

Un système sur mesure qui a fait ses preuves

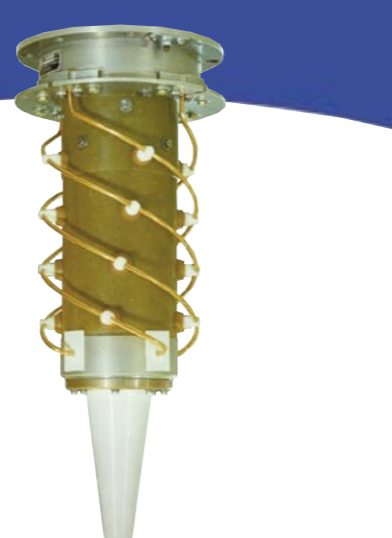
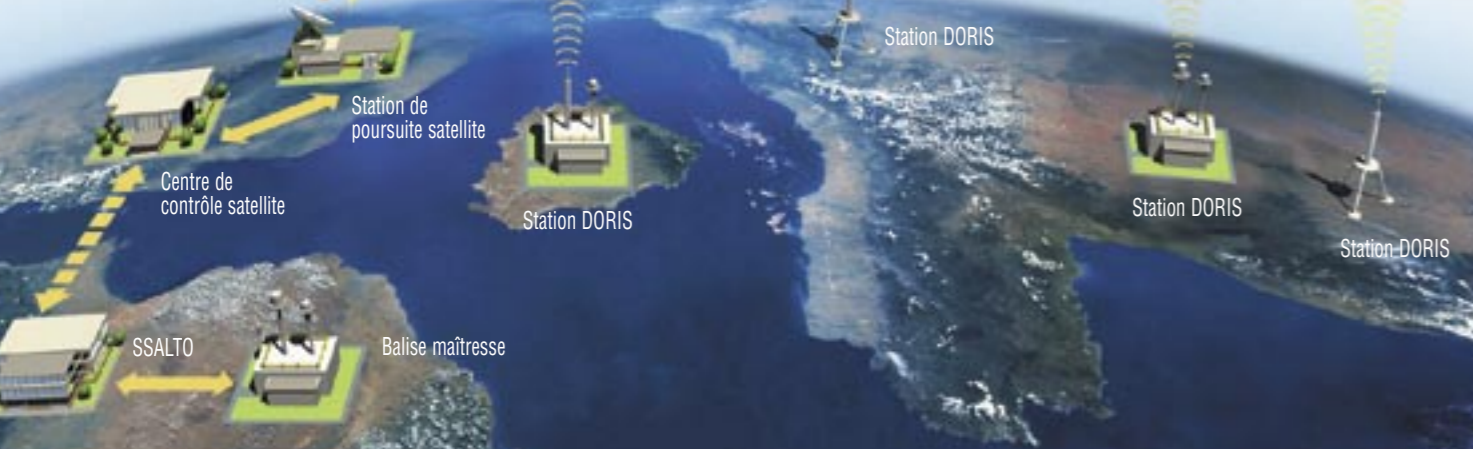
Le système DORIS (Détermination d'Orbite et Radiopositionnement Intégré par Satellite) a été conçu et développé par le CNES conjointement avec le Groupe de Recherches de Géodésie Spatiale (GRGS) et l'Institut Géographique National (IGN) pour déterminer finement la position des satellites sur leurs orbites et localiser précisément des stations terrestres.



Un réseau homogène de stations

Le CNES et l'IGN ont installé, dès 1986, dans le monde entier, des stations autonomes. Elles sont utilisées en tant que points de référence au sol, pour couvrir en continu la trajectoire des satellites. Grâce à une coopération internationale exemplaire, le système DORIS compte aujourd'hui une soixantaine de stations uniformément réparties sur tout le globe (près de la moitié d'entre elles sont sur des îles ou des zones côtières)

Les données acquises et mémorisées à bord des satellites sont transmises périodiquement à SSALTO, le Centre multi-missions d'orbitographie et d'altimétrie, implanté à Toulouse. Il surveille le bon fonctionnement des stations, traite l'ensemble des mesures, calcule l'orbite des satellites porteurs, archive et distribue les données. Depuis 1990, début de la première mission DORIS, plus de 50 millions de mesures ont été effectuées. Elles sont exploitées par la communauté scientifique internationale.

