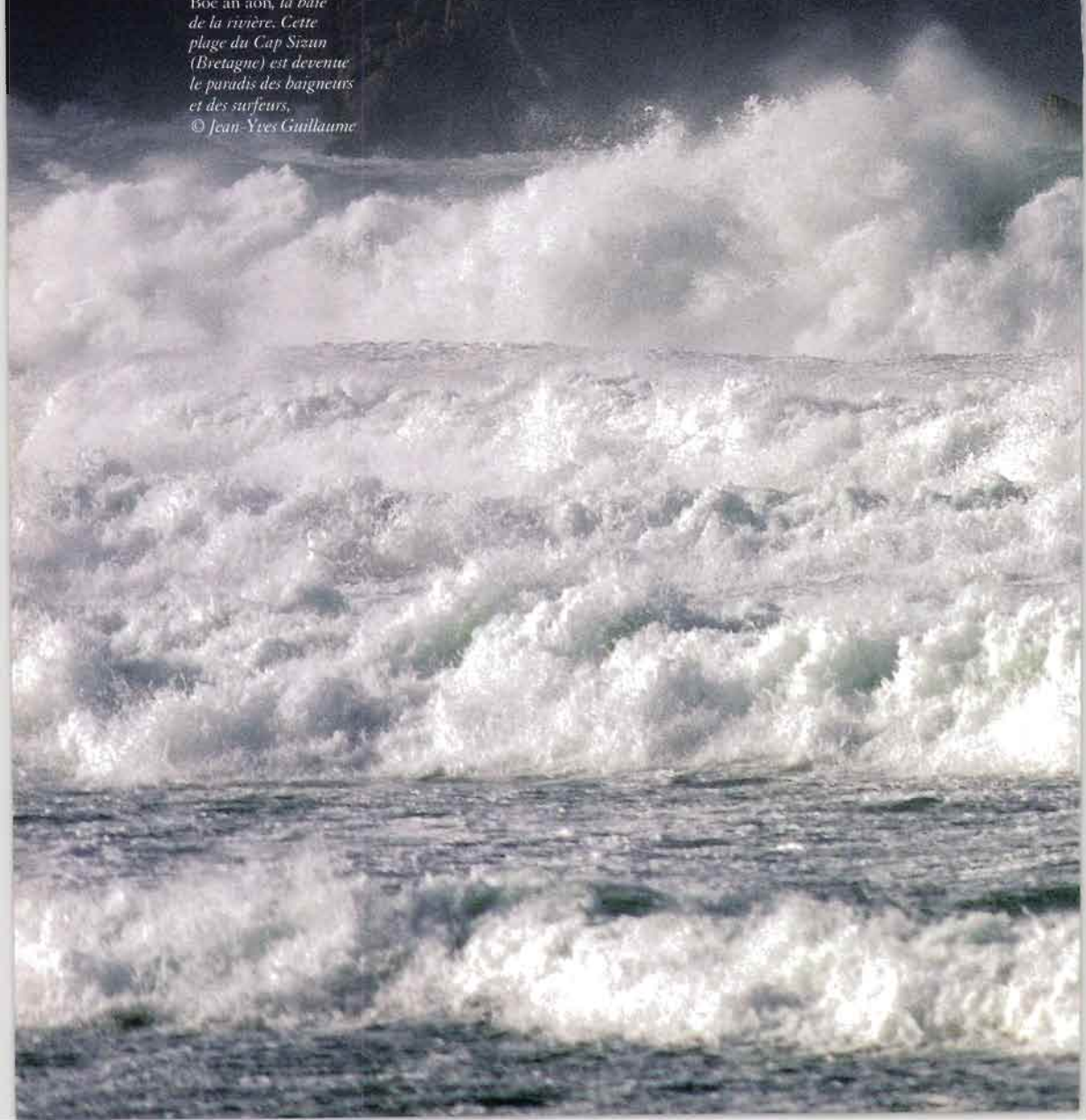
Ci-contre, Auguste Picard et son fils, le professeur d'économie Jacques Picard qui a travaillé avec lui à la mise au point de submersibles. © *D.R.*



(L'OCÉAN DANS TOUS SES ÉTATS

La baie des Trépassés, Boë an Anaon en Breton. Une légende raconte qu'autrefois les cadavres des naufragés s'y échouaient fréquemment. Ce nom sinistre vient d'un abus de langage : elle s'appelait à l'origine Boë an aon, la baie de la rivière. Cette plage du Cap Sizun (Bretagne) est devenue le paradis des baigneurs et des surfeurs.

© Jean-Yves Guillaume





TEMPESTE EN MER

Soudain la mer commença s'enfler et tumultuer du bas abysme ; les fortes vagues batte les flans de nos vaisseaulx ; le maistral, accompagné d'un cole effrené, de noires gruppades, de terribles sions, de mortelles bourrasques, siffler à travers nos antennes ; le ciel tonner du hault, fouldroyer, esclaire, pleuvoir, gresler ; l'air perdre sa transparence, devenir opacque, tenebreux et obscurcy, si que aultre lumiere ne nous apparoissoit que des fouldres, esclairs et infractions des flambantes nuées ; les categides, thielles, lelapes et presteres enflamber tout au tour de nous par les psoloentes, arges, elicies et aultres ejaculations etherées : nos aspectz tous estres dissipez et perturbez ; les horrificques typhones suspendre les montueuses vagues du courant. Croyez que ce nous sembloit estre l'antique Chaos, on quel estoient feu, air, mer, terre, tous les elemens en refractaire confusion.

Panurge, ayant du contenu en son estomach bien repeu les poissons scatophages, restoit acropy sus le tillac, tout affligé, tout meshaigné, et à demy mort ; invocqua tous les benoistz saintcs et saintcs à son ayde, protesta de soy confesser en temps et lieu -, puys s'escria en grand effroy, disant : « Majordome, hau, mon amy, mon pere, mon oncle, produisez un peu de sallé : nous ne boirons tantoust que trop, à ce que je voy. A petit manger bien boire, sera desormais ma devise. Pleust à Dieu et à la benoiste, digne et sacrée Vierge, que maintenant, je diz tout à ceste heure, je fusse en terre ferme bien à mon ayse !

FRANÇOIS RABELAIS, *Gargantua et Pantagruel*



CYCLONES

Un cyclone est un monstre marin : il exige de l'eau à 26°C sur une épaisseur de 50 m au moins pour pouvoir se développer. Sur terre, il perd de sa puissance, non sans avoir fait des dégâts. Un tel phénomène doit être suivi de près pour pouvoir alerter les populations. Pour cela, rien ne vaut les satellites. Les altimètres, en particulier, permettent de repérer des courants chauds (sous forme de tourbillons), susceptibles de modifier la trajectoire et d'augmenter l'intensité d'un ouragan.

