

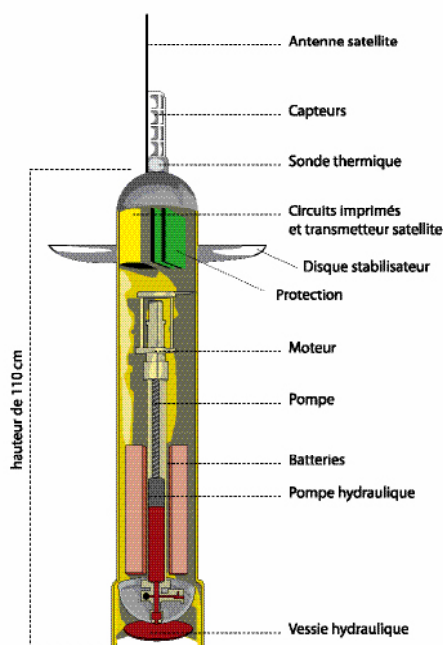


L'impressionnant déploiement des 3000 flotteurs Argo permet de sonder les océans dans les zones les plus reculées. Une innovation primordiale pour la compréhension des phénomènes climatiques et l'amélioration des prévisions météo.

# Jason et les flotteurs Argo

Alors qu'est célébré le centenaire de l'Institut océanographique, l'étude des océans connaît une avancée spectaculaire grâce au projet Argo. Des milliers de balises quadrillant les océans permettent désormais aux chercheurs d'en découvrir le fonctionnement en profondeur.

Reportage de Baptiste Levrier



Chaque flotteur est un condensé de technologie dont la fabrication coûte 15 000 €.

Sa durée de vie est de quatre à cinq ans. Coulé, il sera ensuite remplacé par un nouveau modèle auquel aura été apporté les dernières modifications techniques.

Le mythe de Jason et des Argonautes prend d'une certaine façon vie aujourd'hui. Et s'il ne s'agit pas cette fois de conquérir le trône de Thessalie, l'idée est toujours dans la révolution, celle plus pacifique du monde de l'océanographie et de la météo marine. Les rôles ont eux aussi un peu changé puisque Jason a abandonné son poste de commandant de bord pour prendre de la hauteur. En orbite autour de la Terre, le satellite Jason mesure désormais les variations de hauteur des océans. En surface, Argo, le navire en chêne utilisé dans la légende, est le nom désormais porté par les 2554 balises dérivant dans les eaux du monde entier. Et pour achever cette métaphore anachronique, les Argonautes, fiers soldats de l'Antiquité, sont aujourd'hui les infatigables appareils de mesure,

embarqués sur Argo pour ouvrir une nouvelle voie dans l'océanographie. Le projet Argo relève donc presque d'une odyssée tant son ambition est grande. Lancé en 2000 par la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'Unesco (COI), et l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), l'objectif était alors de mettre à l'eau un important réseau de balises robotisées pour relever la température et la salinité de l'eau. La première innovation d'Argo consiste à effectuer ces mesures sous la surface, jusqu'à une profondeur de 2000 mètres, une opération jusque-là réservée aux missions ponctuelles des bateaux de recherches. Mais le plus grand atout d'Argo réside dans son impressionnant déploiement. À terme, courant 2007, 3000 balises devraient quadriller les océans, »

» soit un flotteur par maille de 300 km par 300 km d'immensité bleue. "Un chiffre annoncé pour marquer les esprits", avoue Mathieu Belbéoch, coordinateur technique du projet Argo à Jcommops, le poste mondial de surveillance des réseaux d'observation marine *in situ*, qui ne soupçonnait pas que ce nombre deviendrait un jour bien réel. Si le succès est aujourd'hui au rendez-vous, c'est que beaucoup de pays ont vu en cette idée un véritable potentiel pour l'amélioration de leur connaissance des océans, des prévisions météo et de tous les enjeux économiques qui en découlent. Les États-Unis et le Japon ont fabriqué, acheté et déployé plus de la moitié des flotteurs. La France figure en bonne place avec la mise à l'eau de 300 balises dont 177 sont actives, principalement en Atlantique Nord et dans l'océan austral. L'Ifremer coordonne l'action française Argo au sein du projet Coriolis en partenariat avec sept organismes français (CNES, CNRS, IRD,

