

34

Mars 2001

SPACE CONNECTION

DOSSIER Les satellites
à des fins humanitaires



Sommaire



Dossier: Les satellites à des fins humanitaires

- 03** Une Terre de risques naturels, une planète de drames humains
- 05** Un numéro d'appel unique pour gérer les catastrophes naturelles et technologiques
- 06** La vie humaine sous la menace de catastrophes, accidents et conflits
- 08** Dans l'espace, des robots au service de la nature et des hommes
- 10** Le micro-satellite belge pour les missions humanitaires
- 12** L'Europe se mobilise : de Meteosat à Envisat, cap sur l'initiative GMES
- 13** Une journée dans l'espace
- 15** Les principaux atouts de la télédétection spatiale
- 19** Coopération Belgique-Argentine sur des satellites radar
- 20** Constellations & coordination : des satellites au service de l'humanité et de son environnement
- 25** Kofi Annan : une humanité plus solidaire grâce aux systèmes spatiaux
- 25** Le programme d'Unispace III pour les missions humanitaires depuis l'espace
- 26** Triana observe la Terre depuis l'espace interplanétaire
- 27** Les zones volcaniques sous haute surveillance
- 28** Prévoir les tremblements de terre avec Izmiran, Demeter et Poperedzhennya
- 29** Remsat: des satellites européens dans la lutte contre les incendies de forêts
- 30** Le web vous en dira plus
- 32** A la recherche du temps –
Un portrait de l'Institut Royal Météorologique
- 37** **Actualités belges**
- 38** **Actualités internationales**



Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (S.S.T.C.)

Space Connection est une lettre d'information éditée par les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (S.S.T.C.) contenant des informations sur les réalisations récentes dans le domaine spatial. Cette lettre d'information s'adresse à tous les passionnés de l'espace et en particulier aux jeunes.

Comment obtenir gratuitement le Space Connection ?

Envoyez vos nom et adresse à la :

**Cellule Relations publiques
Secrétariat général
S.S.T.C.**

Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles
ou envoyez un e-mail à
dhae@belspo.be

<http://www.belspo.be>

Editeur responsable:

Ir. Eric Beka
Secrétaire général des S.S.T.C.

Rédaction:

Cellule Relations publiques
Secrétariat général
S.S.T.C.
Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles

Collaboration extérieure:

Benny Audenaert, Paul Devuyt,
Christian Du Brulle, Théo Pirard
(dossier), Steven Stroeykens

Coordination:

Patrick Ribouville

Gestion des abonnements:

Ria D'Haemers
e-mail: dhae@belspo.be

Photo de couverture:

Le satellite d'observation
Envisat. (ESA)

Numéro 34 - Mars 2001

Introduction

Une Terre de *risques naturels*, une planète de *dramas humains*



(UN - Eskinder Debebe)

Missions humanitaires. Leur seule évocation fait penser aux calamités qui sont liées à des catastrophes naturelles et à des tragédies humaines. Elles ne passent pas inaperçues depuis l'espace. Les

satellites peuvent observer les phénomènes, évaluer les sinistres, déterminer les urgences, organiser les secours, prévenir les récides... Encore faut-il au sol disposer des équipements d'accès aux données spatiales, des moyens de traitement dans de brefs délais, des réseaux de diffusion des informations, d'une infrastructure coordonnée à l'échelle globale. L'ONU (Organisation des Nations Unies), lors de sa conférence mondiale Unispace III à Vienne en juillet 1999, a considéré comme priorité stratégique l'efficacité des systèmes spatiaux: pour comprendre l'environnement terrestre, pour surveiller les situations à risques, pour rendre les conditions de vie moins hasardeuses, pour réagir face aux situations d'urgence et pour aider les populations dans la détresse. De même, l'Europe a décidé de lancer deux initiatives: GMES (Global Monitoring for Environment and Security), mise en place d'un système global de monitoring pour l'environnement et pour la sécurité; Galileo, système civil de navigation par satellites qui doit permettre de mieux définir les zones de risques naturels et cartographier les séquelles de conflits humains. L'ESA est en train de préparer sa réponse avec le programme Living Planet, en coordination avec GMES. Ce programme comprendra les missions des satellites Earth Watch et Earth Explorer.

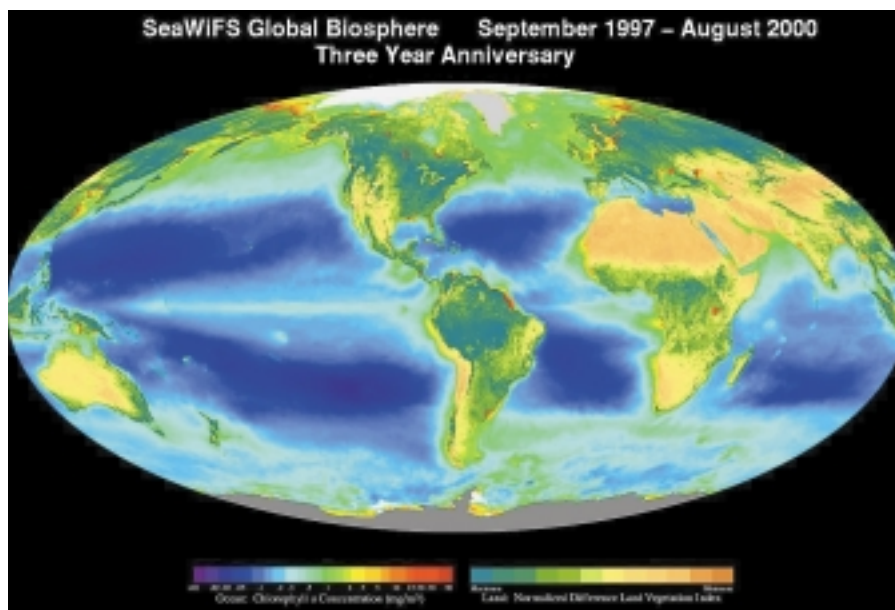
[suite page 04]

Le rôle des missions humanitaires s'est amplifié au cours de la dernière décennie du XX^{ème} siècle. Sous la pression d'une opinion publique toujours mieux informée des risques naturels et des conflits humains, les autorités politiques ont dû mettre en oeuvre des plans d'intervention. Les organisations non gouvernementales (Croix-Rouge, Croissant-Rouge, Médecins Sans Frontières, Greenpeace...) ont misé sur la carte de la solidarité internationale pour être rapidement présentes dans les régions sinistrées et venir en aide aux populations en détresse.

Les affaires humanitaires font désormais partie des prérogatives de l'ONU qui a créé en 1992 le département OCHA (Office for the Coordination of Humanitarian Affairs). En plus des retombées humaines des caprices de la nature (sécheresse, inondations, cyclones, séismes, volcans, raz-de-marée, feux de forêt, ...), il s'occupe des réfugiés dans le monde, des enfants dans les conflits armés, de la problématique des mines terrestres, des catastrophes industrielles. Son champ d'action se situant principalement en Afrique et en Asie, l'OCHA se

tient informé de l'impact de toutes les catastrophes naturelles et publie le site ReliefWeb (www.reliefweb.int) sur les situations d'urgence dans le monde. Sur le terrain, il assure la coordination des secours, le rétablissement des communications, le contrôle des risques écologiques, la mise en oeuvre de matériels à "usage dual" (défense civile et mission militaire). Le changement global des conditions climatiques n'est pas de son ressort direct; leur impact, à long terme, pour l'humanité dépend de l'application correcte, par les Etats, des Conventions de Rio (1992) et de Kyoto (1997).

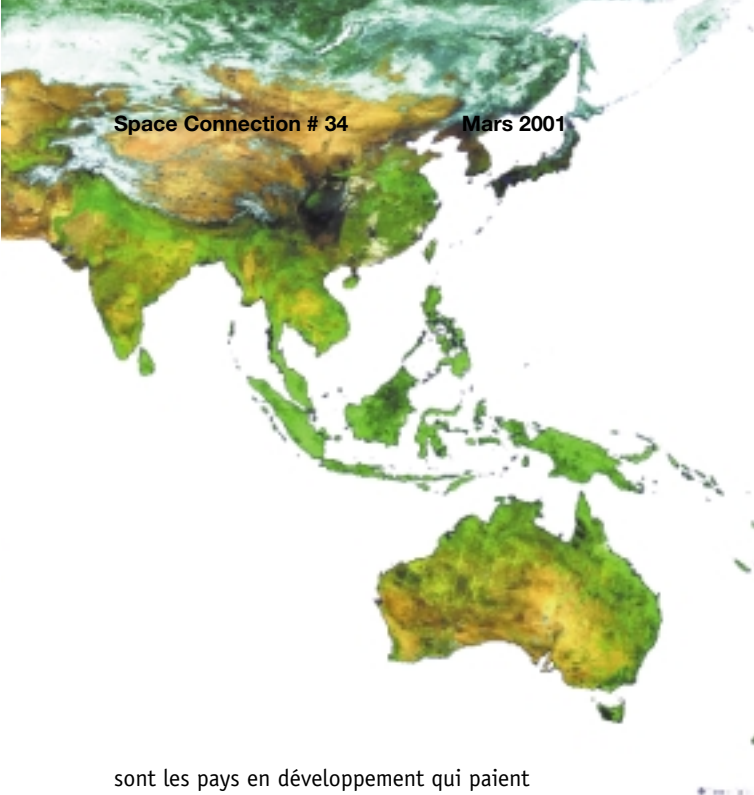
⚡ Ce sont les satellites qui ont permis de réaliser ces images de la biosphère et de la végétation. Aujourd'hui, les données de l'instrument européen Végétation permettent de visualiser la végétation tous les deux jours. (SeaWiFS, NASA/Goddard Space Flight Center, ORBIMAGE)



L'impact socio-économique des cataclysmes

"Bien que la fréquence et l'intensité des catastrophes naturelles ne soient pas plus élevées que par le passé, leur impact humain et économique augmente de façon vertigineuse dans les pays développés comme dans les pays en développement", constate José Achache, Directeur général adjoint scientifique du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) et l'un des promoteurs de l'initiative européenne GMES. "Cette tendance à la hausse ne fera que s'accroître avec la concentration croissante des populations, l'augmentation du coût des infrastructures et le développement d'agglomérations de plusieurs dizaines de millions d'habitants sur les rives des grands fleuves et dans les zones côtières. On estime ainsi que plus de 3 milliards d'être humains vivent aujourd'hui dans des mégapoles concentrées sur quelques pour-cent de la surface des continents, le plus souvent dans des zones à risques."

Le document de présentation de la Conférence Unispace III faisait état du bilan dramatique des catastrophes naturelles pendant la période 1974-1994: plus de 3 millions de morts, 1 milliard de blessés, plusieurs milliards d'euros de dégâts. Il résumait la situation actuelle: *"En moyenne, chaque année, les caprices de la nature dans le monde laissent 4 millions de personnes sans le moindre bien, en blessent 900.000 et provoquent la mort de 128.000 autres."* Ce



sont les pays en développement qui paient le plus lourd tribut. C'est là que vivent les 2/3 de la population mondiale et que surviennent 90 % des cataclysmes. Dans ces désastres naturels, ce sont la sécheresse (en Afrique) et les inondations (en Asie et en Amérique latine) qui sont les phénomènes les plus meurtriers. En plus des effets immédiats des catastrophes, il faut tenir compte des drames humains à long terme avec des économies en crise, avec la mise à plat de tout un environnement, avec des tensions entre les populations, avec des effets spéculatifs sur les valeurs boursières, avec des hausses de prix pour des produits devenus rares...

Avec les risques de changement climatique, d'aucuns redoutent que des lieux, jusqu'ici épargnés, soient dévastés par de longues périodes de sécheresse, par des tornades d'une rare violence, par des inondations d'une grande ampleur. La société humaine et l'économie mondiale risquent d'être affectées à l'échelle globale. Pour répondre aux besoins d'une production accélérée et d'une consommation accrue, l'humanité est aux prises avec un développement qui abuse des ressources de la nature: l'agriculture intensifie ses activités, l'industrie multiplie les implantations, les transports défient les mers, les airs et les routes. Plus que jamais, les satellites d'observation équipés de senseurs de plus en plus performants sont des outils indispensables pour suivre de près ce qui se passe sur l'ensemble du globe.

Un *numéro d'appel* unique pour gérer les catastrophes naturelles et technologiques

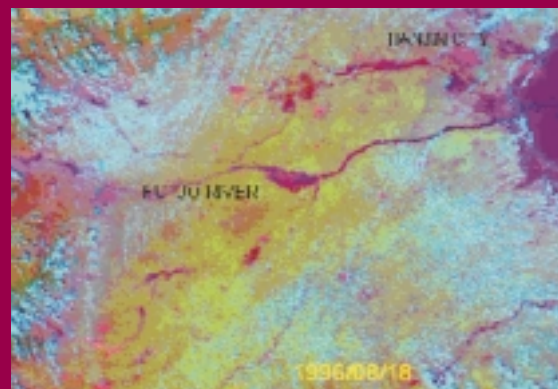
Respectant un engagement pris lors de la Conférence Unispace III en juillet 1999, l'ESA et le CNES ont signé une charte visant à promouvoir la coopération des systèmes spatiaux lors de catastrophes naturelles ou technologiques majeures. Cette charte, initiative humanitaire de portée globale, fournit un cadre qui facilite l'accès aux données d'une grande variété de satellites d'observation. Dans un premier temps, les données des satellites européens ERS-2 et - à partir de 2001 - Envisat, des satellites français (avec participation belge et suédoise) SPOT-1, SPOT-2 et SPOT-4, puis - en 2002 - SPOT 5 seront mises à la disposition des autorités. Les informations fiables, prises depuis l'espace, viendront compléter la collecte au sol de données et les moyens de télédétection aérienne. Cette charte ESA-CNES est ouverte aux opérateurs de satellites du monde entier. L'Agence Spatiale Canadienne (CSA) l'a ratifiée pour la mise à disposition les observations de ses satellites Radarsat-1 et - en 2003 - Radarsat-2. Tous les partenaires s'engagent à coopérer sur une base volontaire, sans échange de fonds entre eux.

Premier effet de cette charte: depuis le 1er novembre, un numéro d'appel unique, confidentiel, a été mis en place pour que les pays victimes d'un désastre naturel ou technologique puissent employer au plus vite les satellites de l'ESA, du CNES et de la CSA. Des utilisateurs autorisés dans les pays pourront, dès le déclenchement d'un séisme ou d'accident de grande ampleur, appeler un opérateur de l'ESRIN à Frascati (près de Rome); celui-ci sera chargé de contacter l'ingénieur de veille dans les trois agences impliquées pour que les systèmes spatiaux soient mis au service de l'Etat victime de la catastrophe. Cette procédure a été engagée lors du récent séisme en El Salvador. Il est d'ores et déjà envisagé que les satellites technologiques de télécommunications Artemis de l'ESA et Stentor du CNES, après leur mise à poste prévue en 2001, soient en mesure de relayer les informations vers le pays touché par le désastre. A chaque crise, les trois agences nommeront un responsable de projet pour être en contact avec les autorités du pays sinistré. L'assistance ne se limitera pas à la fourniture de données spatiales, mais concernera aussi leur traitement et leur interprétation.