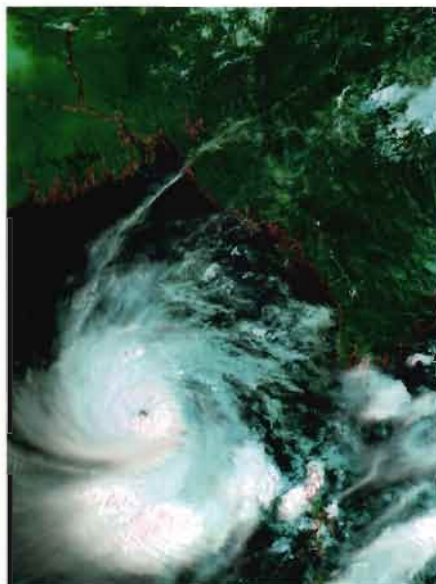
V. R.

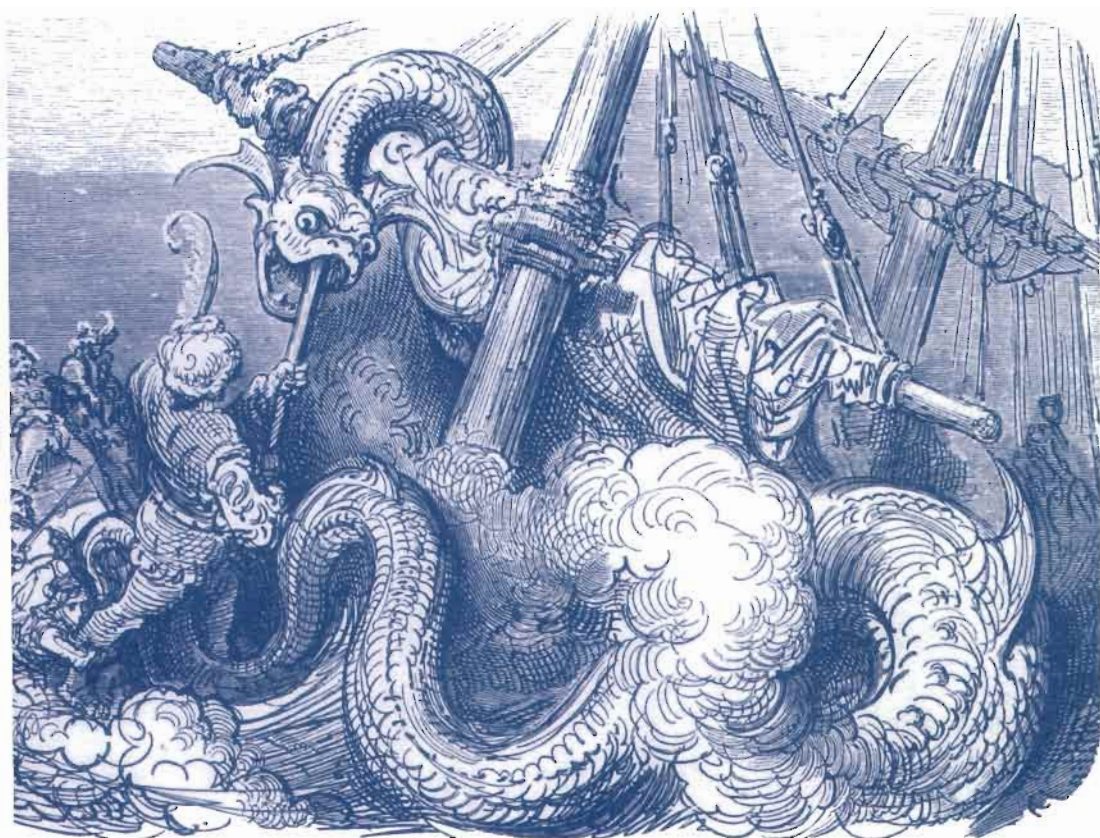


Panurge bravant la tempête, gravure du XIX^e siècle. © D.R

L'instrument MERIS du satellite Envisat a capturé cette image du cyclone Nargis dévastant le golfe du Bengale, au sud du Myanmar (Birmanie) le 1^{er} mai 2008. La catastrophe a fait 138 morts. © ESA

Page de droite; Moby Dick par devianART





CACHALOT GÉANT

Depuis assez longtemps, bien que par intermittence, la Baleine blanche, à l'écart et solitaire, avait hanté ces mers barbares fréquentées surtout par les pêcheurs de cachalots. Tous n'étaient pas au courant de son existence et seul un nombre relativement petit d'entre eux l'avaient vue sachant qui elle était. Plus petit encore le nombre de ceux qui l'avaient attaquée en toute connaissance de cause. Le grand nombre de navires qui partaient en campagne, la débandade qui les éparpillait sur tous les océans du globe, certains d'entre eux cherchant l'aventure sous des latitudes si désolées qu'au cours de douze mois ou plus ils ne rencontraient que rarement ou jamais un seul navire porteur de quelque message, la longueur excessive de chaque voyage, l'irrégularité des départs, bien d'autres raisons directes ou indirectes firent que les nouvelles portant sur la personnalité

de Moby Dick furent longuement empêchées à se répandre parmi les flottes baleinières du monde entier. Sans doute, plusieurs navires rapportèrent avoir rencontré, à telle ou telle époque, ou sous tel ou tel méridien, un cachalot d'une grandeur et d'une malignité inusitées qui, après avoir mis à mal ses assaillants, leur avait complètement échappé.

HERMAN MELVILLE, *Moby Dick*





SÉRÈNER LA TEMPESTE

Je voy, Dilliers, je voy serener la tempeste,
Je voy le vieil Proté son troupeau renfermer,
Je voy le vert Triton s'escayer sur la mer,
Et voy l'Astre jumeau flamboyer sur ma teste :
J'à le vent favorable à mon retour s'appreste,
J'à vers le front du por, je commence à ramer,
Et voy j'à tant d'amis, que ne les puis nommer,
Tendant les bras vers moy, sur le bord faire feste.
Je voy mon grand Ronsard, je le cognois d'ici,
Je voy mon cher Morel, et mon Dorat aussi,
Je voy mon Delahaye, et mon Paschal encore :
Et voy un peu plus loin (si je ne suis deçeu)
Mon divin Mauléon, duquel, sans l'avoir veu,
La grace, le sçavoir, et la vertu j'adore.

JOACHIM DU BELAY, *Les Regrets*

La grande vague de Kanagawa, par l'artiste japonais Hokusai (1760-1849). L'estampe représente trois barges prises dans une forte tempête. C'est la première des 46 qui composent les Trente-six vues du mont Fuji qui influencèrent profondément les peintres européens Monet, Gauguin et Van Gogh.
© D.R.

LES VAGUES



Le soleil ne s'était pas encore levé. La mer et le ciel eussent semblé confondus, sans les mille plis légers des ondes pareils aux craquelures d'une étoffe froissée. Peu à peu, à mesure qu'une pâleur se répandait dans le ciel, une barre sombre à l'horizon le sépara de la mer, et la grande étoffe grise se raya de larges lignes bougeant sous sa surface, se suivant, se poursuivant l'une l'autre en un rythme sans fin. Chaque vague se soulevait en s'approchant du rivage, prenait forme, se brisait, et traînait sur le sable un mince voile d'écume blanche. La houle s'arrêtait, puis s'éloignait de nouveau, avec le soupir d'un dormeur dont le souffle va et vient sans qu'il en ait conscience. Peu à peu la barre noire de l'horizon s'éclaircit : on eût dit que de la lie s'était déposée au fond d'une vieille bouteille, laissant leur transparence aux vertes parois de verre. Tout au fond, le ciel lui aussi devint translucide comme si un blanc sédiment s'en était détaché, ou comme si le bras d'une femme couchée sous l'horizon avait soulevé une lampe : des bandes de blanc, de jaune, de vert s'allongèrent sur le ciel comme les branches plates d'un éventail. Puis la femme invisible souleva plus haut sa lampe [...]. La surface de la mer devint lentement transparente ; les larges lignes noires disparurent presque sous ces ondulations et sous ces étincelles. Le bras qui tenait la lampe l'éleva sans hâte : une large flamme apparut enfin. Un disque de lumière brûla sur le rebord du ciel, et la mer tout autour ne fut plus qu'une seule coulée d'or.