## Juillet, une chaleur exceptionnelle

Le mois de juillet a été particulièrement chaud mais nos eaux de baignade encore plus. Une aubaine pour les vacanciers, une curiosité pour les scientifiques de Mercator-Océan qui observent quotidiennement les océans. Grâce aux analyses sorties de ses modèles, Mercator-Océan a constaté en juillet une température moyenne de l'eau

de 21°C, soit 1,5°C de plus que les normales saisonnières. Il fallait plonger dix mètres sous la surface pour que les flotteurs Argo trouvent des températures normales. Une chaleur telle que fin juillet, l'océan avait déjà emmagasiné la même quantité d'énergie qu'après la canicule d'août 2003. Une surchauffe encore plus flagrante dans le

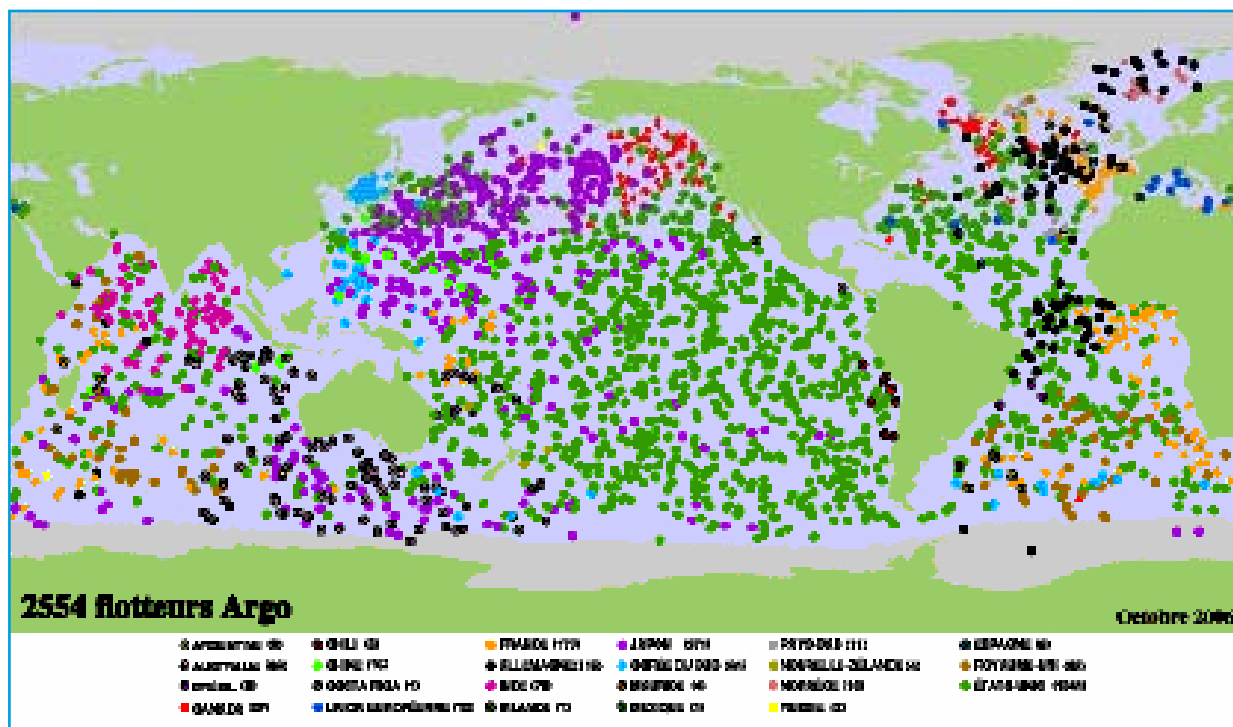
golfe du Lion où les températures étaient supérieures de 5°C aux moyennes "normales" ! L'énergie ainsi amassée par l'océan entre les mois de juin et juillet correspondait à celle produite par l'ensemble des centrales nucléaires françaises pendant quinze ans...