Dossier Les satellites à des fins humanitaires

La vie humaine *sous la menace* de catastrophes, accidents et conflits

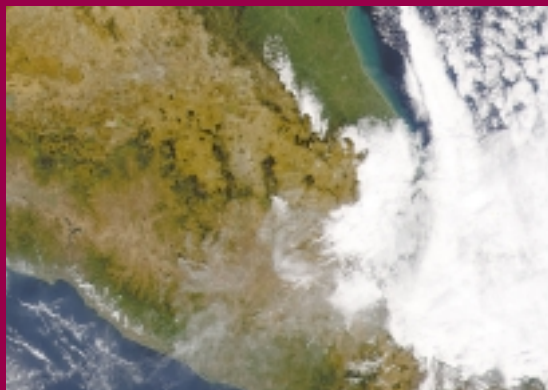
↑ Une image radar d'une plateforme de forage à l'ouest de Bombay. Les zones foncées indiquent des taches de pétrole autour des plate-formes qui apparaissent comme des points blancs brillants. (NASA/JPL)



↑ En août 1996, le nord de la Chine a subi des inondations exceptionnelles dans la province d'Hebei. Grâce à la surveillance active des satellites météorologiques, les autorités ont pu suivre en continu la situation. (NOAA)

La nature terrestre dépend du comportement des sols (tectonique des plaques, mouvements de terrains, éruptions volcaniques, phénomènes d'érosion...), de l'énergie et du rayonnement reçus du Soleil, de la température et des composants dans l'atmosphère, de la circulation des courants sur les océans et les mers. Parmi les principaux risques naturels qui provoquent des cataclysmes, on a :

- **les tremblements de terre et les raz-de-marée** sur des zones géologiquement actives que l'on localise assez bien, le long de grandes failles et au pied de montagnes jeunes ; il n'est pas encore possible de prédire de façon efficace le déclenchement, l'intensité, le lieu d'un séisme;
- **l'activité des volcans** se manifeste surtout aux environs des régions fragiles sur le plan séismique; sur les quelque 1.500 volcans qui sont potentiellement actifs, seuls 70 sont actuellement en éruption. Au cours des 50 dernières années, 30.000 personnes ont été tuées; les rejets de poussières dans l'atmosphère constituent une sérieuse source de pollution;
- **les glissements de terrain et les avalanches** concernant des zones géologiquement jeunes ou récemment déboisées par une urbanisation rapide et par les feux de forêts;
- **les cyclones et les tempêtes**, principale source de destructions, notamment sur la côte Est des USA, en Amérique centrale, dans les Antilles, dans les Océans Indien et



↑ En décembre 2000, le volcan Popocatepetl a recommencé à cracher des pierres, des cendres et de la fumée au-dessus de la vallée de Mexico City. Craignant une éruption plus active, les autorités mexicaines informaient en continu la population. (SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center, ORBIMAGE)



↑ La dégradation de la forêt amazonienne est la conséquence directe de l'intervention humaine. Les images satellitaires permettent de suivre de près cette évolution inquiétante. (Eurimage/Landsat7)

Pacifique; ils s'accompagnent d'inondations et de glissements de terrain;

- **les inondations**, dévastatrices des cultures, de la faune et des infrastructures. Leur phénomène reste particulièrement meurtrier dans les plaines cultivées et dans les régions mal irriguées;
- **les longues périodes de sécheresse**, démontrant la fragilité de contrées en Afrique, en Asie et au Brésil; il s'agit d'assurer une prévention et d'évaluer l'impact par une analyse constante des données météorologiques et hydrologiques qui sont collectées depuis l'espace;
- **les invasions d'insectes**, calamité dans des régions sèches; leur surveillance permanente permettra d'en comprendre les causes et d'en limiter les effets;
- **les feux de forêts**, causés par la foudre, par des pyromanes ou pour des raisons économiques, font disparaître un patrimoine précieux du système écologique; s'ils sont détectés à temps par les systèmes spatiaux, il est possible de limiter les dégâts, pour autant que les vents ne s'en mêlent pas...

La présence humaine n'est pas sans influences sur l'environnement. Ainsi, aux risques naturels, viennent s'ajouter :

- **les pollutions de l'air et de la mer** qui sont dues à des accidents industriels ou à des naufrages de pétroliers... Le drame de la dioxine à Seveso (1976), la tragédie nucléaire de Tchernobyl (1986), les plages souillées de Bretagne ont sensibilisé l'opinion publique;

des plans de prévention passent désormais par le contrôle des risques avec une surveillance permanente par satellites;

- le changement global se manifeste, entre autres, dans la réduction continue des calottes glaciaires, dans l'état de santé inquiétant des récifs de coraux, dans les lentes modifications de la végétation; leur étude avec des photos de haute résolution permet de suivre leur évolution;
- **le trafic international de produits illégaux**, comme les stupéfiants, peut être éradiqué par la mise en évidence des zones de cultures des drogues sur l'ensemble du globe; des satellites d'observation ont la capacité d'identifier les sources d'approvisionnement et de contribuer à leur contrôle permanent;
- **les épidémies de virus** obligent à surveiller les zones infectées; la collecte de données depuis l'espace est possible jusque dans des sites isolés pour freiner, voire empêcher leur extension;
- **les conflits et les guerres** ont des effets désastreux pour la vie humaine, un impact dramatique sur l'environnement. Ces dernières années, sous l'égide de l'ONU, des interventions militaires ont eu un caractère humanitaire: les Forces armées belges y ont participé en Somalie, au Rwanda, au Kosovo. L'assistance aux populations déplacées, l'opération délicate de déminage, la localisation de charniers ont démontré le "caractère dual", civil et militaire, des systèmes spatiaux de télécommunications et d'observation.



↑↑ La ville tchétchène de Grozny vue par le satellite IKONOS avant et après les bombardements du 16 mars 2000. (spaceimaging.com)

↓ La ville de Fort Worth au Texas après la tornade du 29 mars 2000. Cette image, avec une résolution d'un mètre, prise par le satellite IKONOS permet d'évaluer et de mesurer les dégâts aux bâtiments, à l'infrastructure, aux routes, etc. (spaceimaging.com)



Dans l'espace,
des robots au s



Dossier Les satellites à des fins humanitaires

Nous ne nous rendons plus compte du rôle des satellites qui offrent une grande variété de services à l'homme. Que les moyens au sol ne fonctionnent plus - lors de catastrophes - et on prend conscience du rôle efficace des satellites.

service de la nature et des hommes

D'une plate-forme dans l'espace, il est possible de recueillir des données sur l'environnement, de localiser des appels de détresse, de surveiller les zones à risques, de mesurer le mouvement des sols et la hauteur des vagues, de détecter les pollutions et d'en préciser l'étendue. Les satellites d'observation sont équipés de senseurs passifs (systèmes optiques et infrarouges) et actifs (radar et laser) qui sont de plus en plus performants pour la gestion des ressources, pour l'aménagement du territoire, pour la protection des mers, pour le bien-être des populations... Ils constituent des instruments indispensables pour mener à bien une politique coordonnée et cohérente afin de garantir le suivi de l'environnement terrestre, le maintien d'un équilibre naturel, la mise à jour des systèmes d'information géographique, la prévention des changements écologiques et climatiques.

L'efficacité des satellites est liée à la répétitivité de leurs prises de vues et de leurs données. Leur utilisation se situe aux trois étapes de la maîtrise de tout phénomène de désastre :

1. Sa **prévention** repose sur la collecte de mesures, sur l'échange de données et sur la prise de vues des zones à risques. Il s'agit de cartographier de façon précise les régions qui présentent les mêmes risques, de mettre à jour régulièrement des systèmes d'information géographique, d'établir des modèles comparatifs à partir de situations identiques, de contrôler les mesures qui doivent

limiter la portée et réduire la gravité des catastrophes. Les satellites font preuve de régularité sur leurs orbites pour obtenir des observations et pour acquérir des informations in situ d'une résolution de plus en plus élevée.

2. Sa **prédiction**, avec des délais de plusieurs jours, constitue la priorité qui peut sauver des vies humaines. Les satellites offrent la répétitivité de leurs prises de vues et leur transmission de données pour discerner les signes précurseurs, pour localiser l'origine d'un phénomène, pour suivre en permanence la manière dont il évolue, pour informer à temps les autorités pour l'organisation des secours. Les services météorologiques démontrent le caractère fiable des satellites géostationnaires et polaires (voir le portrait de l'Institut Royal Météorologique de Belgique à la fin de ce dossier). Par contre, pour les séismes, la prévision est toujours au stade expérimental; on compte beaucoup sur les satellites pour analyser autour de la Terre les perturbations électromagnétiques qui surviennent avant le déclenchement de tremblements de terre ou d'éruptions volcaniques. Lorsqu'un accident écologique risque de provoquer la pollution de sites, les satellites servent à fournir des observations pour évaluer et prévoir son évolution.

3. Son **évaluation** permet d'organiser les secours, d'intervenir avec à-propos, de déterminer le dommage humain, de tirer des leçons pour d'autres sinistres. Plus la résolution des images satelliti-

← Ikonos 1, en cours de préparation chez Lockheed Martin est le premier satellite commercial d'observation à haute résolution. (Lockheed-Martin)

Le micro-satellite belge pour les missions humanitaires

Le premier micro-satellite de l'ESA sera belge: PROBA-1 (Project for On-Board Autonomy) de 100 kg est en préparation sous la maîtrise d'oeuvre de la société Verhaert, à Kruikebe, dans la banlieue d'Anvers.

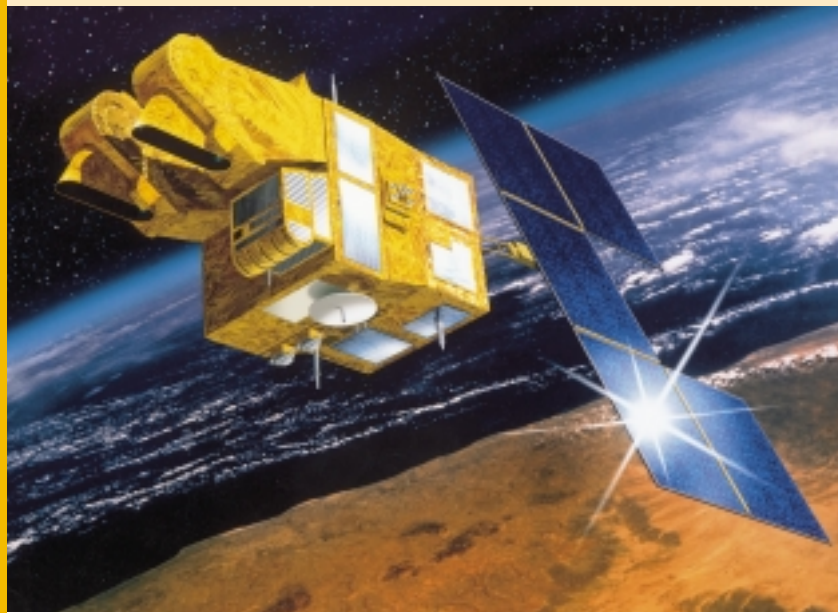
Il s'agit d'un bus spatial intelligent avec une charge utile de 25 kg et qui doit être satellisé par le lanceur indien PSLV pendant l'été 2001. Après sa mise en orbite entre 560 et 750 km, il sera mis à la disposition de l'ESA pour son programme d'innovations technologiques. Son contrôle sera assuré depuis la station ESA de Redu (en province du Luxembourg). Il sera possible de lui passer des ordres et d'en recevoir des données depuis un simple PC via une liaison Internet.

L'équipement principal de la charge technologique de PROBA-1 est le CHRIS (Compact High resolution Imaging Spectrometer): il photographiera en 3D la surface terrestre avec une résolution de 25 m dans le visible et le proche infrarouge. On a par ailleurs deux caméras miniatures pour des vues noir & blanc, qui sont fournies par la compagnie belge OIP et qui ont déjà fait leurs preuves dans l'espace (à bord d'Ariane 502 et du satellite Rumba) : l'une à grand angle et l'autre à haute résolution (10 m). Le microsatellite belge, par sa capacité d'observation à différentes échelles et de liaisons "en direct" grâce au web, se prête bien à des missions d'assistance humanitaire.

Pour Piet Holbrouck, Directeur Général de Verhaert, "la plate-forme PROBA pour laquelle nous avons investi beaucoup d'efforts en R & D durant un an et demi dans le cadre d'un contrat de 9 millions d'euros, a plusieurs années d'avance sur ses concurrentes grâce à son autonomie de vol, sa stabilisation trois axes et son accessibilité via Internet." Une version améliorée avec PROBA-2 est d'ores et déjà proposée à l'ESA: la moitié de la masse de ce micro-satellite constituera la charge utile. (www.verhaert.com)



↑ PROBA-1 prend forme chez Verhaert, à Kruikebe, dans la banlieue anversoise. Il sera notamment utilisé pour des observations de la surface terrestre. (Th.P./SIC)



↑ Le prochain SPOT-5, qui sera satellisé en 2002, sera équipé de senseurs plus performants et de l'instrument Végétation 2. Les éléments de sa plate-forme ont été fournis par l'entreprise belge SONACA. (CNES/David Ducros)

taires est élevée, mieux l'amplitude du sinistre est connue. Plus les équipements de liaisons par satellites sont compacts (mobilephones, terminaux transportables), plus vite on remet la zone endommagée en contact avec le monde. Ce qui est un avantage psychologique pour les populations en détresse.

Pour que les systèmes spatiaux soient efficaces par la régularité, la disponibilité et la rapidité de leurs services, il importe que trois critères soient remplis au niveau mondial :

- la coordination des satellites de télédétection passe par une stratégie intégrée d'observation globale, appelée IGOS (Integrated Global Observing Strategy). Décidée en 1998, cette coopération entre une douzaine d'organisations internationales établit le cadre des opérations et le mécanisme de planification pour les systèmes sur orbite et "in situ" de collecte et de traitement des informations sur l'environnement atmosphérique, maritime et terrestre. IGOS met notamment en oeuvre le Committee on Earth Observation Satellites ou CEOS qui fut créé en 1984 et qui implique dans le monde entier 37 opérateurs et utilisateurs de satellites d'observation; toutes les agences spatiales y sont représentées aux côtés des organismes spécialisés de l'ONU (www.ceos.org).
- la précision des mesures depuis l'espace suppose l'échange d'informations pour la mise au point

EXEMPLES D'UTILISATION DES SYSTEMES SPATIAUX DE TELEDETECTION DANS LA GESTION DES DESASTRES

(les lettres indiquent l'état des techniques)

TYPE DE DESASTRE	PHASE DE LA GESTION		
	Évaluation / Prévention des risques	Prévision/Alerte	Intervention/Secours
TREMBLEMENT DE TERRE	Cartographie des perturbations géologiques et de l'utilisation des sols (A)	Mesure géodynamique de l'accumulation de tensions dans l'écorce terrestre (B)	Localisation de la surface et cartographie de la zone sinistrée (C)
ERUPTION VOLCANIQUE	Cartes topographiques et d'occupation des sols (A)	Détection et mesure des émissions de gaz (B, D)	Cartographie des coulées de laves, cendres, dommages (C)
GLISSEMENT DE TERRAIN	Cartes topographiques et d'utilisation des sols (A)	Etude de la nature et de la stabilité des sols (B, D)	Cartographie et évaluation des dommages (C)
INONDATIONS BRUTALES	Cartes d'occupation des sols estimation des risques (A)	Mesure des précipitations locales (B, D)	Cartographie et évaluation de la région inondée (C)
INONDATIONS EXCESSIVES	Cartographie des plaines à risques, d'utilisation des sols (A)	Mesure des précipitations sur une région, taux d'évaporation (B)	Cartographie et évaluation de la région endommagée (C)
RAFALES DE VENT	Cartes d'utilisation et de couverture des sols (A)	Etat de la surface des mers, de la vitesse des vents sur l'océan (B)	Cartographie et évaluation de la région endommagée (C)
OURAGANS, CYCLONES	Localisation des phénomènes, évaluation des intensités (A)	Prévisions des phénomènes météo, observations locales (B)	Cartographie et évaluation de la région endommagée
FEUX DE FORETS	Cartographie des zones boisées à risques (A)	Surveillance régulière à haute résolution, prévisions météo (B)	Cartographie de la zone incendiée, évaluation des dégâts (C)
PERIODE DE SECHERESSE	Taux d'humidité des sols, inventaire de la végétation (A)	Modèles climatiques à long terme (B, D)	Surveillance de la biomasse, réseau de collecte de données (A)
CHAMPS DE MINES	Cartographie des régions de conflits (A)	Repérage précis par des systèmes de positionnement (A)	Utilisation de systèmes de navigation (B, D)
POLLUTION MARINE	Etat permanent de la surface des mers (C)	Détection et localisation précises des pollutions (B, D)	Cartographie des courants marins et des zones côtières (C)
POLLUTION NUCLEAIRE	Surveillance des sites à risques et de leur environnement (A)	Prévision précise des courants atmosphériques et marins (B)	Collecte immédiate de données, suivi des pollutions (B, D)
EPIDEMIES, INSECTES	Collecte "in situ" et archivage de données (A)	Détection rapide et surveillance permanente (D)	Cartographie de l'extension du phénomène (B)