VIRGINIA WOOLF, *Les vagues*



TAST DE MER

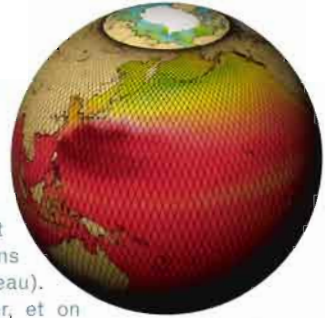
Tandis les vents aient gagné la mer,
Qu'à gros bouillons ils faisaient escumer,
La renversant du fond jusques au feste.
Une importune outrageuse tempeste,
Sifflant, bruyant, grondant et s'eslevant
A grands monceaux sous le soufler du vent [...]
Branle sur branle et onde dessus onde,
Entr'ouvroit l'eau d'une abyme profonde,
Coup dessus coup dans le ciel la pousoit,
Coup dessus coup aux en fers l'abaissoit,
Et, forcenant d'une escumeuse rage.
De flots vouitez couvroit tout le rivage.

PIERRE DE RONSARD, *La Franciade*

RIDES DE L'OcéAN

Pour mesurer le vent par satellite, on utilise ses effets sur l'eau : le moindre vent ride la face de l'eau (comme dit La Fontaine dans *Le chêne et le roseau*).

On utilise un radar, et on mesure l'énergie qui revient au satellite, après s'être réfléchi sur la surface. Plus il y a de vent, plus la surface de l'océan sera rugueuse. Or plus une surface est « rugueuse », plus elle va réfléchir l'onde radar dans toutes les directions. Ce qui en revient au satellite permet de déduire la vitesse du vent, sur tous les océans, et ce quelque soit la météo. Cela même s'il y a des nuages, en particulier, ce qui est généralement le cas lors de tempêtes où le vent souffle fort et où peu de mesures peuvent être faites. Sur certains satellites (« diffusiomètres »), on utilise plusieurs radars émettant dans plusieurs directions pour déterminer aussi la direction de ce vent. V. R.





© Philippe Lijour

MER « ÉNORME »

Longtemps les physiiciens ont pensé qu'aucune vague ne pouvait dépasser les 15 m, faute de quoi elle s'effondrerait sous son propre poids. Et les marins prétendant le contraire étaient considérés comme des affabulateurs. On a aujourd'hui des mesures, par satellite mais aussi par des bouées en pleine mer, qui montrent des hauteurs de vagues dépassant les 18 m. Les conventions internationales appellent maintenant mer « énorme » une mer dont la hauteur de vagues dépasse les 14 m. Ici, une « vague scélérate » déferle sur le super tanker Esso Languedoc dans le courant des Aiguilles (Afrique du Sud). V. R.

LA TEMPÊTE

Il dit; et, du revers de son sceptre divin,
Du mont frappe les flancs : ils s'ouvrent, et soudain
En tourbillons bruyants l'essaim fougueux s'élançe,
Trouble l'air, sur les eaux fond avec violence;
L'Eurus, et le Notus, et les fiers Aquilons,
Et les vents de l'Afrique en naufrages féconds,
Tous bouleversent l'onde, et des mers turbulentes
Roulent les vastes flots sur leurs rives tremblantes.
On entend des nochers les tristes hurlements,
Et des câbles froissés les affreux sifflements;
Sur la face des eaux s'étend la nuit profonde;
Le jour fuit, l'éclair brille, et le tonnerre gronde;
Et la terre et le ciel, et la foudre et les flots,
Tout présente la mort aux pâles matelots.
[...]

Il dit. L'orage affreux qu'anime encor Borée
Siffle et frappe la voile à grand bruit déchirée;
Les rames en éclats échappent au rameur ;
Le vaisseau tourne au gré des vagues en fureur,
Et présente le flanc au flot qui le tourmente.
Soudain, amoncelée en montagne écumante,
L'onde bondit : les uns sur la cime des flots
Demeurent suspendus; d'autres au fond des eaux
Roulent, épouvantés de découvrir la terre :
L'onde en grondant répond aux éclats du tonnerre;
Le fond des mers bouillonne; et les sables mouvants
Sont poussés par les flots et battus par les vents.
Contre ces grands écueils qui, cachés dans l'abîme,
Ne découvrent aux yeux que leur énorme cime,
Et sous le nom d'Autels s'enfoncent dans les eaux,
Le rapide Notus a porté trois vaisseaux:
Trois autres, par l'Eurus ô spectacle effroyable!
Sont jetés, entraînés, enchaînés par le sable.

VIRGILE, *L'Énéide*

Le marin Tokuso en péril face à Omibozu, le monstre marin qui provoque les pires tempêtes le dernier jour de l'année. Reproduction d'une œuvre de l'artiste japonais Utagawa Kuniyoshi (1797 - 1861). © D.R.



LA MER

J'ai besoin de la mer car elle est ma leçon :
je ne sais si elle m'enseigne la musique ou la conscience :
je ne sais si elle est vague seule ou être profond
ou seulement voix rauque ou bien encore conjecture
éblouissante de navires et de poissons.
Le fait est que même endormi
par tel ou tel art magnétique je circule
dans l'université des vagues.

Il n'y a pas que ces coquillages broyés
comme si une planète tremblante
annonçait une lente mort,
non, avec le fragment je reconstruis le jour,
avec le jet de sel, la stalactite,
et avec une cuillerée de mer, la déesse infinie.
Ce qu'elle m'a appris, je le conserve ! C'est
l'air, le vent incessant, l'eau et le sable.

[...]

PABLO NERUDA, *Mémorial de l'Île Noire*



GALILÉO

Galileo est un projet européen de système de positionnement par satellite. Comme le GPS Global Positioning System), son cousin américain, il s'appuie sur des constellations de satellites (4). Les deux premiers ont été lancés en octobre 2011 et seront suivis par deux autres en octobre 2012. Achievé d'ici 2019-2020, Galileo pourra être utilisé dans les transports maritimes, aériens et terrestres, les opérations de secours et de sauvetage et garantira l'autonomie de l'Union européenne vis-à-vis des États-Unis et de la Russie dans ce domaine stratégique. C. J.