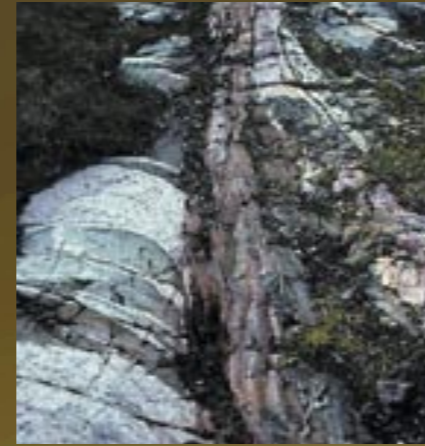


A bord du satellite :

- Une antenne, pointée vers le sol, reçoit les ondes radioélectriques envoyées par les stations surveillées.
- Un récepteur électronique effectue des mesures de décalage de fréquences Doppler.
- Un oscillateur ultra stable, horloge de l'instrument et clé du système, assure la précision des mesures et leur datation.

Au sol :

- Une soixantaine de stations émettent un signal radioélectrique capté par le satellite.



Mesurer la dérive des continents

La surface terrestre est constituée de plaques tectoniques qui se déplacent très lentement les unes par rapport aux autres. Ces déplacements sont notamment responsables des tremblements de Terre. La précision obtenue avec des mesures DORIS sur plusieurs



Evaluer les variations verticales saisonnières des sols

En hiver, dans le grand Nord, la couverture neigeuse est si lourde qu'elle provoque un enfoncement des sols. Ce mouvement est mis en évidence par les déplacements

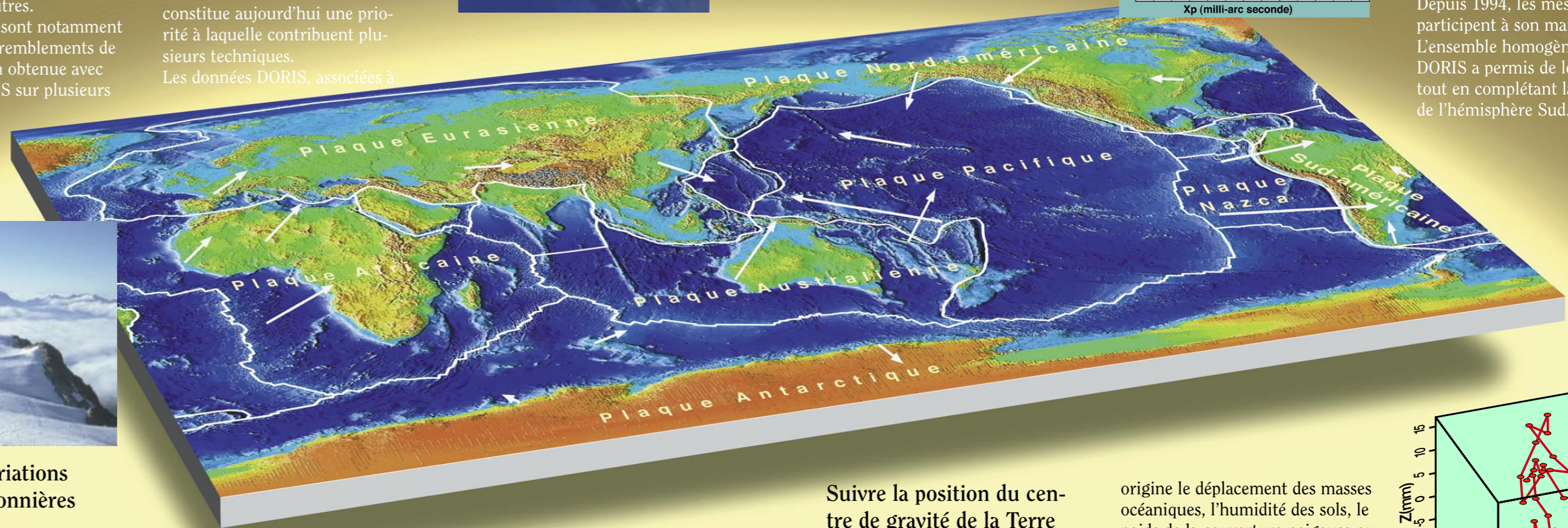
années permet de suivre des mouvements horizontaux imperceptibles. Grâce aux données DORIS, on a, pour la première fois, mesuré la rotation de la plaque antarctique et un rapprochement des plaques africaine et eurasienne de 2 cm par an.