IPEV, Météo-France et le SHOM). Coriolis s'occupe non seulement du déploiement des flotteurs tricolores mais a développé l'un des modèles de flotteurs pour les autres pays, le Provor. Coriolis est aussi l'un des deux centres mondiaux qui récolte les données Argo, passage obligé avant la distribution aux chercheurs du monde entier. En tout, vingt-trois pays participent au projet en achetant ces bouées ultraperfectionnées sorties des ateliers américains et français. La fabrication d'une balise revient à 15 000 €, pour un coût total estimé à 20 000 € sur sa durée de

vie, soit quatre à cinq ans. Récemment, la République Dominicaine et l'Équateur sont venus se greffer à la liste. Une satisfaction pour les responsables d'Argo qui tentent d'associer à ce plan mondial des pays en développement pour les sensibiliser à l'environnement et susciter un soutien durable au projet.

### Passer le moins de temps en surface

Argo veut véritablement renvoyer à terre la respiration des océans. Chaque balise fonctionne selon



L'objectif des 3000 balises dérivantes devrait être atteint courant 2007. La France est le troisième pourvoyeur de flotteurs avec la mise à l'eau de 177 d'entre eux. Les États-Unis en fournissent quant à eux la moitié, éparpillée dans tous les océans du monde.

Si les baigneurs n'ont rien trouvé à redire sur la douceur de l'eau cet été, les chercheurs, eux, s'en sont préoccupés. Le réseau Argo leur a permis de constater des températures exceptionnelles et inédites en surface mais surtout en profondeur.



Greg Rabjeat

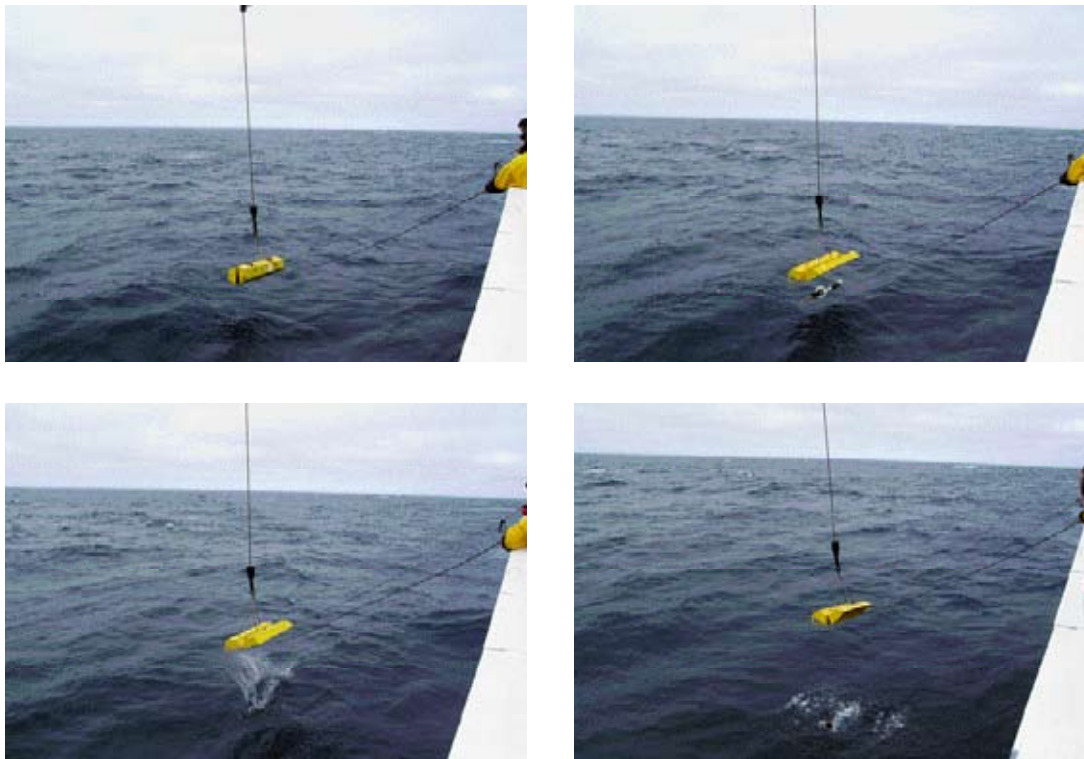
## L'OBJECTIF ÉTAIT DE METTRE À L'EAU UN IMPORTANT RÉSEAU DE BALISES POUR RELEVER LA TEMPÉRATURE ET LA SALINITÉ DE L'EAU.