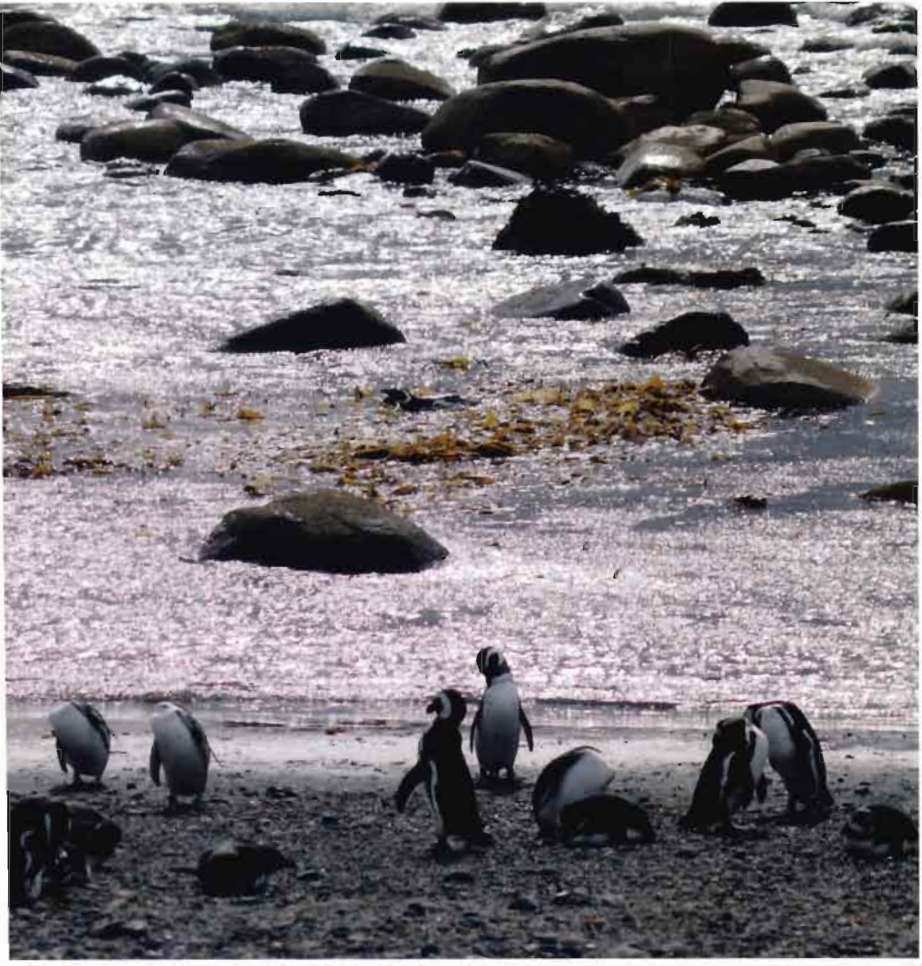
ABERS



De jour comme de nuit,
les abers baignent dans une
lumière qui n'appartient
qu'à eux. Sous des ciels

changeants qui déclinent toutes les
nuances du bleu, du mauve, du rose,
du rouge, du presque noir, l'eau des
abers est un vrai kaléidoscope où chacun
retrouvera les reflets de son âme.

Pour peu qu'y traînent quelques bancs
de brouillards matinaux, l'atmosphère
est ligérienne. Le lendemain, on pensera
aux hautes vallées d'Écosse avant que
le coucher de soleil ne joue dans
les palmiers et le agapanthes dans
une ambiance méditerranéenne.



Pingouins près du détroit de Magellan en Patagonie (Chili), région chère au poète chilien Pablo Neruda : « je rentre chez moi, dans mes rêves, je retourne en Patagonie où le vent frappe les étables où l'océan disperse la glace ».
© drewcrew4

Le phare de l'île Vierge à l'embouchure de l'Aber-Wrac'h.
© Jean-Yves Guillaume

La nuit, l'incessant ballet des faisceaux de phares perce une obscurité à éclipses. L'entrée de la Manche fait l'objet depuis des siècles d'un balisage destiné à favoriser la navigation, à aider les capitaines à déjouer toutes les chausse-trapes dont le semis d'écueils et les conditions météorologiques jalonnent leur route. Le pays des Abers, que la géographie a placé à cet endroit stratégique, est truffé de bouées, balises, tourelles à feux, sur lesquelles règnent deux grands phares. [...]

L'avènement du GPS a relativisé leur importance et à bord des grands navires qui embouquent le Channel, les écrans-radar des coordonnées en latitude et en longitude et les diodes lumineuses attirent plus l'attention de l'homme de quart que la vue directe,

depuis la passerelle, des faisceaux du Four ou de l'île Vierge. Mais l'importance symbolique est toujours là, et pas seulement parce que leurs gardiens ont écrit des pages parmi les plus belles de l'aventure maritime.

HERVÉ QUÉMENER, Abers





LE FUTUR DE L'OcéAN

« Nous sommes conscients que les océans, les mers et les zones littorales font partie intégrante et essentielle de l'écosystème de la Terre et sont indispensables à sa survie ». Les pêcheurs de la pointe du Raz (Finistère) attendent que cette prise de conscience des pays participant à RIO+20 Conférence des Nations-Unies sur le développement durable se traduise par des actes forts. © Jean-Yves Guillaume



POSTFACE

CATHERINE JEANDEL AVEC MICHEL LEFEBVRE

Vient le moment de conclure... et donc, de faire le point, ce qui est essentiel pour les marins, fuussent-ils scientifiques. En termes plus terriens, qu'avons-nous fait, où en sommes nous et que voulons nous faire ?

1492 : Christophe Colomb traverse l'Atlantique gratifié du titre d'« Amiral de la mer océane ». Il devient un symbole : « Le Nouveau Monde » est né. On ne pourra plus raisonner de la même façon, la Terre s'est agrandie.

1992 : départ de Kourou du satellite Topex/Poséidon : il traverse l'Atlantique et même au-delà ! Allons-nous vers « un Monde Nouveau » ? Si oui lequel ? Qu'est ce qui a changé en 500 ans ?

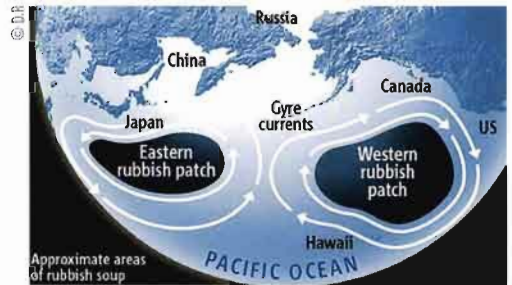
De fait, la connaissance de l'océan a progressé de façon impressionnante au cours des 30 dernières années. Ceci grâce

aux travaux des scientifiques menés dans les laboratoires et en mer, ainsi qu'à l'association et à la mise en commun dans les modèles d'informations produites par les campagnes en mer, les flotteurs, les réseaux de mouillages instrumentés et bien sûr les satellites. La « révolution satellite » a émergé en France au début des années 1980, en s'appuyant sur l'immense réservoir de connaissances scientifiques échafaudées sur des dizaines de générations, la perspective d'ordinateurs puissants et de systèmes d'observation spatiaux et in situ de l'océan. En effet, l'océan couvrant 71% de la surface de la planète, il était difficile de l'observer de manière globale et permanente. Les radars et capteurs équipant les satellites permettent de surmonter cet obstacle, au moins pour la « peau de la mer »... Quinze années de travail de communautés scientifiques (mathématiques, géodésie, technologies spatiales et technologies d'observation in situ, mécanique des fluides géophysiques, biochimie et géochimie marine) ont permis de lancer en 1995 le pari de décrire et prévoir l'océan de façon opérationnelle, comme la météorologie décrit l'atmosphère et prévoit le temps qu'il fera demain: c'est le projet