Surveiller le niveau des océans

La montée du niveau des mers due à un éventuel réchauffement climatique aurait des conséquences désastreuses pour une grande partie de la population mondiale. La surveillance des océans constitue aujourd'hui une priorité à laquelle contribuent plusieurs techniques. Les données DORIS, associées à



celles de l'altimètre de Jason 1 et aux mesures des marégraphes, instruments immergés qui mesurent la hauteur des mers, apportent des informations pertinentes sur ce sujet d'actualité.



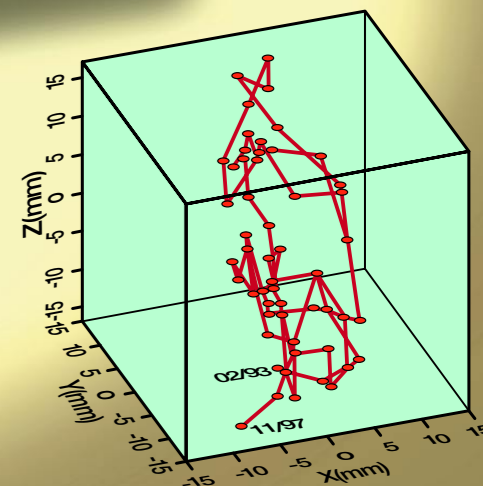
verticaux infimes des stations DORIS, qui remontent à la fonte des neiges. Ces minuscules déformations de la croûte terrestre, d'une amplitude annuelle de quelques

millimètres, étaient jusqu'ici très difficiles à mesurer. Elles peuvent aussi être liées à l'humidité des sols et à la pression atmosphérique : leur observation intéresse donc les climatologues.

Suivre la position du centre de gravité de la Terre

Le centre de gravité de la Terre n'est pas fixe. Il évolue à l'intérieur d'un cube de 1 cm de côté en fonction de certaines redistributions de masse à la surface du globe. Elles ont pour

origine le déplacement des masses océaniques, l'humidité des sols, le poids de la couverture neigeuse ou le volume des nappes phréatiques... DORIS mesure, au fil des saisons, ces variations millimétriques qui affectent le calcul d'orbite.

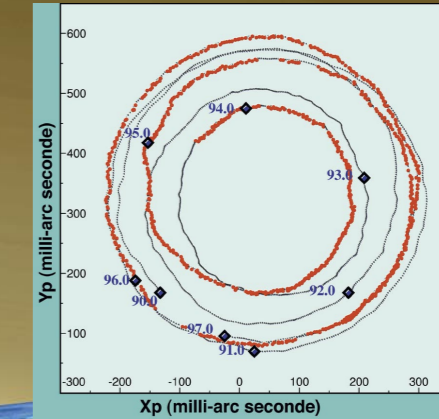
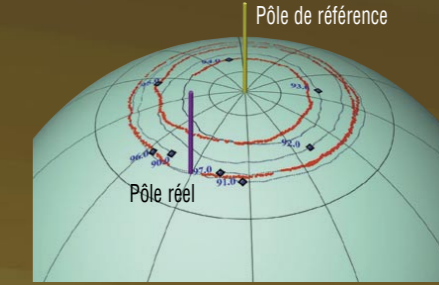


La Terre en mouvement

Les performances obtenues par DORIS durant ses dix premières années en ont fait un système de référence pour l'orbitographie de précision, indispensable aux applications océanographiques d'altimétrie. DORIS a su mettre à profit son réseau unique de stations et sa capacité de localisation précise pour répondre aux besoins de la géodésie et de la géophysique.

Calculer précisément les paramètres de la rotation de la Terre

La rotation de la Terre est affectée d'irrégularités. Sa vitesse de rotation varie et la planète « oscille » très légèrement autour de son axe de manière continue. Ces « mouvements du pôle », inscrits dans un carré d'environ 20 m de côté, peuvent aujourd'hui être suivis, jour après jour, grâce à DORIS avec une précision accrue lorsque le nombre de satellites augmente.