D'après un document préparé pour la Conférence Unispace III de juillet 1999 : (A) Service pratiquement opérationnel, en voie de l'être, (B) Nécessité de travaux en recherche et développement, (C) Amélioration de la résolution spatiale et de la fréquence de la télédétection, (D) Amélioration des possibilités dans les techniques d'observation et dans la collecte des données

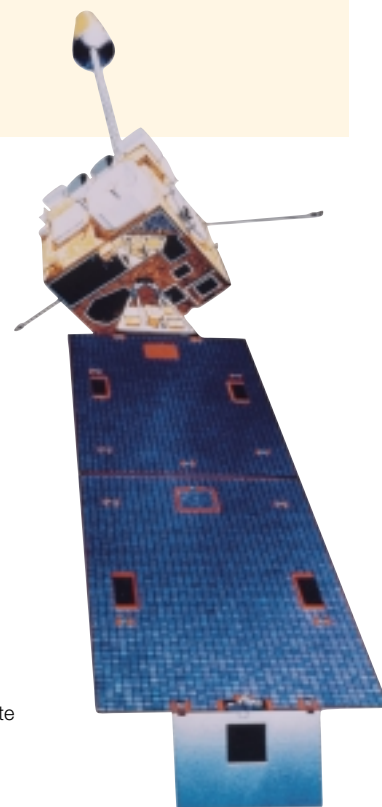
d'équipements plus sensibles et pour l'emploi de méthodes de traitement adaptées aux besoins. Au sein du CEOS, des groupes de travail font le point sur les innovations en matière de résolution des images et de contenu des données spectrales. Les mesures de positionnement que permet la constellation américaine des satellites de navigation GPS (Global Positioning System) renforce la fiabilité des observations à la surface terrestre.

- l'acquisition, dans de brefs délais, des informations pour le bon déroulement des missions humanitaires requiert de puissants outils informatiques dans le traitement rapide de l'avalanche des données, ainsi que des moyens de communications à hauts débits sur l'ensemble du globe. Les sys-

tèmes d'information géographique ou GIS (Geographical Information Systems) doivent être régulièrement mis à jour et améliorés avec des logiciels d'applications plus performants.

Pour que le grand public puisse se rendre compte de la qualité et du contenu de l'imagerie que produisent les satellites pour la gestion des catastrophes naturelles, l'ESA a publié une anthologie intitulée "Earth Watching". Vous pouvez apprécier ces documents en cliquant sur le site www.earthnet.esrin.esa.it et www.eurimage.it

➤ La NOAA utilise des satellites météorologiques en orbite géostationnaire : voici l'un des récents GOES. (NOAA)



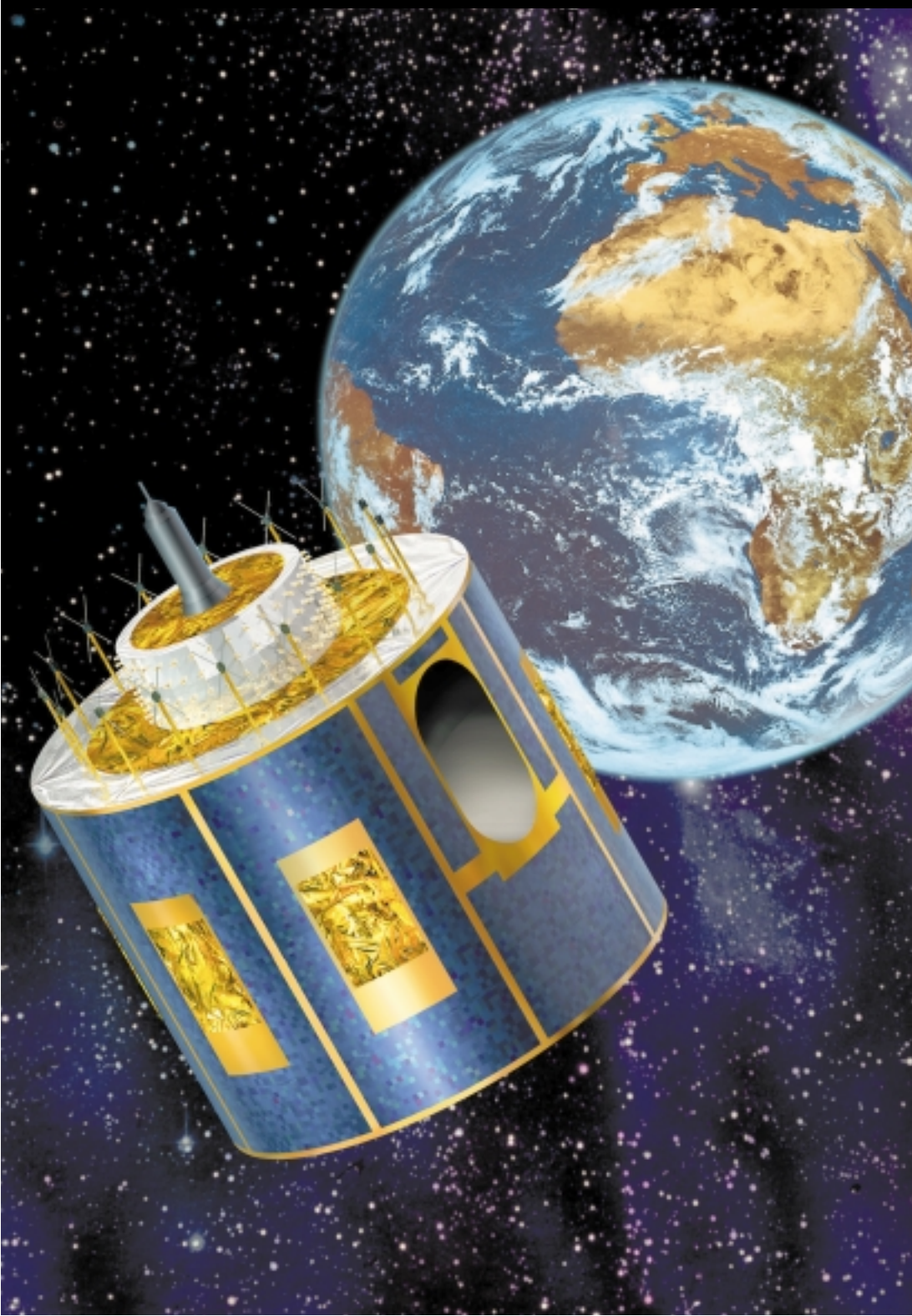
Dossier Les satellites à des fins humanitaires

L'Europe se mobilise : de **Météosat** à **Envisat**, cap sur l'initiative **GMES**

Depuis 1977, l'Europe spatiale avait les satellites Météosat pour observer un hémisphère dans son ensemble toutes les demi-heures. La nouvelle génération des Météosat (à partir de 2002), pourra prendre des vues tous les quarts d'heure avec 20 fois plus d'informations.

Avec son premier satellite radar *ERS-1*, l'ESA franchissait en 1991 une nouvelle étape dans l'étude de l'environnement planétaire. *ERS-1* a pu être employé jusqu'en mars 2000. Quelque 4.000 utilisateurs scientifiques ont pu exploiter plus de 1,5 millions de scènes radar de la surface terrestre. *ERS-2* l'a rejoint en 1995 et les deux satellites furent employés simultanément. L'observatoire spatial *ERS* offre déjà un bilan extraordinaire : relevés précis de la surface et de la température des océans, surveillance des pollutions et, si possible, détection des pollueurs sur les mers, étude de l'influence des crues et inondations dans les terres, contrôle du bassin hydrographique autour de la centrale de Tchernobyl, mise en évidence des cultures illicites de drogues (l'ESA a signé un accord avec l'ONU pour contribuer à son programme de lutte contre le trafic de la drogue).

← Météosat (*Eumetsat*)



→ Envisat constituera sur orbite un véritable mastodonte avec dix instruments pour l'étude de l'environnement terrestre. (ESA)

A la mi-2001, l'ESA lui donnera un successeur avec *Envisat*. Ce puissant outil de télédétection dans les hyperfréquences (micro-ondes) sera mis à la disposition des observateurs du changement global, des services de surveillance maritime et de protection civile, des organisations internationales pour des missions humanitaires... Le consortium mondial Sarcom, qui fédère huit acteurs majeurs du marché de l'observation de la Terre (parmi lesquels SPOT Image et Radarsat International), vient de signer un accord avec l'ESA pour la distribution des données radar des satellites ERS et Envisat.

Le lancement d'Envisat doit coïncider avec le coup d'envoi de l'initiative *GMES* (Global Monitoring for Environment and Security), prise conjointement par l'ESA, la Commission européenne et les agences spatiales française, italienne, allemande et anglaise. Le programme *GMES* et le système Galileo de satellites civils de navigation globale constituent les deux principales activités pour lesquelles l'ESA et l'Union européenne sont résolues de combiner leurs efforts de recherche et de développement. Un colloque organisé par la Présidence française de l'Union européenne sur le thème "L'espace au service de l'environnement" a réuni à Lille en octobre 2000 plusieurs Ministres de la Recherche et les



agences et industries spatiales européennes.

La stratégie *GMES* a l'ambition de développer les services combinés des systèmes de télédétection, de navigation et de télécommunications par satellites pour gérer les problèmes d'environnement sur l'ensemble

de la planète. La mise en oeuvre de *GMES* passe par un inventaire complet des systèmes spatiaux (et sur le sol) que l'Europe peut proposer durant la première décennie du XXI^e siècle.

Les projets ne manquent pas tant au niveau de l'ESA que chez les agences spatiales nationales. L'objectif sera de combiner et

de coordonner les différents satellites de télédétection pour constituer une constellation européenne avec de nombreuses possibilités d'observation à l'échelle globale:

- L'ESA, avec son programme "Living Planet", prépare des mini-satellites "Earth Explorer" à des fins scientifiques et "Earth

Une journée dans l'espace

Organisé par les SSTC et le Space Connection en collaboration avec le Pôle Espace (Institut Royal Météorologique de Belgique, Observatoire Royal de Belgique et Institut d'Aéronomie spatiale de Belgique), ce concours sera accessible en participant ou en venant visiter l'Expo-Sciences des Jeunes Scientifiques de Belgique qui se tiendra au Palais des Congrès de Bruxelles les 17, 18 et 19 mai 2001.

Toute classe, accompagnée d'un professeur, pourra se procurer un formulaire A ou B (A = enseignement primaire - B =

enseignement secondaire) soit lors de la visite des stands, soit comme classe représentée par des jeunes au travers d'un projet. Les deux classes gagnantes (A et B) seront prévenues par la presse et par courrier et se verront attribuer comme prix "Une Journée dans l'espace".

Concours EXPO-SCIENCES
Connaître le Space Connection
Découvrir le Pôle Espace
17, 18 et 19 Mai 2001
au Palais des Congrès de Bruxelles
Coudenberg 3 - 1000 Bruxelles



↑ Galileo. (ESA / J.Huart)

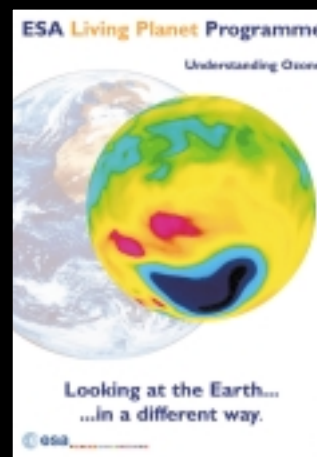
Watch" pour des applications opérationnelles. Quatre propositions ont été retenues pour des missions "Earth Explorer" : elles concernent les relations entre les phénomènes géodésiques et océaniques, l'étude des vents atmosphériques, l'étude des calottes polaires, le suivi des icebergs, l'étude de l'humidité des sols et de la salinité des océans.

- La France, après l'important SPOT-5 qui sera satellisé en 2002, donne la priorité à Pléiades, une constellation de mini-satellites d'observation.
- L'Italie propose, la constellation Cosmo-Skymed de mini-satellites.
- L'Allemagne et le Royaume-Uni sont intéressés par des constellations de satellites optiques

(RapidEye) et radar (InfoTerra/TerraSAR).

Le programme GMES doit par ailleurs inclure les systèmes spatiaux de télécommunications pour assurer les échanges continus et rapides de données, la dissémination immédiate des prévisions, le déclenchement des situations d'alerte, l'organisation des secours d'urgence. L'ESA, avec la société belge Newtec, a réalisé pour l'UNEP (United Nations Environment Programme) le réseau Mercure/UNEPnet de liaisons Internet par satellites. Des stations qui sont en contact avec les instances de l'ONU ont été implantées au Kenya, au Costa Rica, en Thaïlande, en Bolivie, au Vietnam, au Kazakhstan, au

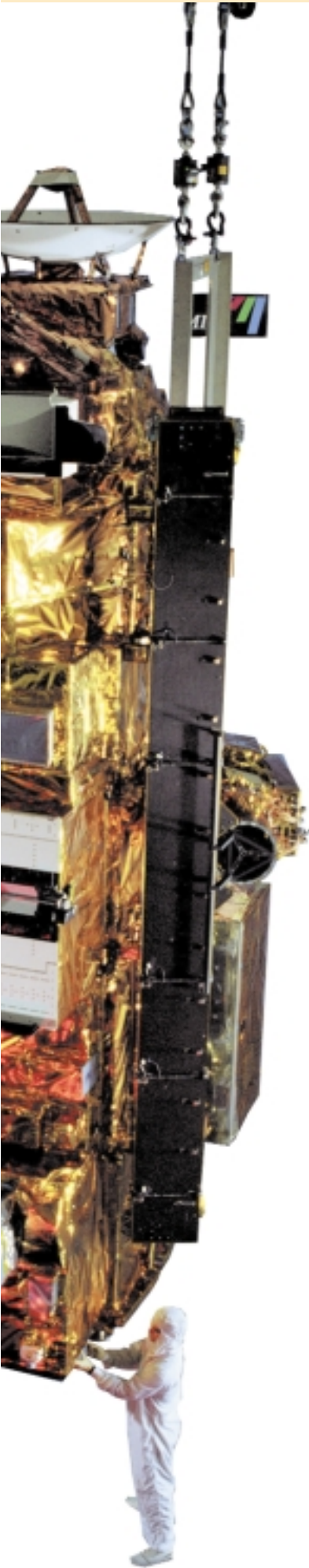
Mozambique, à Cuba... Avec la technologie de petits terminaux VSAT (Very Small Aperture Terminal), elle a effectué des démonstrations de télémédecine (TelBios) et testé des applications multimédia qui sont susceptibles d'être implantées dans les pays en développement ou dans des régions sinistrées.