LES « ÎLES PLASTIQUE »

Découvertes récemment, les « îles plastiques », qui n'ont rien de paradisiaque, sont des nappes formées de déchets flottants d'origine humaine, tels que sacs plastiques, cordages, jouets... Elles résultent de la dynamique des courants marins qui concentrent en quelques endroits du globe la plupart des débris à la dérive. Le phénomène est comparable au tourbillon d'eau d'un lavabo qui se vide et qui accumule la mousse en son centre, sauf qu'il s'exprime à l'échelle d'un bassin océanique. Les chercheurs ont

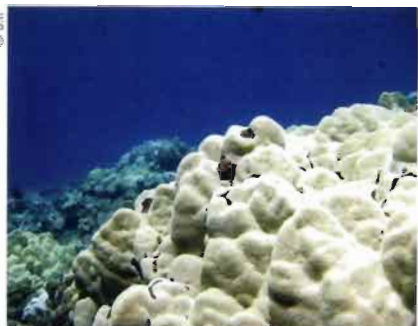
identifié cinq zones de convergence majeures dans les cinq bassins océaniques, parmi lesquelles la mer des Sargasses dans l'Atlantique nord et une zone située à l'Est des îles Marquises, dans le Pacifique Sud. The Great Pacific Garbage Patch, l'une de ces îles plastiques, couvre une superficie supérieure à celle de la France. Seuls les gros déchets, à l'exclusion des plus lourds qui tombent au fond des eaux, peuvent être observés par l'imagerie satellitaire. Les microplastiques sont exclus des observations, en raison de leur taille et cependant ce sont les plus dangereux, car ils peuvent contenir des toxiques et mélangés au plancton ils sont absorbés par les poissons, les oiseaux et se retrouvent dans la chaîne alimentaire.



ACIDIFICATION DES OCÉANS

Trop souvent confondue au réchauffement, l'acidification résulte d'un mécanisme très différent. Il faut imaginer l'atmosphère comme un « piston » qui serait au-dessus des terres et mers. En augmentant la concentration de CO_2 dans l'air, on augmente la pression dans le piston, et par conséquent la pénétration du gaz dans l'eau de mer. Celui-ci se dissout, comme dans une bouteille de soda quelconque. Mais une fois dans l'eau, la réaction chimique qui se produit conduit à rendre l'eau de mer plus acide. Ce mécanisme, les taux de pénétration du gaz dans l'océan et l'impact de cette acidification sont très étudiés par les chercheurs. En effet, les conséquences sont potentiellement dramatique sur les algues et animaux à coquille calcaire, lequel se dissout en milieu acide (pensez à l'effet du détartrant dans une cafetière). Or les organismes calcaires sont très nombreux dans l'océan : des coraux aux moules (pour les plus gros) mais des millions d'algues par ml d'eau de mer ont aussi un fin squelette calcaire. Ces organismes sont à la base de notre alimentation...

© DR



des coraux aux moules (pour les plus gros) mais des millions d'algues par ml d'eau de mer ont aussi un fin squelette calcaire. Ces organismes sont à la base de notre alimentation...

Mercator, qui s'attache à prévoir le courant qu'il fera demain. Les satellites permettent aujourd'hui d'accéder à la circulation, à la productivité, à la température, à la hauteur des vagues, à la couverture de glace, au trait de côte, à la salinité... Jamais la terre et la mer n'ont été observées avec autant d'acuité et de constance. En parallèle, des capteurs de plus en plus sensibles ont été développés et équipent flotteurs et mouillage. Les navires de recherche se sont modernisés, les outils de mesure dans les laboratoires aussi : on est capable de détecter des « nano » cellules d'algues, des virus (par milliard par ml d'eau !), des concentrations d'éléments chimiques ultra-faibles. Toutes ces données permettront notamment d'améliorer les performances des systèmes opérationnels et notre capacité à surveiller et prévoir l'état et la santé de l'environnement marin.

Mais la route est longue, très longue encore... car il existe encore de nombreuses inconnues. Les résoudre constitue d'énormes enjeux, scientifiques et industriels. De fait, les chercheurs sont face à un paradoxe cruel : jamais ils n'ont engrangé autant de données quotidiennes sur l'océan, ce qui leur permet de le voir évoluer continuellement... et du coup, de réaliser à quel point son équilibre est menacé, et avec lui des pans entiers de nos ressources de vie. Tout peut se résumer en la question suivante : 500 ans après nous, quel sera l'état de la planète, celui de l'océan ? Que léguerons nous ?

Pour illustrer les urgences sociétales auxquelles doivent faire face les chercheurs aujourd'hui, nous vous proposons trois exemples : les effets du réchauffement climatique, de l'acidification et les « îles plastiques ».

Illustration directe du couplage entre océan et atmosphère, il est important de souligner que, bien que répondant à des mécanismes totalement différents, l'impact du réchauffement sur l'océan et l'acidification des eaux marines ont tous les deux la même cause initiale : l'augmentation des niveaux de gaz carbonique dans l'atmosphère. Plus personne n'ignore aujourd'hui que l'activité humaine brûle du carbone fossile (charbons, pétroles...) pour en extraire l'énergie qui lui sert à se chauffer, transporter et faire fonctionner ses industries. Cette combustion rejette du gaz carbonique (CO_2) dans l'atmosphère, gaz dit « à effet de serre ». En effet, sa présence dans l'atmosphère agit comme une paroi de verre au-dessus de la surface de la terre, emprisonnant une grande partie de la chaleur re-émise par sa surface (sols, roches et mers). L'augmentation de ce gaz dans l'atmosphère conduit donc à une augmentation de température de l'air, d'où le réchauf-



Image d'une zone de la calotte glaciaire du Groenland captivée en 2004 par l'instrument MODIS, embarqué sur le satellite Terra de la NASA. Le contraste entre la neige blanche et la glace gris-bleu permet de suivre la fonte des neiges. Les scientifiques américains de l'université du Colorado ont constaté que cette calotte glaciaire fondait à une vitesse surprenante et pourrait atteindre cette année le plus bas.

© Jeff Schmaltz, MODIS Land Rapid Response Team, NASA GSFC

fement climatique dont l'origine humaine est maintenant démontrée et acquise par tous (voir *Le Climat à découvert*, Eds CNRS, Jeandel et Mosseri).