Participer au système de référence international

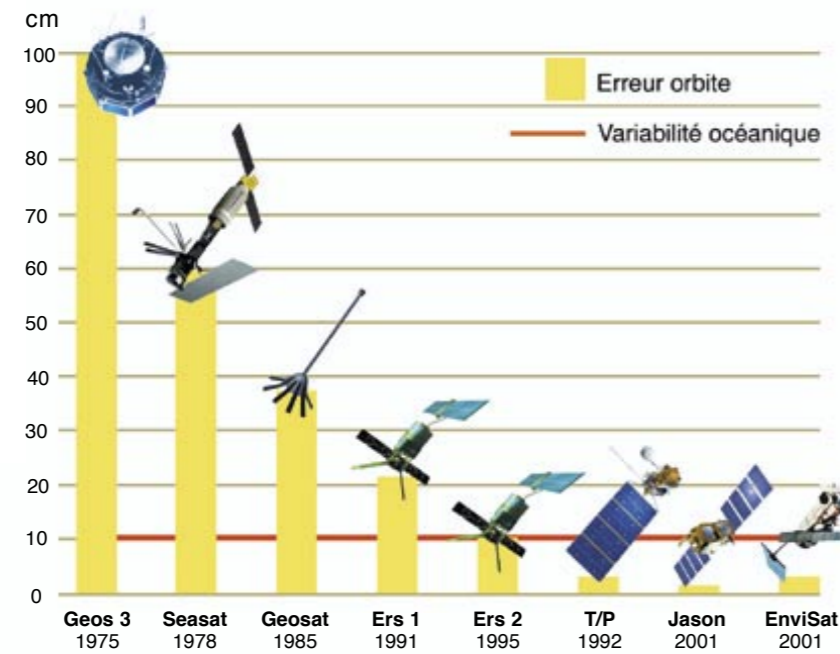
Depuis le 18e siècle, chaque nation a entrepris la création de son propre réseau géodésique en plaçant des bornes sur son territoire, de façon à constituer un maillage. En France, les géomètres de l'Institut Géographique National ont réalisé récemment une version modernisée. Avec l'apparition des techniques de géodésie spatiale, un réseau a pu être défini à l'échelle du globe et constitue dorénavant un système de référence terrestre international de grande précision (ITRF). Depuis 1994, les mesures DORIS, participent à son maintien. L'ensemble homogène des stations DORIS a permis de le densifier tout en complétant la couverture de l'hémisphère Sud.

Une trajectoire de plus en plus précise

Des résultats spectaculaires

Depuis sa première mission probatoire sur le satellite SPOT 2, le système DORIS a relevé tous les défis. L'objectif fixé pour la mission TOPEX/POSEIDON était de connaître l'altitude du satellite avec une précision de 13 cm. Pari très ambitieux car les meilleurs systèmes existant alors ne fournissaient qu'une mesure au mètre près, insuffisante pour l'océanographie spatiale.

La précision des orbites calculées avec les mesures DORIS, a rapidement atteint 10 cm, puis 2,5 cm, une belle prouesse pour ce nouveau concept qui a permis le succès de la mission TOPEX/POSEIDON. Au fil des années, la performance demandée au système DORIS n'a cessé de croître. Ainsi la précision d'ensemble du système altimétrique Jason 1 dont DORIS constitue le cœur orbitographique suppose que le «géomètre de l'espace» atteigne le niveau du centimètre.



DORIS : 10 ans de réussite

Le système DORIS est un succès technique, opérationnel et scientifique. Installé sur différents satellites et étudié pour de nouvelles missions, DORIS garantit à ses utilisateurs la qualité et la pérennité d'un service opérationnel d'orbitographie et de positionnement précis.

Durant la prochaine décennie, le système accueillera de nouveaux partenaires dans le cadre du Service International DORIS (IDS, International DORIS Service) et fournira à la communauté scientifique internationale encore plus de mesures et de produits dérivés.

Avec encore plus de satellites porteurs, le système DORIS gagnera en précision. Cette augmentation de performance servira de nombreux domaines des Sciences de la Terre.