(ESA)



↑ Le satellite d'observation Terra du programme EOS: il fournit une nouvelle vision de l'environnement terrestre. (LMMS)



Dossier Les satellites à des fins humanitaires

Les instruments d'observation à bord des satellites de télédétection tirent parti des progrès de la technologie mise en oeuvre par les missions d'exploration dans le système solaire.

Les principaux atouts de la **télédétection** spatiale

Aujourd'hui, ce sont des observatoires lourds - des mastodontes de 3 à 8 tonnes - avec une grande variété d'équipements qui sont satellisés pour une analyse détaillée de l'environnement terrestre (voir tableau). La tendance actuelle est de réaliser des mini-satellites peu coûteux de 0,5 à 1 tonne qui sont chargés d'observations spécifiques ou des constellations de micro-satellites de 100 kg qui surveillent en permanence l'ensemble du globe.

Si les instruments d'observation privilégient la haute résolution avec une couverture moins importante, on a recours à ces modes d'observation:

- La **spectrométrie passive** qui utilise des senseurs optiques et infrarouges (caméras, scanners) étudie la surface terrestre d'après la réflexion de la lumière solaire dans diverses longueurs d'ondes. Ces équipements fonctionnent à la manière d'un appareil photo numérique sur lequel on place des filtres selon les détails que l'on veut mettre en évidence. C'est dans le bleu, le vert, le jaune, le rouge, le proche infrarouge et le moyen infrarouge qu'on procède aux prises de vues les plus courantes. L'imageur hyperspectral est un nouvel instrument qui permet de balayer de manière fine des centaines de bandes du spectre; son emploi

COMMENT SURVEILLER LA PLANÈTE AVEC DES OBSERVATOIRES SUR ORBITE ?

Plate-forme lourde multi-sensorielle	Constellations de satellites avec des missions spécifiques
Satellite complexe, coûteux, utilisant une plate-forme lourde	Plusieurs satellites, petits et moyens, basés sur le même bus
Lancement unique avec un lanceur lourd	Lancement multiple avec un lanceur moyen ou plusieurs lancements de petits lanceurs
Information centralisée, nécessitant une infrastructure importante de stations de réception et de centres de traitement des données	Information décentralisée, utilisant des terminaux peu coûteux de réception et des systèmes "grand public" de traitement des données
Grande variété des données collectées avec une multitude de senseurs optiques, micro-ondes et radar au-dessus d'une même zone	Grande répétitivité des observations au-dessus d'une même zone, dans des spectres différents et avec d'autres résolutions

Références: SPOT (CNES), Envisat (ESA), Landsat, Terra/Aqua/Aura (NASA), ADEOS et ALOS (NASDA), METOP (Eumetsat)

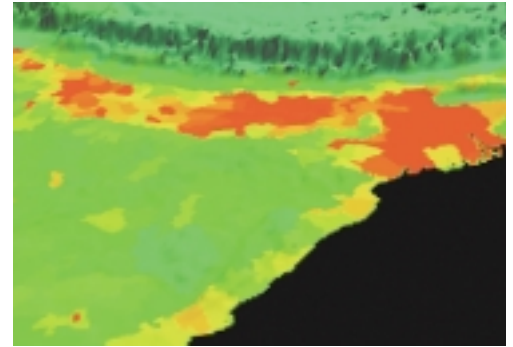
Références: IRS (ISRO), OrbView (Orblmage), EROS (ImageSat), etc. (voir article sur les constellations de satellites)



↑ Des cartes digitales basées sur des images satellitaires (ici lors du tremblement de terre en El Salvador en janvier 2001) peuvent aider les équipes de secours. (NASA)

constitue un défi technologique pour le traitement et l'interprétation de ses observations depuis l'espace.

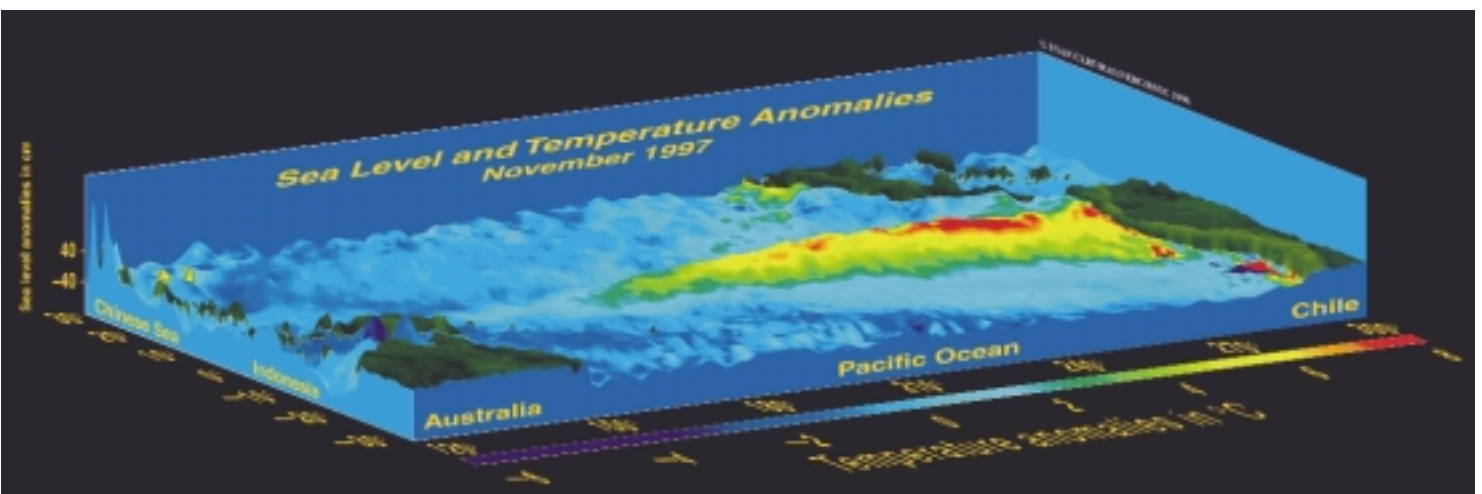
- La **spectrométrie active** qui emploie des systèmes radar sonde la surface terrestre en émettant des impulsions radio à travers la couche des nuages, de jour comme de nuit, et en collectant les échos renvoyés. Chaque impulsion "éclaire" une portion de la surface qui correspond à l'empreinte du faisceau et qui contient les éléments susceptibles de faire écho. Le traitement de ces mesures, pour obtenir une image radar et pour en extraire les informations, fait appel à des logiciels complexes. La fréquence ou la longueur d'onde à laquelle opère le faisceau radar est l'un des paramètres qui influencent la "signature radar" d'un objet; elle est de l'ordre de 1 à 10 GHz (longueur d'onde correspondante de 30 à 3 cm), c'est-à-dire dans les hyperfréquences ou micro-ondes. L'onde radar pénètre d'autant plus profondément que sa longueur d'onde est grande et que l'humidité du sol est faible. Prenons le cas d'une forêt: là où un radar en bande C (5,3 GHz) "voit" la corolle des arbres, un radar en bande L (1,3 GHz) pénètre jusqu'au sol.



↑ Cette carte en fausses couleurs montre la densité démographique au sud de l'Himalaya. Les régions les plus peuplées sont indiquées en rouge, les régions moyennement peuplées en jaune et les plus faiblement habitées en vert. (National Center for Geographic Information and Analysis)

- L'**altimétrie**, en mesurant les émissions d'un radar, telles qu'elles sont réfléchies par les océans et par les sols, permet de déterminer l'altitude au centimètre près ! Des données inédites sont recueillies sur la hauteur des vagues (dont on peut déduire la vitesse des vents), sur les influences des courants marins (comme les caprices d'El Niño dans le Pacifique), pour comprendre le comportement de la masse des océans, pour mieux prévoir

↓ Les techniques de télédétection montrent les changements du niveau de la mer et des températures causées par El Niño en novembre 1997. (document NASA)



LES MESURES DE TÉLÉDÉTECTION EN FONCTION D'EXEMPLES DE CATACLYSMES

	Phase	Résolution	Intervalle	Visible	Infra-rouge	SAR (*)	Laser (**)
INONDATION	Prévention	1 m-20 m	3 à 20 ans	X	X	X	
	Prédiction	100 m-1 km	1 h à 1 sem	X	X	X	X
	Evaluation	1 m-20 m	1 j à 1 sem	X			
GLISSEMENT DE TERRAIN	Prévention	1 m-20 m	3 à 20 ans	X	X	X	
	Prédiction	1 m-1 km	1 h à 1 sem	X	X		
	Evaluation	20 m	1 jour	X			
CYCLONE	Prévention	20 m	3 ans	X	X	X	X
	Prédiction	1 km	3 h à 1 j	X	X	X	X
	Evaluation	1 m	1 j	X	X	X	
SÉISME	Prévention	1 cm-20 m	1 sem à 3 ans	X			
	Prédiction	—	—	—	—	—	—
	Evaluation	10 cm-1 m	1 j à 1 sem	X	X	X	
VOLCAN	Prévention	20 m	3 mois-20 ans	X	X	X	
	Prédiction	10 m-100 m	1 j à 1 sem	X	X	X	
	Evaluation	20 m	1 sem-3 mois	X	X	X	
FEU DE FORÊT	Prévention	—	—	—	—	—	—
	Prédiction	100 m	3 h à 1 sem	X	X	X	
	Evaluation	20 m	3 h	X	X		
SECHERESSE	Prévention	1 km	3 mois	X	X		
	Prédiction	1 km	3 h	X	X	X	
	Evaluation	—	—	—	—	—	—
POLLUTION MARITIME	Prévention	—	—	—	—	—	—
	Prédiction	10-100 m	1 j - 1 sem	X	X		
	Evaluation	10-20 m	1 sem - 1 m	X	X	X	X

D'après un document du Rutherford Appleton Laboratories, Royaume-Uni.

(*) SAR : radar à synthèse d'ouverture (**) Sondeur radar (micro-ondes) ou sondeur laser.

l'ampleur des marées et des tempêtes. Les relevés altimétriques sont devenus une nécessité pour les océanographes du monde entier.

- **L'interférométrie** consiste à combiner deux signaux radar d'une même région à deux moments différents. C'est une technique démontrée par les satellites européens ERS. Si les signaux sont identiques, la forme d'onde du signal combiné restera la même. Par contre, si des changements sont intervenus à la surface terrestre, les formes d'onde présentent des différences ou franges d'interférences. En

traitant ces interférences, on parvient à identifier le moindre changement dans la topographie, ce qui fournit de précieuses indications sur le comportement des sols lors de séismes. Le CNES a mis au point le progiciel Diapason qui, à partir des mesures d'un satellite radar (pour les applications INSAR avec ERS-2), peut détecter automatiquement des déplacements de quelques millimètres sur des sections d'un km² de la surface terrestre. Cette méthode de l'interférométrie différentielle permet de déterminer les moindres variations du relief, de l'humidité en surface, de la couverture végétale.

Le rôle de la Belgique

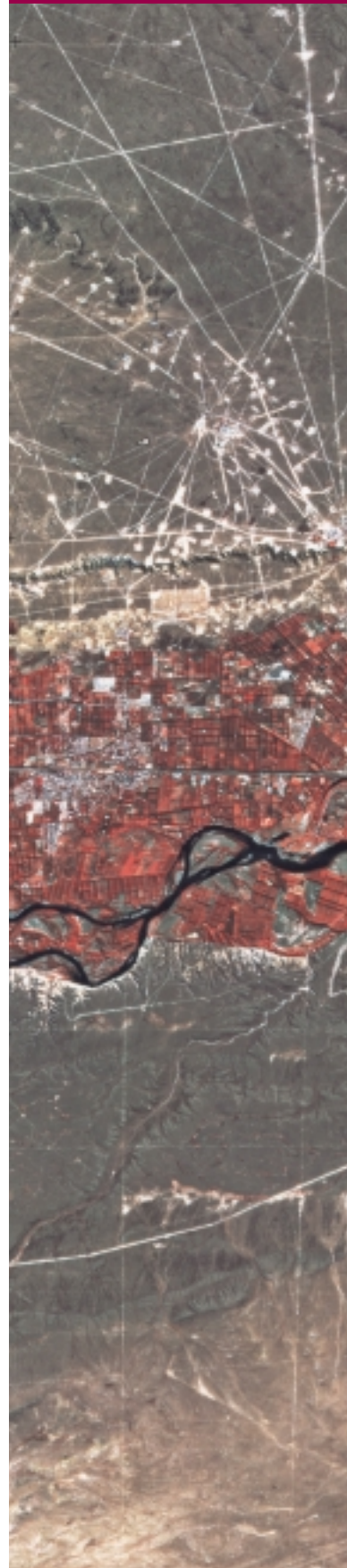
Dans le cadre des programmes *Telsat* des Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (SSTC) et *Prodex* de l'ESA, l'Université de Liège (avec le Centre Spatial de Liège et le Laboratoire de Géomorphologie et de Télédétection), l'École Royale Militaire, l'Université Catholique de Louvain, les Facultés Agronomiques de Gembloux, la Vrije Universiteit Brussel, la Rijksuniversiteit Gent, le Musée Royal de l'Afrique Centrale ont des

équipes de chercheurs qui mettent au point des systèmes d'interprétation des données de télédétection spatiale. Le VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) à Mol, avec le Centre de Traitement des Images Végétation, exploite depuis l'été 1998 un instrument à bord de SPOT 4 qui donne chaque jour une vision, dans quatre longueurs d'onde, des zones cultivées, forestières et désertiques sur l'ensemble du globe; ces images prises en continu font découvrir une surface large de 2.200 km avec une résolution de 1,15 km.