Réchauffement, acidification, pollution... Immense, la tâche des océanographes constitue donc un enjeu énorme pour la population de la planète et pour les décennies à venir. Cette tâche est d'autant plus complexe que les tous les océanographes s'accordent sur le fait que le fonctionnement fondamental de la « machine océan » n'est pas encore compris. En physique par exemple, la turbulence ou la dynamique des cyclones posent encore question. En chimie, la compréhension du comportement de nombreux éléments chimiques et des particules en suspension est encore balbutiante. En biologie, une énorme quantité d'espèces et leur fonctionnement reste à découvrir. La taille de l'objet à étudier, l'océan, est aussi un challenge en soi. Il est de fait inimaginable qu'un laboratoire ou même une nation s'y attelle de façon isolée. C'est ainsi que depuis toujours, la communauté mondiale des océanographes se mobilise de façon coordonnée. Réunis en conseils scientifiques internationaux, les chercheurs définissent eux-mêmes les pro-

OCÉAN ET RÉCHAUFFEMENT

Le fonctionnement du couple « océan/atmosphère » est essentiel pour la régulation du climat. C'est la mécanique de ce couple qui explique que notre climat est quasi-stable depuis 8000 ans, sortie du dernier Maximum Glaciaire. Le réchauffement climatique actuel joue cependant sur plusieurs des « manettes » qui maintiennent cet équilibre : évaporations plus importantes par endroits, au contraire désalinisation des eaux dans l'Arctique par la fonte des glaces ou dans le Pacifique Ouest par intensification des pluies. Grâce à des mesures de température de la mer collectées au cours des six dernières décennies à partir de navires, de bouées océanographiques, de mouillages et plus récemment par des flotteurs automatiques, les océanographes ont observé que l'océan s'est réchauffé de façon importante, la température de la couche 0-300 m ayant

MA MER OCÉANE
C'EST UNE GARONNE
QUAND ELLE RÉSONNE
D'UN AIR DE TAM-TAM

CLAUDE NOUGARO

jets à construire et les moyens à déployer (satellites, navires, flotteurs, avions même parfois...) en fonction de l'état des connaissances et des nouvelles questions posées. Ils construisent alors de grandes opérations programmées à l'échelle mondiale pour explorer le milieu avec le maximum d'efficacité et de « rentabilité » budgétaire. Cela

nécessite des calibrations croisées préalables sur les protocoles et outils de mesure, la définition des référentiels internationaux et ensuite de partager les données, des milliards de données qui sont mises dans des « banques » accessibles à tous.

Dans ce contexte mondial, quelle est la place de la recherche océanographique en Midi-Pyrénées et surtout... pourquoi Midi-Pyrénées ? De fait, quel que soit l'auditoire, se déclarer « océanographe » à Toulouse suscite en général la plus vive curiosité, suivie immédiatement de la réaction « pourquoi Toulouse... il n'y a pas la mer ! ». Certes. Mais si la Ville Rosen enchâssée entre Garonne et Canal du Midi, manque de rivages salés, la motivation d'y développer des laboratoires et formations en océanographie est née de cette fameuse « révolution du spatial » pour cette discipline. Et le spatial... c'est Toulouse et sa région.

Pour ne citer que l'altimétrie, en août 1992 le satellite Topex-Poséidon est lancé depuis Kourou, deux mois après le sommet de la Terre à Rio réunissant les pays préoccupés par les changements climatiques. Priorité fixée par ce sommet : déterminer la surface de l'océan et ses variations avec une précision centimétrique. Topex-Poséidon va permettre d'atteindre ces objectifs pendant plus de 8 ans. Les satellites Jason 1 et Jason 2 assureront la suite de « Topex-Poséidon ». En 2012 la durée totale de ces observations, de plus en plus fines, est de vingt ans.

Et – cela a été souligné plusieurs fois déjà –, d'autres capteurs sont depuis venus compléter les capacités d'observations... capteurs souvent conçus et construits grâce à une collaboration étroite entre chercheurs et entreprises.

Les rêves des marins scientifiques évoluent avec la multiplication des moyens. Aujourd'hui, appuyer sur les « boutons magiques » des modèles opérationnels permet de prévoir le courant de demain en milieu hauturier. A terme, on aimerait aussi prévoir courants, température, floraison d'algues, dispersion des polluants, au large comme sur le littoral... En d'autres termes, qu'ils nous délivrent au plus juste l'état de santé des mers et des côtes et leur évolution. L'aventure de la recherche continue pour que, par la « magie » des sciences et de l'imagination humaine, on puisse un jour appuyer sur ce bouton magique.

augmenté d'environ 0,3 °C depuis 1950. Si l'océan s'est moins réchauffé en moyenne que l'atmosphère, 90 % de la chaleur excédentaire accumulée dans le système climatique depuis 60 ans sont stockés dans l'océan. En modifiant température et salinité, on modifie les densités des eaux, en particulier celles de surface et donc leur capacité à plonger en profondeur. Ainsi touche-t-on au « moteur » de la circulation actuelle. Les conséquences de ces modifications sont encore à l'étude dans les laboratoires, mais on a déjà observé des changements majeurs de circulation, en Méditerranée par exemple. Par ailleurs, le niveau de la mer monte, autre conséquence directe du réchauffement : certaines côtes sont déjà ennoyées, des îles appelées à disparaître, les coraux – ultra sensibles au niveau de la mer – vont aussi terriblement souffrir.

LES 6 FÉES DE L'OcéANOGRAPHIE

L'océan est le siège d'importants échanges de matière et d'énergie avec l'atmosphère, la cryosphère et les continents. Déterminer ces flux est un enjeu majeur qui requiert d'observer, d'expérimenter et de modéliser. Les processus en jeu étant physiques, chimiques et biologiques, il faut associer plusieurs disciplines et des moyens importants.

Les organismes de recherche nationaux et les universités conjuguent leurs efforts en moyens humains, instrumentaux et équipements pour accéder à une description quantifiée de 71% de la surface de la planète.

Voici les principales, au nombre de six, si on englobe les universités sous un seul vocable.

CNRS (Centre National de la recherche Scientifique) : soucieux de soutenir une recherche fondamentale, le CNRS met en œuvre des campagnes de mesures, déploie des moyens d'observation pérennes, participe à la mise au point d'instruments au sol ou embarqués sur satellite, développe des modèles en faisant appel à des chercheurs et ingénieurs de toutes disciplines.

IRD (Institut de Recherche pour le Développement) : proches de celles du CNRS, les missions confiées par l'IRD à son personnel de recherche sont d'orienter leurs travaux vers et avec les pays en voie de développement. Un volet particulier est d'y former ingénieurs et docteurs.

CNES (Centre National d'Études Spatiales) : il développe une recherche appliquée, orientée vers la définition et la mise en œuvre des missions satellites ainsi que le traitement et l'exploitation des milliards de données que ceux-ci transmettent vers les laboratoires (publics mais aussi privés) où ils sont traités par des outils mathématiques sophistiqués.

Ifremer (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) : la recherche mandatée par cet organisme est orientée vers l'industrie et l'économie (ressources, opérationnel, santé des côtes, évolution du littoral...). Ifremer développe et gère aussi de nombreux outils d'exploration de la mer.

Météo-France : comprendre les mécanismes au niveau du couplage océan-atmosphère est essentiel à la fois pour une meilleure météorologie mais aussi pour des modèles de climat.





Météo-France participe à l'effort collectif en mettant à disposition des bouées instrumentées, des spécialistes de la dynamique, et de très gros moyens de calcul.