le même mode opératoire : d'abord la descente, pendant six heures, pour atteindre les 1500 mètres de profondeur, puis la dérive sous-marine au gré des courants pendant neuf jours. La balise reprend ensuite sa plongée jusqu'à 2000 m avant de remonter et d'effectuer une centaine de mesures de température et de salinité. Revenu en surface, le flotteur transmet ses données à un satellite de passage au-dessus de lui pour reprendre la direction des

abîmes une dizaine d'heures après. Chaque balise effectue entre 150 et 200 cycles de travail pendant toute sa vie. La dérive étant beaucoup plus forte en surface, le but est d'éviter d'y passer trop de temps pour ne pas dévier vers les côtes. Ce processus atteint ses limites dans les mers semi-fermées comme la Méditerranée, les balises n'ayant pas le temps d'émettre leurs données avant de s'échouer. 1 % des flotteurs touche finalement les côtes, récupérés par des pêcheurs

ou des promeneurs avant d'être rapatriés. La marge de progression se situe là : permettre aux données relevées dans les entrailles des océans d'être envoyées plus vite aux chercheurs. Les nouvelles générations de satellites vont permettre de limiter ce temps en surface à quelques minutes et donc d'ensemencer certaines zones comme le golfe du Mexique, sources de phénomènes climatiques particulièrement révélateurs et importants à l'échelle planétaire. Argo évolue ►►





Le maillage planétaire de 300 km par 300 km prend peu à peu forme. Fabriquées par un atelier français et un autre américain, les balises sont ensuite achetées par les pays participant au projet Argo. Les déploiements se font ensuite par bateau ou avion (largage).

► donc peu à peu. Les flotteurs sont remplacés au fur et à mesure par de nouveaux. Environ 800 flotteurs seront ainsi déployés en mer l'année prochaine. Des engins toujours plus précis qui utiliseront également de nouveaux satellites pour envoyer plus de données plus rapidement. Aujourd'hui, pour un voyage de dix jours sous les eaux, chaque balise réalise une centaine de mesures. Avec une transmission satellitaire plus efficace, il sera

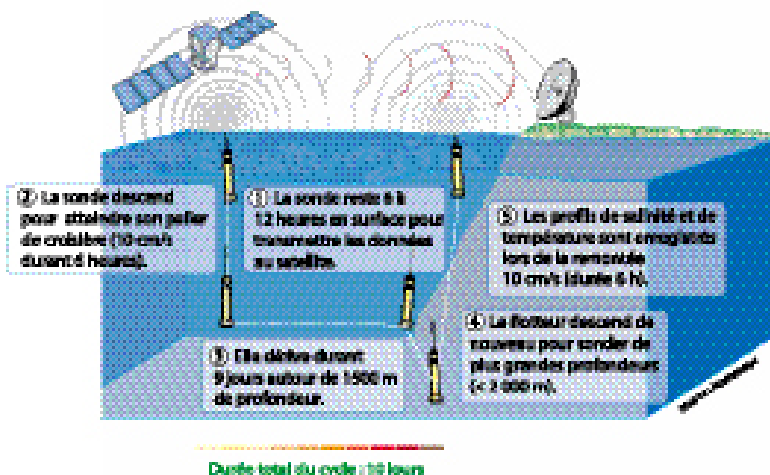
possible de faire parvenir quelque 800 relevés à terre.