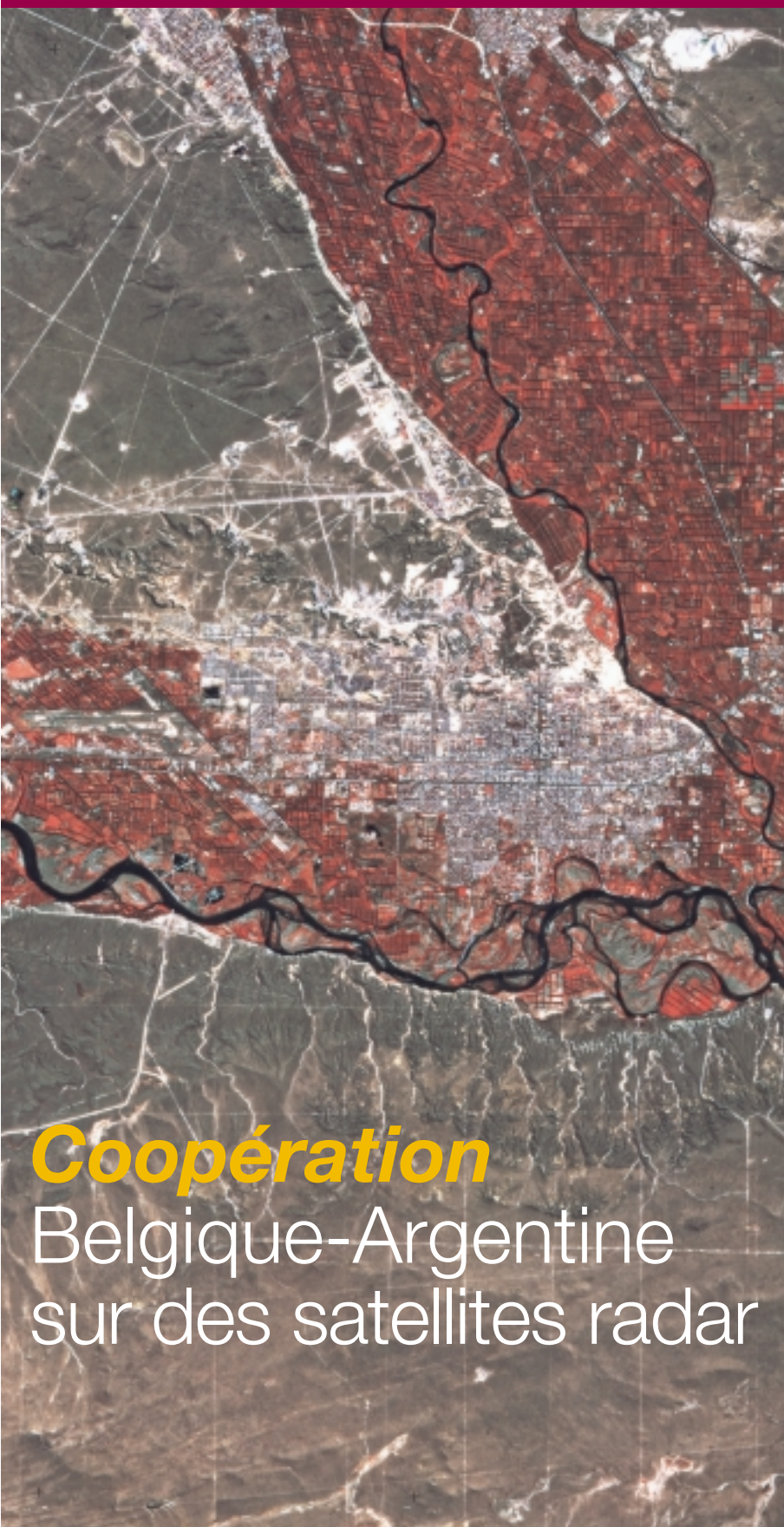
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT POUR AMÉLIORER LES TECHNIQUES DE TÉLÉDÉTECTION POUR LA GESTION DES DÉSASTRES PAR SATELLITES

Recherche & développement	Approche technologique	Application dans la gestion des désastres
Cartes de l'humidité des sols	Senseurs passifs ou actifs dans les micro-ondes, cartographie dans l'infrarouge	Prévention des inondations, estimation du degré de sécheresse
Mesures régulières du taux des précipitations	Senseurs passifs ou actifs dans les micro-ondes, observation infrarouge de la couverture nuageuse	Prévention des inondations, estimation du degré de sécheresse
Surveillance des tempêtes	Senseurs de bonne résolution sur les satellites géostationnaires, système lidar pour l'étude des vents atmosphériques, scatteromètre pour la mesure des vents en surface	Meilleure connaissance de l'incidence du relief pour les prévisions dans l'espace (localisation), dans le temps (évolution) et en intensité (importance)
Cartographie à haute résolution	Imageurs à pointage précis, systèmes améliorés de détection, satellites sur des orbites basses	Cartes détaillées d'occupation et d'utilisation des sols, évaluation de la fragilité des terrains, cartographie topographique, surveillance des risques dans les zones urbaines et industrielles
Cartographie topographique	Interférométrie radar, observations à haute résolution	Modélisation des plaines sensibles aux inondations, détermination des zones de glissements de terrains, des risques d'éruption volcanique
Interférométrie radar	Observations régulières avec des radars à synthèse d'ouverture	Etude de la déformation des surfaces pour l'estimation des risques de séismes, pour la prévention des éruptions volcaniques.

D'après un document préparé pour la Conférence Unispace III de juillet 1999



Dossier Les satellites à des fins humanitaires



Coopération Belgique-Argentine sur des satellites radar

“En décidant son programme Saocom de satellites d’observation radar qui peuvent sonder la surface terrestre à travers la couverture nuageuse, l’Argentine veut se doter d’un outil performant pour la gestion des risques naturels, notamment des inondations et des feux de forêts qui la ravagent chaque année”, nous explique Dr. Alberto E. Giraldez, responsable du Projet Saocom. Deux satellites Saocom-A, chacun de 900 kg, sont en cours de développement pour des lancements prévus à la fin de 2003 et de 2004. Leur charge utile consiste en un radar à synthèse d’ouverture en bande L (1.2/1.3 GHz), dont la résolution au sol atteindra les 10 m.

“La bande-L, grâce à la polarimétrie double, doit nous permettre de mesurer l’humidité dans le sol jusqu’à 4 m de profondeur, avec 10 % d’erreur. En fonctionnant à cette fréquence, un radar est capable de “voir” à travers la forêt. Pour nos observations en Antarctique, il ne sera pas perturbé par les rafales de vent”, précise Dr. Giraldez. La réalisation de Saocom constitue un défi technologique pour l’industrie et les universités argentines. La CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) qui gère ce projet a signé un accord de coopération spatiale avec la Politique scientifique fédérale belge pour la réalisation des logiciels de traitement des données du SAR. Cet accord valorise au niveau international les compétences du Centre Spatial de Liège (CSL) dans le traitement de l’imagerie radar par satellite. En échange de cette assistance, la Belgique aura accès aux données des satellites Saocom-A pour offrir une assistance aux pays d’Afrique dans la cartographie de leur territoire.

Le Conseil des Ministres du 20 juillet 2000 a donné son feu vert à un premier budget de 2 millions d’euros à Saocom, budget destiné à une activité de recherche et de développement au sein du Groupe d’environnement spatial et de télédétection du CSL et ce, en collaboration avec la société d’informatique Spacebel de Hoeilaart.

← Cette image prise par SPOT de la région de Confluencia en Argentine nous montre le réseau hydrographique et la concentration urbaine. (SPOTView)

Dossier Les satellites à des fins humanitaires

Constellations et

des satellites au service de l'humanité
et de son environnement

Les applications spatiales sont à la mode des constellations de satellites. Des sociétés commerciales s'y sont intéressées pour lancer des systèmes globaux de télécommunications par satellites. Le système Iridium de mobilophonie mondiale avec 66 satellites par exemple, a donné lieu à un succès technique mais s'est soldé par un fiasco économique. Pourtant, le système a démontré son efficacité lors du tremblement de terre en Turquie et au cours de l'intervention humanitaire au Kosovo.

Aujourd'hui, son concurrent Globalstar se débat dans des difficultés financières pour rentabiliser une constellation de 48 satellites (www.globalstar.com). Il est une constellation militaire qui fonctionne au grand complet avec 24 satellites depuis 1994 : c'est le GPS (Global Positioning Sys-

tem) américain, de satellites de navigation qui a fait naître une multitude d'applications pour la gestion des activités humaines (www.gpsworld.com). Dans la foulée et pour la seconde moitié de la décennie, l'Europe est décidée à créer sa constellation Galileo à usage civil (www.galileo-pgm.org).

Pour l'observation quasi permanente des phénomènes naturels et des activités humaines, les constellations de satellites se mettent en place dans le cadre d'une coordination internationale. Certaines ont des missions spécifiques qui ont pris une dimension globale dans la collecte d'informations et pour les prévisions météorologiques. D'autres, avec des objectifs plus ambitieux, sont en préparation et à l'étude. Leur principal intérêt est la répétitivité de leurs prises de vues et de leurs données.

coordination



← La constellation Galileo (ESA / J.Huart)

En opération

• CLS-Argos

Argos, créé en 1986, est exploité par la société CLS (Collecte Localisation Satellites). Ce sont 7.000 balises radio, disséminées sur le globe, qui sont contactées régulièrement par une constellation de répéteurs à bord de quatre satellites météo de la NOAA américaine (National Oceanic and Atmospheric Administration). Chaque jour, 400.000 messages sont traités et 100.000 positions fournies pour une grande variété d'applications : océanographie, météorologie, hydrologie, suivi d'espèces animales, surveillance de bateaux, des volcans, de transports dangereux... Les balises sont compactes et légères (moins de 15 grammes pour celles qui sont placées sur des oiseaux). L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique fait appel à ces balises pour étudier

la migration, longue de 6.000 km, du courlis à bec grêle, l'espèce la plus menacée des oiseaux en Europe. A partir de 2001, CLS utilisera des répéteurs sur l'ADEOS-II japonais. Les satellites météo METOP d'Eumetsat, lancés dès 2005, en seront également équipés. La diversification des activités de CLS passe par d'autres équipements de localisation et de topographie des océans avec une précision de 10 cm (www.cls.fr).

• COSPAS-SARSAT

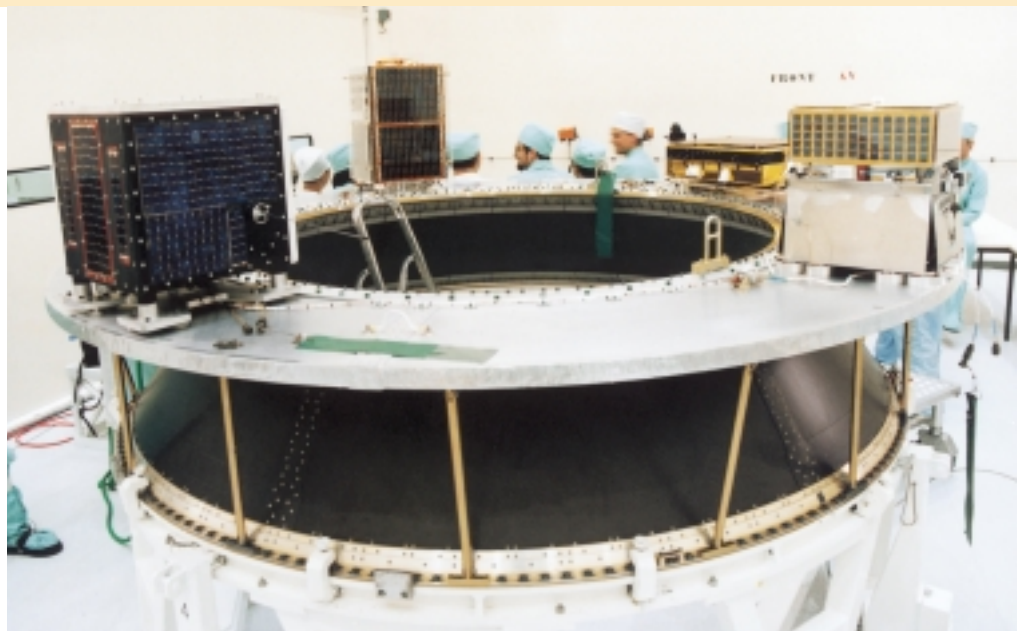
La France proposa en 1979 un système mondial de satellites pour la recherche et le sauvetage. L'URSS, les USA et le Canada décidaient de coopérer dans l'initiative humanitaire COSPAS-SARSAT: un premier satellite russe (COSPAS-1) était lancé en 1982 et un équipement franco-américain SARSAT à bord du satellite météo NOAA-8

était placé sur orbite en 1983. Très vite, ce système allait démontrer son efficacité dans le sauvetage de personnes victimes d'accidents dans des régions isolées ou en pleine mer. Actuellement, ce sont trois satellites russes COSPAS, des équipements SARSAT sur quatre satellites polaires NOAA et sur cinq

↓ Grâce à la localisation de signaux de détresse, le système SARSAT-COSPAS a déjà permis de sauver plus d'un millier de personnes sur l'ensemble du globe. (CNES)



→ Les nano- et micro-satellites peuvent être lancés sur des fusées Ariane 4 ou 5 tout en étant fixés sur cette structure annulaire. (Arianespace)



↓ Le système de messagerie globale OrbComm utilise une constellation de 35 microsattellites comme celui que l'on voit en préparation chez Orbital Sciences Corporation. (OSC)



satellites géostationnaires (GOES, Insat) qui servent à capter et à localiser les appels de détresse de près d'un million de balises. Depuis 1982, environ 12.000 personnes ont pu être secourues, principalement lors de naufrages. Le siège de COSPAS-SARSAT se trouve à la société Inmarsat de Londres qui propose sur ses satellites géostationnaires les services GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) pour la sécurité des transports autour du monde. (www.cospas-sarsat.org - www.sarsat.noaa.gov - www.inmarsat.com)

• Orbcomm

La société Orbcomm, en coopération avec Teleglobe Canada, a réalisé le système Orbcomm de 35 micro-satellites pour relayer des messages avec des terminaux de poche et pour permettre le positionnement de leurs utilisateurs. Orbcomm, qui connaît un certain succès auprès des compagnies de transports (surveillance des containers), doit faire face à la concurrence des systèmes OmniTracs (Qualcomm) et EutelTracs (Alcatel-Qualcomm) qui utilisent des relais sur des satellites géostationnaires (www.orbcomm.com).

• Satellites météorologiques

Depuis 1972, le Coordination Group for Meteorological Satellites (CGMS) de la World Meteorological Organization (WMO) organise

les opérations et facilite la réception des données entre les satellites géostationnaires ou géosynchrones et entre les satellites polaires ou héliosynchrones. Ainsi des satellites météorologiques de différents pays constituent une constellation mondiale d'observateurs du climat (www.eumetsat.de et www.wmo.ch). Dans ce contexte, l'organisation européenne Eumetsat et la NOAA américaine ont décidé de coordonner leurs prochains satellites météo en orbite polaire (www.noaa.gov).

• Satellites indiens

L'Inde se montre très active en matière de télédétection, pour répondre à ses propres besoins. L'ISRO (Indian Space Research Organisation) gère les IRS (Indian Remote Sensing Satellites) qui ont de nombreuses applications (observation de l'état des océans, la cartographie, etc.). Les données des IRS sont commercialisées par Antrix Corporation qui a un accord de coopération avec l'opérateur américain Space Imaging (www.isro.org).

• Constellation A.M.

Le 18 novembre 2000, deux mini-satellites pour l'étude de l'environnement étaient lancés: l'EO-1 (Earth Observing-1) qui est le premier du Programme New Millennium de la NASA et le SAC-C (Satelites de Aplicacion Cientifica) de l'agence spatiale argentine



← Lockheed Martin a réalisé les satellites GPS IIR déployés en constellation pour des services de navigation militaires et civils. (LMSS)

tions du Surrey Space Club : la mise en place du Disaster Monitoring Constellation (DMC). Dans le cadre d'un consortium international, cinq micro-satellites UoSAT de 70 kg pour la gestion des catastrophes doivent être mis en orbite en 2002. "Il s'agit de développer en parallèle cinq micro-satellites avec un financement du British National Space Centre grâce au programme Mosaic de petits satellites", précise le Professeur Sweeting. "Le Royaume-Uni, l'Algérie, la Thaïlande et le Nigéria ont donné leur accord. L'Université de Tsinghua, qui est en compétition pour la constellation chinoise de surveillance de l'environnement, doit leur emboîter le pas. Si les cinq satellites d'observation DMC sont lancés simultanément par une fusée russe ou chinoise, chaque pays est le propriétaire et l'opérateur du satellite qu'il met au service de la constellation."

Les satellites du DMC seront capables de voir des détails de 36 m au sol dans les zones d'inondations, de séismes, de volcans, de feux de forêts... à condition qu'elles ne soient pas couvertes de nuages ! D'ores et déjà, SSTL envisage d'élargir le partenariat à d'autres pays et d'améliorer la constellation avec de petits satellites plus performants (www.sstl.co.uk).

• 2003-2005 :

Cosmo-Skymed + Saocom + Pleiades

L'Italie se propose de réaliser la constellation Cosmo-Skymed de 7 mini-satellites en orbite polaire pour l'observation de la Terre. Le coût global est estimé à 1 milliard d'euros. Quatre satellites, chacun avec un radar en bande X pour discerner des détails de 10 m à travers la couche des nuages, seront lancés entre 2003 et 2005. Leur utilisation sera jumelée avec les deux satellites Saocom argentins équipés d'un radar en bande L. Les trois autres satellites, avec des senseurs optiques, devraient être réalisés en coopération avec la France. Le CNES a décidé de réaliser pour 2004-2005 deux mini-satellites

CONAE. Ce duo est synchronisé avec les satellites américains de télédétection Landsat 7 et Terra. Les quatre satellites vont ensemble procéder à des observations matinales, entre 10 h et 10 h 30 GMT, de la surface terrestre. Dans les trois années à venir, Landsat 7 et Terra seront rejoints par Aqua et Aura, deux autres satellites de la série EOS (Earth Observing System) (www.eo1.gsfc.nasa.gov - www.earthobservatory.nasa.gov - www.conae.gov.ar).