Universités : creusets de la formation des jeunes chercheurs et ingénieurs, de nombreuses universités françaises participent aussi à l'effort de recherche en océanographie (littorale comme hauturière) par le biais des enseignants-chercheurs et doctorants qui évoluent au sein de laboratoires d'océanographie nationaux.

*Landunvez dans le Nord Finistère, un jour de tempête. Ici, en mer d'Iroise, la zone côtière est incontestablement dangereuse, comme le rappelle le drame de l'Amoco Cadiz (1978).
© Jean-Yves Guillaume*

ADCP en bottom track :

« Acoustic Doppler Current Profiler ». Cet appareil pour mesurer les courants émet un signal qui se heurte aux particules présentes dans l'eau ; le délai entre le signal émis et celui reçu permet de déduire la vitesse du courant. Le régler en « bottom track » permet au signal de voir le fond et d'en déduire aussi la vitesse du bateau par rapport au fond.

Altimétrie par satellite :

mesure de la hauteur verticale d'un point à partir d'une surface de référence. En océanographie : mesure par radar, au centimètre près, depuis l'espace, de la distance entre le satellite et la surface de la mer.

Anticyclone : région où la pression atmosphérique en surface est maximale à l'inverse d'une dépression.

Bouée Argos : flotteur qui va suivre les courants de surface et donner régulièrement sa position à un satellite grâce à l'émetteur dont il est équipé. Il permet ainsi de suivre la circulation de surface.

Circulation thermohaline : « circulation profonde des océans » où les courants sont essentiellement induits par l'évolution lente des différences de densité, résultant des échanges thermiques (température) et halins (salinité) entre les différentes masses d'eau.

Circumnavigation :

navigation autour d'une terre, île, continent.

CNES : Centre National d'Études Spatiales.

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique.

Diffusiomètre : radar embarqué sur satellite qui permet d'évaluer vitesse et direction du vent à la surface de la mer par analyse du signal

rétrodiffusé dont l'intensité dépend de l'agitation de la surface marine sous l'effet du vent.

Dorsale : ou ride médio-océanique, est un terme géologique désignant une frontière de divergence entre deux plaques tectoniques qui s'écartent.

El Niño : phénomène climatique se développant périodiquement au large des côtes d'Équateur et du Pérou. Il se traduit par un réchauffement anormal de 4 à 6° C des eaux superficielles, ce qui freine les remontées d'eau riches en sels nutritifs (upwelling) et donc la pêche.

ESA : European Space Agency

Gradient : terme qui désigne la variation d'un paramètre dans le temps ou l'espace (par exemple un estuaire est le siège d'un gradient salin).

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

IRD : Institut de recherche pour le développement.

Lithosphère océanique ou croûte océanique : plancher océanique rigide créé par refroidissement du matériel volcanique émis au niveau des « dorsales » et s'éloignant de celles-ci sous l'effet de la tectonique des plaques.

Marée océanique : onde induite par l'attraction lunaire se manifestant dans l'ensemble de l'océan par des oscillations d'allure périodique du niveau marin. On distingue la marée relative au socle terrestre (mesurée par un marégraphe) de la marée géocentrique (mesurée par un satellite altimétrique par rapport au centre de la terre).

Modèle de prévision : représentation idéalisée d'un phénomène naturel permettant de le comprendre ou de le

prédire. Le modèle ne cherche pas à reproduire tous les aspects du phénomène naturel. Il peut être purement conceptuel (exprimant quelques lois simples de physique) ou utiliser une forme mathématique pour traduire les lois de la physico-chimie gouvernant le phénomène.

NASA : National Aeronautic and Space Administration.

NOAA : National Oceanographic and Atmospheric Administration.

Projet Argo : projet international d'observation *in situ* de l'océan global.

Réchauffement

anthropique : évolution du climat et de ses variations naturelles, attribuée aux émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines, et altérant la composition de l'atmosphère de la planète.

RadCC : détecteur de radium à coïncidence retardée. Appareil permettant de mesurer les faibles activités (rayonnement alpha) du radium dans les eaux naturelles.

Réchauffement anthropique : évolution du climat due aux émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines.

Salinité : teneur en chlore de l'eau de mer. Les chlorures représentent 88,7 % de la salinité, les sulfates 10,8 % et les autres sels 0,5 %. La salinité est la masse de sel contenue dans un kilogramme d'eau de mer, elle est, en moyenne pour l'ensemble des océans et mers, de 35.

Thermosalinomètre : appareil qui prélève de l'eau de mer en continu grâce à un griffon sous la coque, et qui en mesure sa température et sa salinité.

Transpondeur : détecteur et émetteur de sons sous l'eau.

L'Océan parcouru : P. 12, **Apollonios de Rhodes**, « Les Argonautes sauvés par Minerve », *L'Expédition des Argonautes. Chant II. Petits poèmes Grecs*, Lefèvre Éditeur 1844 / P. 12, **Martin Fernandez de Navarete**, « À nous l'Amérique ! », in *Relations des quatre voyages entrepris par Christophe Colomb pour la découverte du nouveau monde de 1492 à 1504* [...] Treuttel et Würtz, 1828 / P. 14, **Catherine Jeandel**, « Les horloges de Lapérouse », in *Le Mystère Lapérouse*, Association Salomon, © Edition de Conti, 2008. / P. 16, **Louis-Antoine de Bougainville**, « Voyageur et marin » in *Voyage autour du Monde par la frégate du roi La Bonouise et la flûte L'Étoile*, Saillant & Nyon, 1771 / P. 17, **Walt Whitman**, Oh concevoir l'espace, extrait de « Un chant de joies », traduction Louis Fabulet in *Poèmes*, © Éditions GALLIMARD / P. 20, **Catherine Jeandel**, « Entre ciel et mer », *Journal de bord, campagne Drake* / P. 22, **Tchingiz Aïmatov**, « Issykkul » in *L'Oiseau migrant*, © Messidor / P. 23
Jean-François Cretaux, « À bord du Multur » inédit. / P. 24, **Isabelle Autissier et Éric Orsenna**, « Iceberg, la hantise des mers du sud » in *Grand Sud* © Stock

L'Océan vu du ciel : P. 26-27 **Platon**, « Socrate avant sa mort décrit la terre à ses amis », extrait de « Phédon », in *Dialogues*, Édition en grec John Burnet, 1903 ; corrigée par Philippe Remacle, traduction Victor Cousin © remacle.org / P. 27, **Jean Cocteau**, « Le printemps au fond de la mer », in L'Ode à Picasso, recueilli dans *Poésie 1946-1923* / P. 28, **Jules Supervielle**, « La mer » in *Oubliée mémoire* © Editions GALLIMARD / P. 30, **Platon**, « L'océan vu par Socrate » extrait de « Phédon », in *Dialogues*, Édition en grec John Burnet, 1903 ; corrigée par Philippe Remacle, traduction Victor Cousin © remacle.org / P. 33, **Michel Lefebvre**, « Vue du ciel : Terre promise, Terre nouvelle », Les Argonautes.