## “Un vieux rêve d'océanographe”

Une aubaine pour les scientifiques qui exploitent la source Argo. Pour Stephanie Guinehut, océanographe à CLS, qui étudie les effets du climat sur l'environnement, c'est tout simplement “un vieux rêve d'océanographe qui se réalise”. Argo

leur a permis d'affiner de manière spectaculaire leur vision des océans. “Avec ces données, nous entrons dans une période charnière où se présente foule de questions inédites. C'est une nouvelle ère dans la modélisation des océans qui s'ouvre”, avoue-t-elle. Avant Argo, l'exploration des océans s'arrêtait en surface. Les études décrivaient un état statique des mers du monde plus qu'un milieu en mouvement perpétuel. Les données de température et de salinité remontées par Argo permettent de mesurer des variations de densité des masses d'eau et de définir leur circulation. Cette circulation thermique dans les océans a un impact très important sur le climat de la Terre. L'ébullition que provoque Argo dans le monde scientifique est équivalente à celle suscitée par le lancement des premiers ballons sonde dans l'atmosphère au XVIII<sup>e</sup> siècle. Les courants marins sont l'équivalent des vents, la salinité correspond à l'humidité et les températures tiennent un rôle tout aussi important d'un côté ou l'autre de la surface. “Argo donne une troisième dimension aux océans”, souligne Vincent Toumazou, de

### Le cycle de travail des flotteurs Argo



Chaque flotteur Argo répète ce cycle 150 à 200 fois dans sa vie. Pour un voyage dans le ventre des océans, il effectuera une centaine de mesures, relayées ensuite par satellite pour enfin atterrir sur l'écran des scientifiques.



Andrew Shepherd NOAA/PMEL

Le navire américain *Ka'imimoana* travaille au déploiement de flotteurs Argo dans l'océan Pacifique. 2550 balises sont maintenant opérationnelles autour du monde et 800 nouvelles viendront enrichir ce panel l'année prochaine.

## 1 % DES FLOTTEURS DÉRIVENT JUSQU'AUX CÔTES, FINALEMENT RÉCUPÉRÉS PAR DES PÊCHEURS OU DES PROMENEURS.

Mercator-Océan, organisme qui décrit et prévoit la vie des océans. *“Argo est devenu la clé de voûte du système d'observation des océans. Depuis que ces données existent, nos prévisions de l'état de l'océan se sont largement améliorées”*, ajoute-t-il, citant à l'appui le bulletin lancé par Mercator-Océan à propos de l'extraordinaire douceur des eaux de baignade de nos côtes cet été. Mercator-Océan est le plus important centre d'océanographie opérationnelle au monde. Son rôle est d'établir les prévisions les plus fiables possibles sur la température, la salinité et les courants des océans dans les quinze prochains jours. Et Argo, en plus de sa couverture mondiale exceptionnelle, leur permet d'avoir accès à des mesures en temps réel. Une aubaine pour

des services comme Météo France ou la Marine nationale qui ont besoin d'informations rapides et précises. De plus en plus de navigateurs utilisent également les cartes fournies par Mercator-Océan pour anticiper leurs déplacements pendant des courses au large. Pour des interprétations à courte échéance, Argo est, pour Vincent Toumazou, dans son *“état optimum depuis 2005”*.

### Prévoir les phénomènes climatiques

La prochaine étape réside dans la pérennisation des réseaux d'observations. *“Ceci permettra d'accumuler des données de qualité sur tous les océans qui permettront de suivre et de prévoir les humeurs de*

*l'océan sur le long terme”*, explique Gilles Larnicol, océanographe à CLS. Comme toujours, l'argent est le nerf de la guerre. Maintenant qu'Argo arrive à maturité, il faut le garder à flot. Le réseau de balises doit peu à peu être remplacé, tout comme les satellites. Des investissements à long terme qui nécessitent une succession de financements de la part des pays concernés. *“Les États-Unis et le Japon ont parfaitement compris l'intérêt d'Argo. Un financement complémentaire aux efforts nationaux (France, Royaume-Uni, Allemagne...) est à l'étude en Europe. Il faut qu'on arrive à trouver de l'argent pour les dix à vingt prochaines années”*, annonce Mathieu Belbéoch. La plus grande mission d'Argo est à ce prix, observer le fonctionnement ►►