En préparation

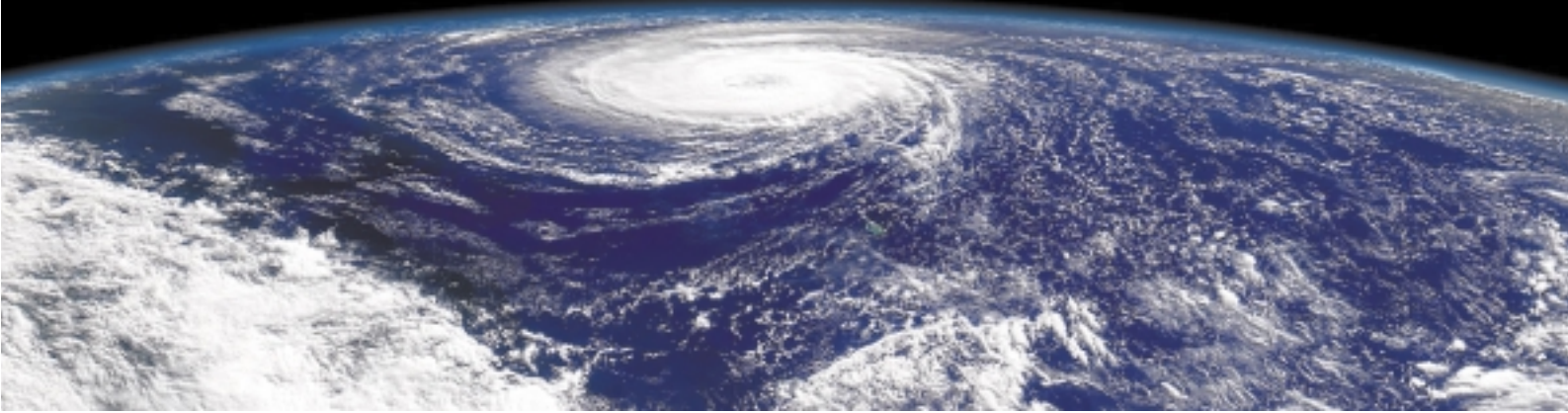
• 2002 :

Disaster Monitoring Constellation

Créé par le professeur Sweeting de l'Université de Surrey en Grande-Bretagne, le Surrey Space Technology Limited (SSTL) s'est spécialisé dans la réalisation de petits satel-

lites d'observation et de collecte de données (les UoSAT). A Surrey, on peut produire et lancer un micro-satellite en moins d'un an pour 2 millions d'euros. En 19 ans, le SSTL a lancé 19 nano-, micro- et mini-satellites pour la formation spatiale d'ingénieurs en Corée du Sud, au Pakistan, au Portugal, au Chili, en Afrique du Sud, en Thaïlande, en Malaisie, en Chine, à Singapour. Elle prépare des mini-satellites pour la Turquie, l'Algérie, le Nigéria et... l'US Air Force. En 1998, il constituait le Surrey Space Club pour la coordination internationale des satellites et systèmes au sol des pays qui ont coopéré avec l'Université de Surrey.

Lors d'Unispace III, SSTL présentait ses produits et services pour les opérations de secours et pour la surveillance de l'environnement, en insistant sur l'une des applica-



↑ L'ouragan Alberto (août 2000). (NASA)

Pleiades dont les systèmes optiques pourront étudier des éléments d'1 m à la surface terrestre (www.asi.it et www.cnes.fr).

• **A partir de 2004 :**
satellites d'observation russes

Au 51ème Congrès international d'astronautique (à Rio en octobre dernier), furent présentés les plans de Rosaviacosmos (Agence aérospatiale russe) pour les satellites de télédétection. Les moyens budgétaires étant désormais limités, la tendance en Russie est à des satellites de petite taille et à les déployer en constellations avec des lanceurs peu coûteux dérivés de missiles stratégiques déclassés. Rosaviacosmos a lancé un appel d'offres pour des micro-satellites de 100 kg (services météorologiques et écologiques), pour des mini-satellites de 300 kg (surveillance de l'environnement, gestion des ressources), pour des satellites standardisés d'1 tonne (imagerie multispectrale à haute résolution).

Une véritable compétition est engagée entre les acteurs de l'industrie spatiale russe. L'Institut de Recherches en Electromécanique qui a réalisé les satellites météorologiques russes propose cinq types de satellites d'observation. Le Centre Babakin, spécialisé dans les sondes interplanétaires, étudie le système Karat-Kondor de micro-satellites. Le centre Khrounichev (il fabrique les lanceurs Proton,

Rockot et Angara) met au point la plateforme standardisée Yacht pour diverses missions de télédétection à haute définition avec les satellites Monitor. L'entreprise prévoit la possibilité de les lancer entre 2002 et 2005. (www.rka.ru et www.khronichev.com)

• **2004-2005 :**
InfoTerra/TerraSAR

Devant l'importance que va prendre le satellite radar dans la mise à jour des systèmes d'information géographique, la société Astrium avec le soutien du DLR (Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt) et du BNSC (British National Space Center) lance l'initiative commerciale InfoTerra d'un demi-milliard d'euros. Il s'agit d'exploiter deux satellites TerraSAR dont le radar SAR pourra "mesurer" des détails de l'ordre du mètre dans les bandes L et X. Ce duo pourra survoler les mêmes régions toutes les semaines, mais des observations en urgence d'une zone sinistrée pourront être effectuées toutes les 48 heures. (www.astrium-space.com)

À l'étude

• **2002-2004 : Gander**

L'Université de Surrey admet que les micro-satellites sont très compétitifs "avec des coûts 50 à 100 fois moindres" pour lancer des applications de télédétection à des fins commerciales. Elle étudie le projet Gander,

une constellation de 16 micro-satellites Constella équipés d'un altimètre radar pouvant mesurer sur les océans la hauteur des vagues et la vitesse des vents avec une grande précision. Selon l'Université de Surrey, il s'agira d'un pas essentiel dans l'observation radar de la surface terrestre. (www.satobsys.co.uk)

• **A partir de 2003 : RapidEye**

La société allemande RapidEye a le projet de lancer un service Internet à hauts débits d'un investissement de 120 millions d'euros: un Système d'Informations Géographiques qui est mis à jour de façon permanente par une constellation de quatre mini-satellites d'observation optique à haute résolution réalisées par SSTL qui propose sa plateforme UoSat-12. (www.rapideye.de)

• **À partir de 2004 :**
Constellation chinoise

La Chine (1,2 milliard d'habitants) n'est pas épargnée par les séismes et par les inondations. D'où l'intérêt de la Chinese Academy of Space Technology (CAST) de réaliser un système de satellites pour la prévision et la gestion des catastrophes naturelles. Une constellation de quatre mini-satellites d'observation, sur des orbites héliosynchrones, est proposée à la coopération internationale. (site Go Taikonauts! www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/1921/)

Dossier Les satellites à des fins humanitaires



Kofi Annan

une humanité plus solidaire grâce aux systèmes spatiaux

← Kofi Annan, Secrétaire général de l'ONU, appuie les efforts entrepris dans le monde pour mettre les satellites au service de toute l'humanité. (UN/DPI/Milton Grant)

En ouvrant la Conférence Unispace III à Vienne, en juillet 1999, dont le thème était "Les bienfaits des techniques spatiales pour l'humanité au XXIème siècle", le Secrétaire Général de l'ONU Kofi Annan a constaté: "Nous arrivons au terme d'un siècle qui a vu un progrès sans précédent dans la science et dans la technologie. A bien des égards, l'apothéose des acquis scientifiques et techniques fut la naissance de la technologie spatiale qui a permis de réaliser le rêve de nous aventurer loin de notre propre planète."

Après avoir souligné l'impact global des systèmes spatiaux, il relevait les problèmes que ces systèmes devaient aider à résoudre sur notre planète: un milliard d'analphabètes et de délaissés, la détérioration de l'environnement, les catastrophes naturelles, la famine dans le monde, la détection des champs de

mines et des cultures de la drogue... "Les avantages de la globalisation", ajoutait-il, "sont loin d'être accessibles, d'une manière égale, à tous les êtres humains. L'industrie des télécommunications représente un chiffre d'affaires annuel estimé à 1.000 milliards de dollars, mais un tiers de la population mondiale n'a jamais fait un appel téléphonique et à peine 5 % disposent d'ordinateurs. Au fur et mesure que la technologie progresse, le fossé s'élargit entre ceux qui font partie du monde branché et ceux qui en sont absents."

Kofi Annan exprimait sa confiance dans une humanité solidaire: "Nous devons trouver les moyens de faire baisser le coût des technologies liées à la science spatiale et fournir aux pays en développement les ressources pour les acquérir. Nous devons aussi persuader les décideurs politiques à reconnaître et à recher

cher la mise en pratique des bienfaits de la technologie spatiale pour le développement. S'il faut atteindre ces objectifs, il est essentiel d'avoir un partenariat entre les nations, l'industrie, les sociétés commerciales, les organisations non gouvernementales."

↓ Les forces de l'ONU, pour leurs missions humanitaires, disposent de ce type de véhicule équipé pour des liaisons par satellites. (Th.P./SIC)



Le programme d'Unispace III pour les missions humanitaires depuis l'espace

En 1999, la Conférence Unispace III a adopté la Déclaration de Vienne sur l'espace au profit de la société humaine. L'une des résolutions préconise l'emploi des applications spatiales pour la sécurité, le développement et le bien-être de l'humanité dans six thèmes d'actions à entreprendre:

1. améliorer les services de santé publique par la disponibilité et la coordination plus grande des moyens spatiaux pour la télé-médecine et pour le contrôle des épidémies;
2. mettre en place un système global pour la prévention, la prévision et les secours pour les catastrophes naturelles, pour les télécommunications et autres services, de manière à faire un usage maximum des possibilités existantes et à combler les vides dans la couverture du monde par satellites;

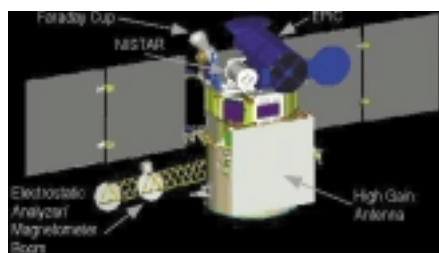
3. promouvoir l'alphabétisation et favoriser l'éducation rurale en améliorant et en coordonnant les programmes éducatifs;
4. assurer un meilleur partage des connaissances en assurant l'accès pour tous aux services de télécommunications par satellites et en rendant plus efficaces les applications;
5. privilégier l'efficacité et la sécurité des transports, les opérations de recherche et de sauvetage, les relevés géodésiques et autres activités grâce à la promotion et la compatibilité des systèmes de navigation et de localisation par satellites;
6. aider les Etats, spécialement les pays en voie de développement, à mettre en pratique les acquis de la recherche spatiale avec l'optique de favoriser le développement durable de tous les peuples.

Dossier Les satellites à des fins humanitaires

Triana observe la Terre depuis l'espace interplanétaire

Et si on regardait la Terre depuis l'espace lointain, à une distance de 1,5 millions de km ?

(NASA)



Les observations de notre planète se sont jusqu'ici faites et se font couramment au moyen de satellites sur des orbites basses (entre 200 et 500 km), polaires (entre 500 et 1.000 km) et géostationnaires (à près de 36.000 km). Le programme Triana de la NASA vise à regarder le globe terrestre depuis le point L1 (ou Lagrange n°1) à 1,5 million de km entre le Soleil et la Terre : évoluant autour de cette position bien au-delà de la Lune, un satellite se trouve en équilibre entre les gravités du Soleil et de la Terre.

Déjà, deux satellites scientifiques - SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) de l'ESA et ACE (Advanced Composition Explorer) de la NASA - y sont aux avant-postes pour surveiller le comportement de notre étoile et pour donner l'alerte en cas d'agitation solaire... Avec Triana mis à poste durant 2002, on aura un éclairer pointé

vers notre planète pour en étudier le climat et l'atmosphère, le rayonnement et l'environnement spatial. Cette mission fait partie d'un programme "faster, better, cheaper": réalisée en deux années et pour un coût de 77 millions de dollars, on l'a baptisée Triana, du nom du marin qui, lors de l'expédition de Colomb, fut le premier à signaler la terre du Nouveau Monde. Son lancement aura lieu lors d'un vol du Space Shuttle qui servira à une mission technologique et scientifique.

Dans la soute de la navette, la plate-forme italienne IRIS servira à éjecter dans l'espace le satellite de 580 kg. Ensuite, un propulseur à poudre sera allumé pour précipiter Triana sur sa trajectoire interplanétaire. Son "bus" Smex (Small Explorer) est équipé avec les instruments suivants pour une observation permanente :

- le radiomètre multispectral EPIC (Earth Polychromatic Imaging Camera) pour voir la Terre dans dix longueurs d'ondes (depuis le visible jusqu'au proche infrarouge, avec une résolution de 8 km. Elle montrera tous les quarts d'heure notre planète. Ses images et mesures permettront chaque heure d'établir des cartes de la couverture d'ozone, des

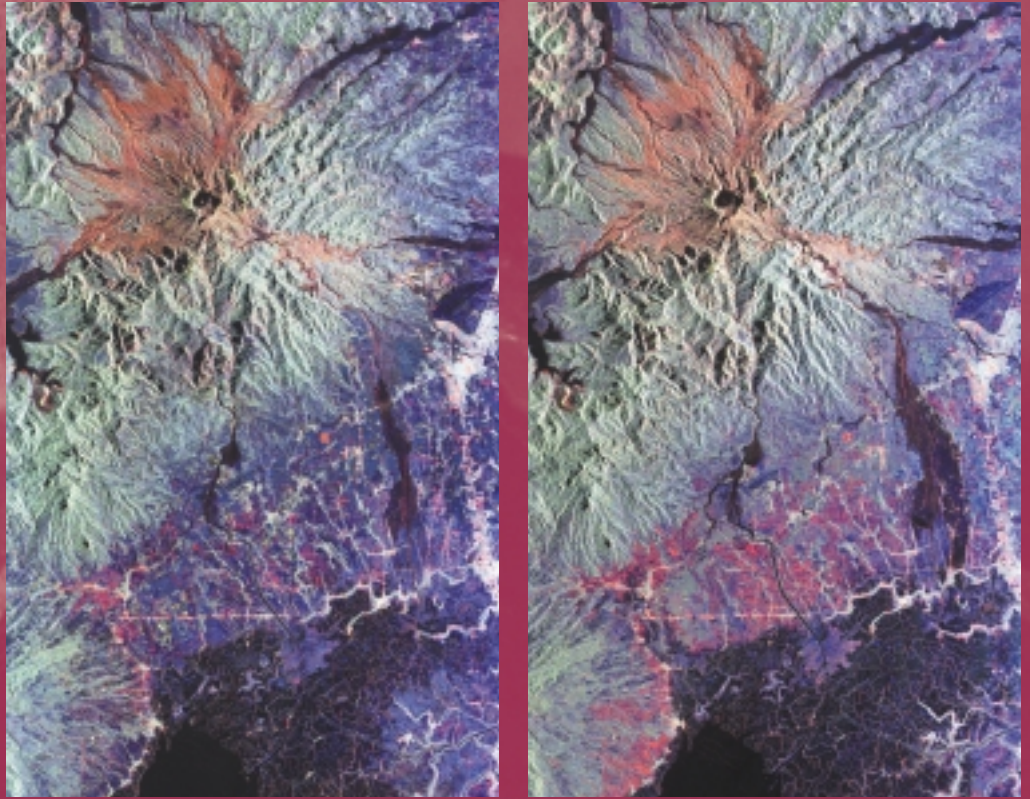
aérosols, des nuages, de la vapeur d'eau, du dioxyde de soufre, des poussières des éruptions volcaniques.