L'Océan déséquilibré : P. 37, **Jules Supervielle**, extrait de « Terre » in *Gravitations* © Éditions GALLIMARD / P. 38, **Jules Supervielle**, « Le regret de la terre » in *Les Amis inconnus* © Éditions GALLIMARD / P. 39, **Jules Laforgue**, « Le sanglot universel » in *Le Sanglot de la terre* © Mercure de France / P. 38, **Jules Laforgue** « Marche funèbre pour la mort de la terre » in *Le Sanglot de la terre* © Mercure de France

L'Océan mesuré : P. 42, **Alexander von Humboldt** « Dérive des continents », *Cosmos*, in *Essai d'une description physique de Monde* © Uiz / P. 43, **François Arago**, « Températures et courants », in *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, T1 1835* / P. 44, **Catherine Jeandel**, « Journal de bord Amandes » / P. 45, **Hugo Pradalle**, inédit / P. 48, **Michel Lefebvre**, « Couplages échangistes », Les Argonautes / P. 48 **Fernand Raynaud**, « Les éponges » / P. 48, **Mathurin Louis-Étienne Sédillez**, « Le Compas » in *Discours à l'Assemblée Nationale* / P. 49 **Michel Lefebvre**, « Mesures », Les Argonautes / P. 50, **Catherine Jeandel**, « Campagne Pandora » in *Journal de bord Pandora* / P. 52, **Antoine de Saint-Exupéry**, extrait de *Citadelle* © Éditions GALLIMARD / P. 53, **Pierre de Château-Thierry**, « Missions altimétrique », inédit

L'Océan modélisé : P. 56, **Platon** « La physique » in *Phédon*, traduction d'Emile Chamb, la Bibliothèque électronique du Québec / P. 58, **Galilée**, « Le Savoir » in *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* © Éditions Du Scuil / P. 58, **Galilée**, « L'Essence des choses » in *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* © Éditions Du Scuil / P. 59, **Pierre Bahurel**, « Prévoir l'océan », inédit / P. 60 **Lucien de Samosate**, « Controverse » in *Icaroménippe ou Le Voyage aérien*, traduction Eugène Talbot © Hachette, 1912

Océan Resseint : P. 64, **Jules Michelet**, « La mer » extrait de « La mer » / P. 66, **Jules Supervielle**, « La goutte de pluie » in *La Fable du Monde*, © Éditions GALLIMARD / P. 66, **Charles Baudelaire**, « Moesta et errabunda » in *Les Fleurs du mal*, Auguste Poulet-Malassis Litteratura.com / P. 66, **Paul Fort**, « La nier » in *Balades françaises* / P. 67, **Sytlef**, « En nier ce qui nous gouverne » in *Carnets d'un marin* / P. 68, **Jean-Louis Etienne** « Envie de dire », in *Le pôle intérieur* © Hoebcke / P. 69, **Isaac Newton** « Il me semble » / P. 70, **Federico Garcia Lorca**, « Le coquillage », in *Poésies* / P. 70, **Emile Verhaeren**, « Le port » extrait de *Les villes tentaculaires* © Éditions GALLIMARD / P. 71, **Traditionnel**, « Mazu, déesse de la mer » / P. 72, **Albert Camus**, « Notes à Tipasa », in *Notes* © Editions GALLIMARD / P. 73, **Saint-John Perse**, « Invocation 3 », extrait de Dédicace in *Ameris*, © Éditions GALLIMARD / P. 74, **Paul Valéry**, « Nage », in *Cahiers, tome II*, © Editions GALLIMARD / P. 75, **Théodore Monod**, *Bathyscaphe*, in *Bathysfolages, plongées profondes*, © Julliard

L'Océan dans tous ses états : P. 78, **François Rabelais**, « Tempeste en mer », in *Gargantua et Pantagruel*, © Bibliothèque Larousse / P. 79, **Herman Melville**, « Cachalot géant » in *Moby Dick*, traduction de Henriette Guex-Rolle, © Garnier-Flammarion / P. 80, **Joachim Du Bellay**, « Serener la tempeste » in *Les Regrets*, Imprimerie de Federic Mord, avec privilège du Roy / P. 81, **Virginia Woolf**, « Les vagues » in *Les vagues*, traduction Marguerite Yourcenar, © Librairie Stock / P. 81, **Pierre de Ronsard**, « Tast de mer », in *La Franciade* © P.Jannet Librairie / P. 82, **Virgile**, « La tempeste » in *L'Énéide*, traduction J. Delille P. 84, **Pablo Neruda**, extrait de « La Mer » in *Mémorial de l'Île Noire*, traduction de Claude Couffon, © Éditions GALLIMARD / P. 84, **Hervé Quémer**, « Abers » in *Abers*, © Géorama

REMERCIEMENTS

Les équipes du LEGOS (Anny Cazenave, Gérard Eldin, Benoit Meyssignac, Yves Morel, Marc Souhaut) et de Mercator Océan (Pierre Bahurel et Fabrice Messali), Nicole Belloubet (Région Midi-Pyrénées), Jean-Marie Flaud (CNRS-INSU), Pierre Soler (OMP) et Jérôme Benveniste (ESA), Vinca Rosmorhac (CLS) pour ses ressources documentaires, Claude Lefebvre, pour sa citrounade et ses biscuits, Sylvie Mejevand, pour son soutien, Anne Heym pour sa disponibilité. Les Argonautes, Raymond et Madeline Zaharia, Bruno Voistviev, www.clubdesargonautes.org Geneviève Farrerion (Gallinard)

L'équipe réalisatrice de cet ouvrage remercie tout particulièrement Sylvie Salles, assistante de Michel Lefebvre, sans laquelle ce projet n'aurait pas pu voir le jour.

Océanez-vous

SUD[3] CONCEPTS
 PREMIÈRE ÉDITION

Direction éditoriale : Richard Clavaud
 Comité éditorial : Michel Lefebvre (océanographe, CNRS), Catherine Jeandel (océanographe, Directrice de recherche CNRS, LEGOS, OMP), Danièle de Staerck (responsable au CNRS des projets éducatifs d'étude de l'environnement), Richard Clavaud (journaliste et éditeur, Suds-Concepts), Gérard Baillet (consultant, Ganesh Consulting).

Concept graphique et maquette : Anne Heym
 Traitement de l'image : Jérónimo Albu

Impression : Pure Impression 
 Imprimé avec des encres végétales. Imprimé en France
 Cet ouvrage a été réalisé avec le concours de : CNES, CNRS/INSU, Conseil Régional Midi-Pyrénées, ESA, IRD, Mairie de Toulouse / La Novela, Mercator Océan, LEGOS, OMP, Suds-Concepts

Tous droits réservés. © Suds-Concepts
 Dépôt légal : octobre 2012
 ISBN 978-2-9543223-1-5 / 9782954322315
 Reproduction même partielle, et par tout moyen, interdite
 Pour obtenir des exemplaires de cet ouvrage, info@suds-concepts.com



QUI SUIS-JE ?

On me dit pacifique ?
Je suis turbulent
Je suis agité
Il m'arrive de m'échauffer
De passer par toutes les couleurs
Et même d'être en furie
Je suis soumis à la dissipation
Je ne connais pas (peu) d'hommes
J'ai mes humeurs
Je suis pour résumer
Totalemment IMPREVISIBLE

C'est l'océan, vois-tu déferler les étoiles ?

MICHEL LEFÈVRE

25 €