90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07



Applications DORIS

- Détermination d'orbite
- Champ de gravité
- Rotation terrestre
- Localisation
- Navigation
- Datation

Demain, de nouveaux produits, de nouvelles applications

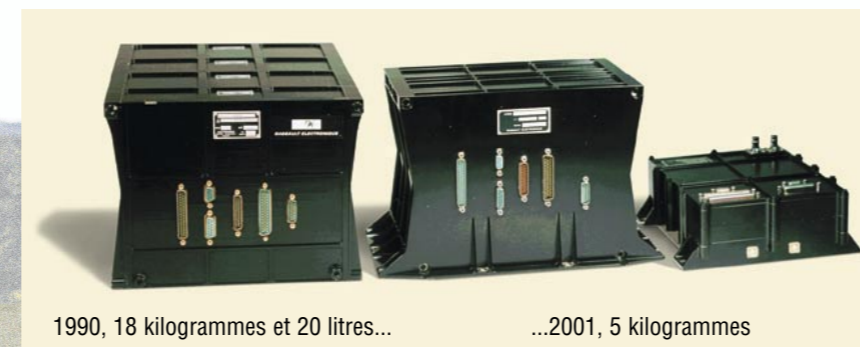
Plus d'autonomie à bord des satellites, plus de précision dans la restitution d'orbite, des équipements plus fiables et moins encombrants, des fonctions supplémentaires : le système DORIS est en amélioration constante. Une nouvelle décennie se prépare, tournée vers le développement d'applications au service d'une meilleure connaissance de notre planète.

Encore plus de performances...

Mises en place à partir de la fin de l'année 2001, les stations DORIS de troisième génération, d'une fiabilité accrue, comportent plusieurs évolutions dont la possibilité de décaler leurs fréquences d'émission pour éliminer les risques de brouillage entre stations voisines. Le réseau existant va s'étoffer afin d'équiper de nouveaux sites, notamment à proximité de marégraphes, pour faire jouer la complémentarité des observations du niveau des mers. A bord des satellites, l'encombrement des récepteurs diminue. Dotés initialement d'un seul canal, les récepteurs de deuxième génération en comportent deux et peuvent ainsi recevoir simultanément les signaux de deux stations. Des évolutions à l'étude prévoient de poursuivre l'amélioration de la performance et d'augmenter encore la capacité de réception pour répondre à de nouvelles applications.

DIODE, un grand pas vers l'autonomie des satellites

L'utilisation du navigateur DIODE (Détermination Immédiate d'Orbite par Doris Embarqué) sur SPOT 4 a marqué une étape dans l'évolution des satellites vers une véritable autonomie de navigation. Les mesures réalisées par le récepteur DORIS sont traitées à bord par le logiciel DIODE, qui calcule, en temps réel, la trajectoire du satellite. Embarqué à titre probatoire, DIODE s'est avéré tout à fait opérationnel avec une disponibilité supérieure à 99,5% et a fourni une précision de quelques mètres, très supérieure à celle imaginée à sa conception. SPOT 4 transmet cette précieuse information aux stations de réception avec les images SPOT, ce qui permet de localiser précisément et, sans intervention humaine, le lieu de la prise de vue. DIODE équipe désormais DORIS sur les nouvelles missions et ouvre la voie vers l'autonomie totale des satellites.



Pour plus d'information :
Service International DORIS : <http://ids.cls.fr>
Missions scientifiques du CNES - DORIS : <http://doris@www-projet.cst.cnes.fr:8086>

DORIS, le géomètre de l'espace

Mesurer au centimètre près depuis l'espace : un pari réussi

L'espace est un excellent observatoire pour étudier les océans, un milieu en constante évolution. Pour être exploitées par les scientifiques, les précieuses informations collectées par les instruments d'un satellite altimétrique doivent être accompagnées d'informations sur sa position exacte. La connaissance imparfaite de l'orbite a longtemps limité l'exploitation des données de ces nouveaux outils. Au cours des années quatre-vingt-dix, en fournissant pour la première fois une précision de l'ordre du centimètre, le système DORIS apporte une évolution majeure à l'orbitographie. DORIS est aussi un système de localisation de grande précision, qui, très tôt, a permis les progrès de la géodésie et de la géophysique. Ses données participent de manière essentielle à l'étude de la forme et des mouvements les plus infimes de la Terre. Ainsi, DORIS a joué un rôle majeur dans les remarquables résultats de la mission franco-américaine d'étude des océans, TOPEX/POSEIDON. Véritable géomètre de l'espace, DORIS relèvera encore de nouveaux défis durant la prochaine décennie et contribuera à la réussite des futures missions d'observation et d'étude de notre planète.