- un radiomètre du National Institute of Standards and Technology pour mesurer les radiations émises par la Terre (notamment les variations de son albédo ou niveau de luminosité) ainsi que le rayonnement solaire réfléchi par notre planète. Ses données serviront à faire le bilan de l'énergie reçue et rayonnée, un élément essentiel pour la réalisation des modèles du climat global.
- un ensemble magnétomètre-spectromètre pour l'étude des plasmas; il donnera l'alerte avec une heure d'avance sur les perturbations magnétiques des tempêtes solaires.

Un autre aspect original de la mission Triana est sa mise en oeuvre à des fins éducatives. Grâce à Internet, il sera possible pour les écoles d'avoir accès aux observations: les élèves et les professeurs auront l'occasion de confronter leurs vues pour les interpréter. Afin de vous familiariser avec la mission Triana, vous pouvez trouver les dernières informations sur le site du Scripps Institute of Oceanography, University of California de San Diego.

(www.cloud.ucsd.edu/missions/triana)

Dossier Les satellites à des fins humanitaires



↗ ↗ Les données combinées des radars SIR-C/X-SAR à bord de la navette Endeavour en 1994 ont permis de réaliser cette vue détaillée du volcan Pinatubo dans les Philippines. (NASA/JPL)

Les **zones volcaniques** sous haute surveillance

Les colères de volcans constituent à la fois des phénomènes spectaculaires, dangereux et polluants. Sur les 1.500 volcans qui sont potentiellement actifs sur notre planète, il en est une centaine dont l'activité est redoutable. On les trouve autour de l'Océan Pacifique, dans le Sud-Est asiatique, en Amérique centrale, au Kamchatka, en Alaska et, pour l'Europe, en Italie et en Islande. Les images dans le proche infra-

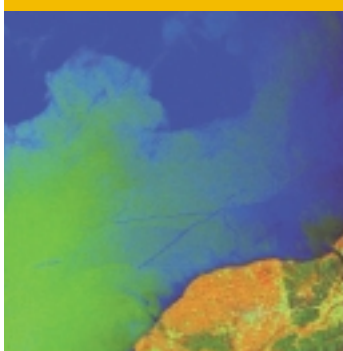
rouge, prises par les satellites météo américains NOAA en orbite polaire, fournissent des informations utiles sur le comportement des volcans. En analysant leur contenu, on arrive à mettre en évidence une augmentation de la température au-dessus du volcan durant les jours qui précèdent une violente éruption. Il devient ainsi possible de prévenir les populations aux alentours et de prendre les mesures d'évacuation.

Le système Argos de CLS (Collecte Localisation Satellites) est utilisé dans l'archipel indonésien pour réaliser le réseau SAT-TIN (Space Applications Technology Transfer in Indonesia). Il consiste en un ensemble de 31 stations qui sont installées sur le flanc des volcans de petites îles et qui communiquent leurs données via des balises Argos.

Et si on déployait une constellation de six micro-satellites pour

assurer une surveillance permanente des volcans ? Tel est le sens du Projet SVO (Space Volcano Observatory) qu'a proposé à l'ESA l'Institut de Physique du Globe de Paris avec l'appui du CNES. Les six satellites peuvent, ensemble, observer les volcans quatre fois par jour avec une résolution de 1,5 m, suivant différentes visées. Ces "yeux" sur orbite permettront d'évaluer la coulée et la direction de la lave. (www.ipgp.jussieu.fr)

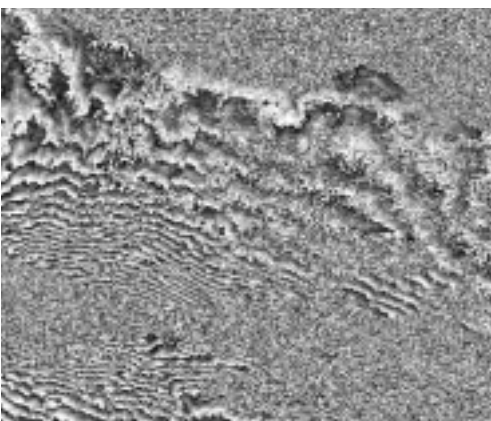
Dossier Les satellites à des fins humanitaires



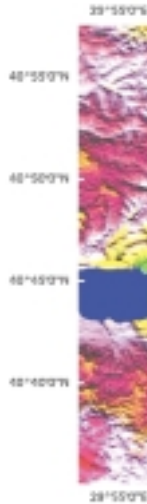
↑ Vue de Taiwan avant le tremblement de terre en septembre 1999. En vert les forêts, en rouge les cultures et en jaune les centres urbains. (ESA)

↓ Interférogramme de deux images SAR ERS-2 acquises respectivement avant (13 août 1999) et après (17 septembre 1999) le tremblement de terre dans la région d'Izmit en Turquie. Les orbites depuis lesquelles ces images ont été obtenues sont tellement rapprochées (53 mètres) que les franges dessinent essentiellement les déplacements de terrain induits par le tremblement de terre. Une interfrange correspond à une différence de déplacement de 72mm, ce qui donne l'ordre de grandeur de la "sensibilité" de la méthode. Assez naturellement, les franges s'accumulent autour de la zone de fracture, enserrant la mer de Marmara et Izmit. La Mer Noire se trouve dans la partie supérieure de l'image.

(Traitement réalisé par CSL sous contrat SSTC - programme Telsat 4)



Les inondations et les séismes constituent les désastres naturels les plus meurtriers. Alors que le premier phénomène peut être prédit grâce aux prévisions météorologiques (celles-ci ne cessent de s'améliorer), on ne peut pas prévoir le second avec beaucoup d'exactitude. La priorité dans les années à venir est de mettre en évidence les éléments annonciateurs d'un séisme grave ainsi que les mécanismes qui enclenchent un tremblement de terre.



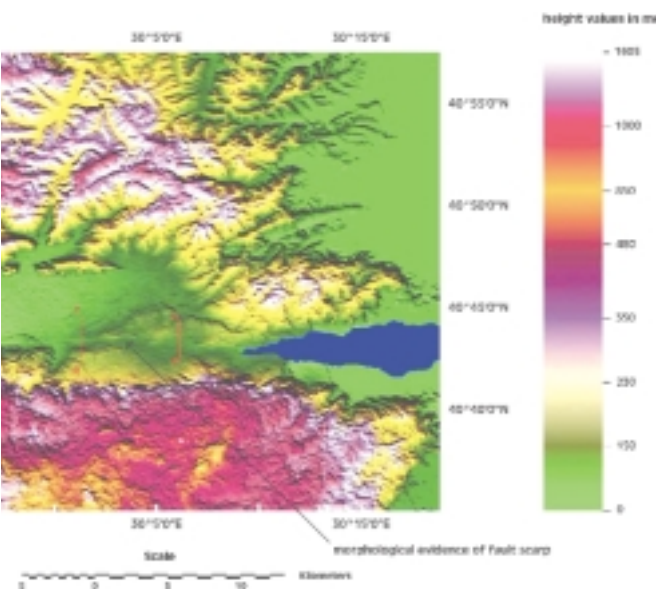
Prévoir les *tremblements* avec Izmiran, Demeter et

Les satellites radar ERS de l'ESA ont pu déterminer les vibrations de la surface au moment du séisme (tremblement de terre, éruption volcanique, tsunami ou raz-de-marée) et dans les heures et jours qui suivirent. L'étude des lignes de force de ces vibrations est une information utile pour comprendre le comportement de l'écorce terrestre et pour connaître de façon précise la tectonique des plaques. D'après une théorie scientifique qui n'est pas complètement fiable et qu'il faut encore démontrer, le tremblement de terre comme l'éruption d'un volcan est annoncé... dans le ciel. Au niveau de l'ionosphère, des perturbations électriques et magnétiques surviennent durant les jours ou dans les heures qui précèdent le déclenchement du séisme. Dans le passé, on constatait que des éclats lumineux (que les ancêtres interprétaient comme des signaux divins) se produisaient au firmament.

Il s'agit de vérifier grâce aux satellites la corrélation entre les changements électromagnétiques dans l'ionosphère et les bouleversements géologiques qui vont ébranler la croûte terrestre. Les chercheurs de l'institut russe Izmiran ont mis au point une méthode de prédiction sismique à partir des variations des fréquences dans la haute atmosphère. Ils proposent la réalisation du satellite Predvestnik (Précurseur) qui pourrait être lancé en 2002 pour vérifier leur méthodologie.

Ce démonstrateur, pour autant que les résultats soient concluants, devrait précéder le déploiement d'une constellation de microsatellites sur des orbites polaires. Le Ministre russe de l'Industrie, de la Science et des Technologies a l'intention, avec son microsatellite Kompas, de tester la prévision de séismes à partir des mesures ionosphériques.

↓ Cette image radar de la région d'Izmit (Turquie) a été réalisée grâce aux observations combinées des satellites ERS-1 et ERS-2 quelques jours avant le dramatique tremblement de terre. (ESA)



de terre

Poperedzhennya

De son côté, le CNES a mis en chantier le micro-satellite Demeter (Detection of Electro-Magnetic emissions Transmitted from Earthquake Regions) pour une mission de détection des émissions électro-magnétiques qui proviennent de régions de tremblements de terre. La mise sur orbite du Demeter d'environ 100 kg est prévue à bord d'un lanceur indien PSLV lors d'un tir en 2002 depuis la base de Sriharikota (www.cnes.fr).

L'industrie ukrainienne, avec l'entreprise d'état Youchnoye, propose son système expérimental Poperedzhennya (ce qui veut dire Alerte). Un ensemble de trois satellites doit être lancé par une fusée Tzyklon-3. Il doit mettre en évidence les perturbations qui se produisent dans l'ionosphère à cause de flux d'énergie émis par la surface terrestre avant un phénomène sismique (www.yuzhoye.dp.ua).

Remsat: des satellites européens dans la lutte contre les **incendies** de forêts

REMSAT (Real Time Emergency Management via Satellite) est un projet de l'ESA et du Canada. Son premier objectif fut, pendant l'été 2000, de démontrer l'efficacité de l'emploi intégré de satellites de télécommunications, de télédétection et de navigation pour aider les services de lutte contre les incendies de forêts, "ce qui est une affaire très complexe", explique Emmanuel Rammos, responsable de REMSAT à l'ESA. "Elle mobilise un grand nombre d'acteurs différents des services d'urgence qui doivent agir de façon planifiée et concertée en disposant d'informations pertinentes. Des projets de démonstration comme REMSAT permettent d'établir une passerelle entre technologie et utilisateurs."

Le premier exercice REMSAT sur une séquence d'événements qui simulaient un incendie réel eut lieu en mai 2000 avec le Service forestier de la Colombie britannique. Cette province du Canada doit gérer des forêts qui couvrent une superficie supérieure à 1 million de km² et faire face chaque année à quelque 2.800 incendies, déclenchés pour une moitié par la foudre et pour l'autre, par l'homme. Avec REMSAT, des terminaux de télécommunications par satellites ont servi à relayer les informations sur la localisation de tous les pompiers et des matériels mis en oeuvre au centre de commandement mobile et au centre de contrôle du quartier général. Les pompiers sont équipés de téléphones portables à partir desquels ils peuvent échanger des messages avec les terminaux, via des satellites. Ce système de messagerie spatiale facilite l'organisation des secours, l'information sur les conditions météorologiques, la direction précise du vent...

L'ESA compte tirer parti de l'expérience REMSAT pour mettre au point un système utilisable partout dans le monde pour gérer tout type de catastrophe majeure: séismes, inondations, incendies, rejets de matières dangereuses, etc. Cette initiative de l'Europe spatiale suscite déjà l'intérêt de nombreux pays, notamment autour de la Méditerranée, en Chine, en Thaïlande et en Argentine.

Dossier Les satellites à des fins humanitaires

Le **web** vous en dira plus

Ce dossier n'a pu tout vous révéler sur les aspects des missions humanitaires qui sont couverts par les systèmes spatiaux. Notre Terre n'a jamais été autant photographiée et auscultée par des observateurs sur orbite. Nous vous recommandons quelques sites Internet qui peuvent vous fournir, en plus d'informations utiles, un lot d'images intéressantes et spectaculaires.

La NASA réalise un bel effort dans la promotion de l'imagerie réalisée par les satellites d'observation. Dans les mois à venir, les prises de vues spatiales à haute résolution (montrant des détails de 1 à 2 m) donneront lieu à une véritable compétition entre Space Imaging (satellite Ikonos), ImageSat International (EROS), Earth-Watch (QuickBird), et OrbImage (OrbView).

www.digitalglobe.com : le site d'EarthWatch qui a lancé en novembre 2000 son satellite QuickBird-1 d'observation multispectrale à haute définition; il s'agit d'une initiative de Ball Aerospace & Technologies qui commercialise sur le web un système d'informations géographiques depuis l'espace.

www.dlr.de/srtm/ : en plus des photos du Jet Propulsion Laboratory de la NASA, vous découvrirez plusieurs images réalisées avec la mission SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) en février 2000.

www.earthobservatory.nasa.gov : la NASA donne des informations pour le grand public et à des fins éducatives sur ses satellites d'observation.

www.earth.esa.int : sur ce site "Earthnet online", vous trouverez toutes les explications sur les satellites européens d'observation; des échantillons des meilleures images du globe vous sont proposées avec un texte explicatif; une rubrique spéciale est consacrée à la gestion des catastrophes.

www.esrin.esa.it : le principal site d'informations sur l'ESA; en ce qui concerne la protection d'environnement, consultez "Protecting the Environment".

www.estec.esa.nl : consultez "Earth Sciences Division" pour les observations faites par les satellites sur l'atmosphère, la surface terrestre, les océans et les glaces.

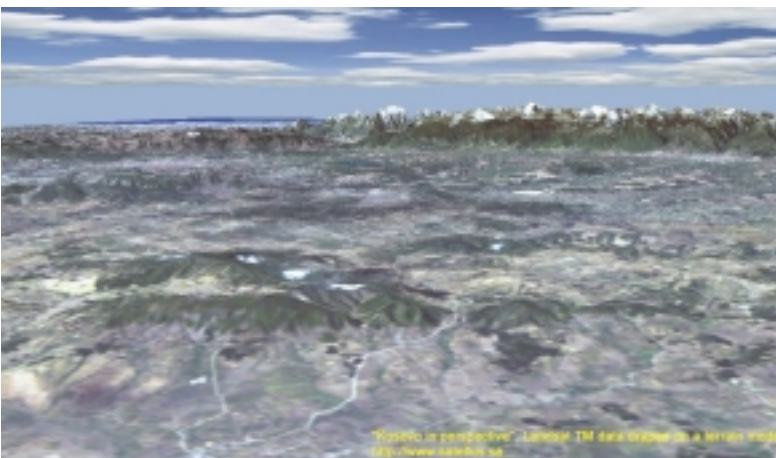
www.eumetsat.de : l'organisation européenne de satellites météorologiques vous informe sur le développement de ses satellites et sur l'ensemble de ses services.

www.eurisy.asso.fr : Eurisy vise à promouvoir la télédétection spatiale comme outil pédagogique. Vous trouverez sur ce site les principales présentations faites lors d'une conférence sur l'utilisation des satellites à des fins humanitaires, qui s'est tenue à Varese (Italie) les 19 et 20 septembre 2000. Vous serez informé sur les possibilités des techniques spatiales pour les opérations de déminage, pour la gestion des camps de réfugiés, pour des applications dites duales (civiles et militaires), pour les télécommunications lors de crises et sur les lieux de catastrophes.

www.eospso.gsfc.nasa : c'est le site qui vous informe sur le programme EOS (Earth Observing System) de la NASA; il contient une longue liste de sites où les enseignants peuvent trouver des images prises par les satellites.

www.geo.ulg.ac.be : il vous offre la possibilité de voir votre région ou votre localité, telle qu'elle a été observée par SPOT ou par des satellites américains, européens, russe et japonais

www.gsfc.nasa.gov : le Goddard Spaceflight Center donne des informations sur les satellites de recherche scientifique et d'applications technologiques de la NASA.