## “Un réseau complet courant 2007.”

**Mathieu Belbéoch,**

*coordonateur technique international du projet Argo.*

### Quel est le plus grand succès du projet Argo ?

En cinq ans seulement, une coopération internationale exemplaire a permis de mettre en place et de démontrer l'intérêt d'un réseau d'observation global, qui produit un jeu de données sans précédent, de qualité, en temps réel et en accès libre. Nous avons en point de mire l'objectif des 3000 balises. En l'annonçant, nous pensions qu'atteindre la moitié serait déjà très bien. On en est à 2550 courant septembre. Après quelques difficultés les premières années, la durée de vie des flotteurs est enfin optimale et nous permet d'envisager un réseau complet courant 2007. Pour la première fois dans l'histoire, une telle densité d'observation de la couche supérieure des océans est atteinte. Argo est en train de devenir le pilier du système d'alerte du climat dans les océans.

### Une des forces d'Argo tient dans son implantation planétaire. Tous les pays sont donc concernés et sont susceptibles d'y apporter une contribution ?

Oui, bien sûr. Le déploiement de 800 unités par an dans tous les océans du globe représente un véritable défi en terme de logistique, et nécessite une coopération internationale. Argo s'attache également à impliquer les pays en développement, à leur faciliter accès et exploitation des données. Mais tout le monde n'a pas encore saisi la totalité des enjeux d'une observation continue des océans avec Argo. Pour l'instant, sans les États-Unis qui prennent en charge la moitié du réseau, Argo n'existe-

rait pas. La France a un rôle très important et central en Europe. Ifremer/Coriolis exerce son expertise à tous les niveaux du projet : développement des instruments, déploiement, traitement, contrôle, distribution (mondiale) et valorisation des données. Néanmoins, les budgets européens doivent être mis en place pour pérenniser ce réseau.

### Est-ce qu'Argo a déjà permis de découvrir des phénomènes climatiques nouveaux ?

Des chercheurs français de l'Ifremer ont confirmé, grâce aux données Argo, la tendance au réchauffement et à la salinisation des masses d'eau de surface en Atlantique Nord en relation avec le changement du régime climatique dans cette zone qui a eu lieu vers le milieu des an-

nées 90. D'autres études ont également permis d'apporter une brique supplémentaire dans la compréhension du phénomène El Niño ou du fonctionnement des ouragans. Sinon, c'est encore un peu tôt. La connaissance progresse mais les océans sont loin d'avoir livré tous leurs secrets. Le projet a été lancé en 2000 et n'est vraiment opérationnel que depuis 2005. Il faut encore accumuler cinq à dix ans de données pour mieux comprendre le fonctionnement des océans et réaliser des prévisions à long terme. Il y a déjà eu d'énormes progrès avec Argo. Les modèles sont beaucoup plus précis. Il faut donc continuer dans cette voie. Argo doit opérer sa transition d'un projet de recherche vers un programme opérationnel. Ceci ne pourra se faire sans des financements pérennes.



Argo trouvera sa véritable utilité avec le temps grâce à une observation continue de l'océan. Les chercheurs pourront ensuite mieux comprendre, interpréter et prévoir son fonctionnement.

► des océans pendant une longue période pour mieux interpréter les variations à court terme et leurs conséquences sur notre vie quotidienne. Prévoir les étés caniculaires, les hivers rudes, le développement des cyclones ou des phénomènes climatiques de type El Niño. Tant d'efforts de la part des scientifiques pour des utilisations plus terre à terre en société :

prévention sanitaire, gestion durable de l'environnement, des ressources marines, de l'agriculture ou de l'énergie, amélioration de la sécurité et de l'efficacité des opérations maritimes.

Argo doit continuer à nous relayer le rythme cardiaque des océans pour nous permettre de mieux appréhender notre planète de demain. Indispensable si l'on ne

veut pas que le ciel nous tombe sur la tête, un peu à la manière du héros Jason qui, pendant une sieste à l'ombre de son navire, termina sa vie écrasé par un objet venu du ciel, la proue d'Argo. Espérons que l'heure de la revanche ne sonnera pas et que le satellite Jason restera tranquillement au-dessus de nos têtes pour veiller sur les flotteurs Argo... ●