↑ Le Kosovo en 3D grâce aux données du satellite Landsat TM. (*Satellus*)

www.imagesatintl.com : il vous renseigne sur les produits et services du système ImageSat à haute définition; son premier satellite EROS-A a été lancé en novembre 2000.

www.jpl.nasa.gov/pictures/ : il vous donne accès aux nombreuses images qui sont archivées par le Jet Propulsion Laboratory de la NASA.

www.laafb.af.mil : ce site du Département américain de la Défense donne accès aux images réalisées chaque jour par les satellites météo DMSP (Defense Meteorological Satellite Programme); il donne des explications sur les bandes spectrales de la télédétection.

www.noaa.gov : ce site est consacré aux observations des satellites météorologiques américains, aux conditions climatiques des USA, aux applications des images et données spatiales pour la protection de la nature; vous y trouverez la photo du jour prise par un satellite NOAA ainsi que les archives de phénomènes climatiques vus depuis l'espace.

www.orbimage.com : Orbimage exploite les petits satellites OrbView.

www.photojournal.jpl.nasa.gov : la grande collection des images de la NASA sur toutes les "terres" et "lunes" du système solaire qui ont été étudiées par des satellites ou des sondes; des vues de la Terre prises par des senseurs multispectraux ou par des systèmes radar sont accessibles en grand nombre et avec une résolution élevée (mieux vaut disposer d'un modem numérique et d'une liaison à hauts débits).

www.space.gc.ca/csa : il décrit les activités de l'Agence spatiale canadienne.

www.spaceimaging.com : Space Imaging est la première société au monde à commercialiser des images à haute résolution. Elle exploite depuis octobre 1999 son premier satellite d'observation multispectrale Ikonos-1 et explique, avec des clichés d'une étonnante précision à l'appui, une grande variété d'applications de l'imagerie spatiale.

www.spotimage.fr : les produits et services de SPOT Image y sont décrits, mais pour avoir accès à l'imagerie des satellites SPOT, il vous faut être enregistré comme client et avoir un mot de passe.

www.belspo.be : cliquez sur Telsat pour avoir accès aux activités belges pour la promotion et l'utilisation de la télédétection par satellites. Pour savoir plus sur les projets internationaux auxquels la Belgique participe, cliquez sur "Publications on-line", puis sur "Journée d'information Observation de la Terre".

www.terraserver.com : outre des prises de vues d'OrbView-2, des images d'une très haute résolution sur l'ensemble de la Belgique, réalisées par un satellite russe d'observation, peuvent être visionnées; grâce à la fonction "zoom", vous pouvez découvrir des détails de quelques mètres.

www.vgt.vito.be : il vous donne accès aux archives de l'instrument Végétation qui, à bord de SPOT-4, photographie tous les jours l'ensemble du globe et permet de suivre l'évolution de la couverture végétale sur notre planète.

www.visibleearth.nasa.gov : cet autre site de la NASA visualise plusieurs images de divers satellites d'après les applications en agriculture, pour l'atmosphère, la biosphère, la cryosphère, l'hydrosphère, les sols, les océans...

Dossier Les satellites à des fins humanitaires

À la recherche du **temps** Un portrait de l'Institut

Comme dans beaucoup d'autres disciplines scientifiques, la majeure partie des recherches dans ce domaine s'effectue désormais dans le cadre de grands programmes internationaux mais il n'en était pas de même il y a quelques décennies encore. La météorologie, de ce point de vue, a suivi une évolution tout à fait exceptionnelle dans notre pays.

Un bref rappel historique

Si on attribue à Aristote (340 avant Jésus-Christ) le premier ouvrage scientifique sur la météorologie et que l'on considère généralement le physicien et astronome français Le Verrier (1811-1877) comme le père de la météorologie moderne, on oublie qu'en 1780 déjà l'électeur palatin Charles-Théodore (né à Uccle et qui fit ses études à Louvain) fonda la "Société météorologique palatine" de Mannheim dans le but de prendre des "dispositions pour que des observations quotidiennes et synchroniques soient effectuées en certains points des Etats princiers, de l'Europe et du monde entier au moyen d'instruments construits à ses frais".

La Belgique apporta aussitôt son concours à ce premier réseau international, par la voie de l'Académie impériale et royale de Bruxelles. C'est à Adolphe Quetelet (1796-1874), fondateur et premier directeur de l'Observatoire de Bruxelles (en 1830) et

considéré à l'époque comme un des plus grands géophysiciens, que revient la paternité des premières observations météorologiques effectuées à partir du 1^{er} janvier 1833 en Belgique. Son renom était tel qu'en 1853 les grandes nations maritimes décidèrent de réunir la première conférence internationale de météorologie à Bruxelles et de lui en confier la présidence. Cette manifestation est à l'origine de l'actuelle Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Le premier soin de Jean Houzeau de Lehay (1820-1888) qui lui succéda, fut de séparer la météorologie de l'astronomie et d'obtenir les crédits nécessaires pour l'érection de nouvelles installations à Uccle. Il est également à l'origine de la création d'un réseau de stations climatologiques couvrant tout le territoire national (1833) et du premier "Bulletin météorologique belge". C'est à la veille de la Première Guerre Mondiale (1913) que le "Service météorologique de l'Observatoire" devint, sous la direction de Jean Vincent (1851-1932), l'"Institut royal météorologique" (IRM). En 1956, sous la direction d'Edmond Lahaye fut inauguré à Dourbes, le "Centre de Physique du Globe" où sont installés, dans un domaine de 54 hectares, les instruments géophysiques qu'il convenait de soustraire aux influences perturbatrices des grands centres urbains et industriels. Deux ans plus tard, de nouveaux bâtiments à Uccle ont permis l'installation d'équipe-

↑ Avec le Météosat de Seconde Génération, les météorologistes disposeront des vues de l'état de l'atmosphère tous les quarts d'heure. (ESA)

Il y a très certainement peu de domaines qui aient suscité autant d'intérêt que la météorologie, la prévision du temps et, plus récemment, la compréhension de la dynamique du climat.

Royal de Météorologie

ments d'observation de la haute atmosphère, de réception automatique d'images provenant des satellites météorologiques ainsi que de moyens informatiques modernes.

Si Quetelet était déjà un partisan convaincu de la collaboration internationale, son exemple fut suivi par tous ses successeurs. C'est ainsi que la Belgique fut membre de l'Organisation Météorologique Internationale dès sa création en 1873 et de l'Organisation Météorologique Mondiale qui lui succéda en 1950. L'IRM est également membre de l'Organisation européenne de satellites météorologiques (Eumetsat) et d'Ecomet, une organisation qui a pour but de regrouper les services météorologiques officiels de l'Espace Economique Européen sur le plan commercial (et dont le secrétariat est situé à Bruxelles). L'Institut a participé à de nombreuses campagnes scientifiques internationales comme par exemple l'Année géophysique internationale, les Années internationales du Soleil, la Décennie hydrologique internationale, et collabore très activement à la Veille météorologique mondiale mise sur pied par l'OMM ainsi qu'aux programmes de recherche de l'ESA et de la NASA. Par ailleurs, l'IRM participe depuis plus de vingt ans aux activités du Centre Européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF), installé à Reading (Grande-Bretagne).

Recherche et service

Les missions de l'IRM ont continuellement évolué, suivant en cela une science en perpétuel progrès. C'est ainsi qu'aujourd'hui, il doit assurer des activités de recherche scientifique ainsi que des tâches de service public dans le vaste domaine des sciences de l'atmosphère et de la géophysique, aussi bien dans le cadre de la politique scientifique fédérale (son autorité de tutelle) qu'au niveau international.

L'IRM mène à bien ses tâches en ayant adopté une organisation en cinq grands départements : les services opérationnels et aux usagers, la recherche météorologique et développement, la géophysique avec ses services et sa recherche, les observations et enfin, le traitement de l'information. Placé sous la direction de Henri Malcorps, l'IRM compte actuellement 150 personnes dont 35 scientifiques.

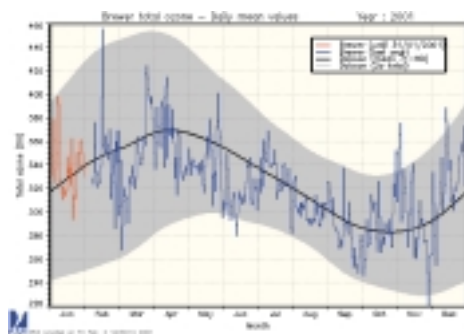
Parmi ses travaux les plus connus figure évidemment la diffusion d'informations pratiques -gratuites ou payantes- vers une série de consommateurs bien spécifiques et à tous ceux qui écoutent les prévisions météorologiques diffusées par les médias. Plusieurs fois par jour des avis informent les marins, les pêcheurs et les plaisanciers sur les conditions météorologiques qui règnent tant sur les eaux intérieures que le long de la côte, sans

oublier des renseignements pour des secteurs comme les chemins de fer, les transports publics urbains, la distribution de gaz et d'électricité, l'industrie du bâtiment, l'agriculture, etc... Enfin, la Protection Civile et le Centre de crise du Ministère de l'Intérieur sont systématiquement avertis en cas de vents forts, tempêtes ou risques d'inondation. Depuis quelques années, l'Institut diffuse également des avis concernant la diffusion du CO₂, le taux d'ozone et l'index UV.

Viennent ensuite les réponses aux nombreuses questions (plusieurs milliers par an) de tout un chacun intéressé de près ou de loin par le temps. Grâce à l'existence d'un réseau de 270 stations d'observations pluviométriques (dont plus de 150 stations thermo-pluviométriques) et à la collaboration des services météorologiques de la Force Aérienne et de la Régie des Voies aériennes, des services hydrologiques des Régions flamande et wallonne ainsi que diverses Institutions publiques ou privées, l'IRM collecte l'ensemble des données thermo-pluviométriques recueillies journellement. Les observations horaires de nombreuses autres variables météorologiques et climatologiques relevées dans 15 stations synoptiques sont également vérifiées et archivées par le service climatologique.

L'aide à la décision, apportée par l'expertise de l'IRM en matière de prévision du temps et

→ Variation annuelle moyenne de l'épaisseur de la couche d'ozone (exprimée en unités dites Dobson) à Uccle et variation des moyennes journalières sur l'année écoulée. La ligne noire est la représentation de la variation moyenne annuelle calculée à partir des mesures allant de 1971 jusqu'à nos jours. 95% des valeurs journalières se trouvent dans la bande grise, l'épaisseur de la couche d'ozone (aussi appelée la colonne d'ozone) est exprimée en unités Dobson (1 DU = 2.686.1020 molécules d'ozone par m²). (IRM)



de climatologie, est aujourd'hui reconnue comme indispensable, et les recherches scientifiques que mène son personnel porteront très certainement leurs fruits.

Aladin et les autres

La recherche scientifique de l'IRM est orientée par un Conseil scientifique composé de spécialistes de diverses universités et qui implique une interdisciplinarité autour de quelques grands thèmes comme la prévision du temps à très courte échéance, l'hydrométéorologie, l'étude de l'ozone et du rayonnement ainsi que la prévisibilité du climat.

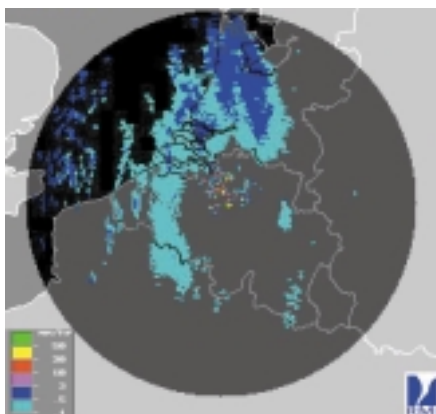
Parmi les grands programmes de recherche figure *Aladin* (acronyme pour Aire Limitée, Adaptation Dynamique, développement InterNational), une initiative lancée fin 1990 par Météo France et qui consiste à développer de manière coordonnée les activités de services météorologiques nationaux en vue de réaliser un outil à la fois opérationnel et de recherche, capable de produire une prévision numérique du temps sur un territoire de dimension relativement restreinte. Travaillant en étroite collaboration avec les scientifiques de Météo France, les spécialistes de l'IRM ont très rapidement pu maîtriser toutes les opérations que requiert la mise en œuvre du programme au point qu'aujourd'hui ils sont à même d'intégrer un modèle mathématique propre à la Belgique et qui se caractérise par une résolution plus fine (de 7 km) que le modèle original français.

Ce nouvel outil, actuellement en cours de test, tient compte davantage des effets liés à la topographie et, en prenant également en compte les données fournies par un nouveau radar Doppler, les scientifiques de l'IRM espèrent pouvoir enfin fournir des prévisions locales à très court terme, c'est-à-dire à quelques heures d'échéance. *"Par sa participation au programme Aladin"*, explique le Dr Malcorps, *"l'IRM renoue avec la pratique de la prévision numérique, un domaine qu'il avait été contraint d'abandonner il y a quelques années et où il avait joué un rôle de pionnier"*.

Les ravages provoqués par les orages qui frappent régulièrement la Belgique ont amené l'IRM à mettre sur pied le système *Safir* (Système d'Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique), qui permet de localiser chaque impact d'éclair sur tout le territoire avec une précision d'environ 1 km et de fournir une série d'informations sur les propriétés du phénomène. *Safir* permet de suivre aussi bien les décharges de nuage à nuage que celles vers la Terre grâce à des antennes réparties dans le pays et reliées à un système de traitement des données situé à Uccle. Comme cinquante impacts d'éclairs peuvent être détectés par seconde, l'évolution de l'activité orageuse peut être suivie en temps réel. S'il n'existe aucun espoir de prévenir toutes les conséquences néfastes des orages, il est maintenant possible d'en éviter une grande partie ou, tout au moins, de les éviter. De plus, les spécialistes de l'IRM collaborent activement depuis quelques années au développement de logiciels pour l'échange international d'images radar.

La mesure de l'épaisseur de la couche d'ozone figure également parmi les préoccupations de l'IRM. C'est ainsi que des observations sont réalisées quotidiennement à l'aide de deux spectrophotomètres et que celles-ci sont envoyées chaque mois au World Ozone Data Center situé à Toronto

↓ Les taux de précipitation sont exprimés en mm par heure, c'est-à-dire en litres par m² par heure. (IRM)



(Canada). Au cours des mois d'hiver (de novembre à mars), la partie de ces mesures effectuées avec le spectrophotomètre Brewer est transmise quotidiennement à l'université de Thessalonique (Grèce) où elles sont utilisées à la réalisation de cartes de la répartition de l'ozone au-dessus de l'hémisphère nord. D'autre part, les moyennes journalières sont visualisées automatiquement sur le serveur web de l'IRM.

Enfin, outre une participation très active au sein d'Eumetsat, et plus précisément dans la mise au point d'instruments qui seront embarqués dans les satellites météorologiques de la seconde génération, l'IRM gère depuis plusieurs années le *Earth Observation Desk* (EO-Desk), un élément du programme scientifique belge TELSAT géré par la Politique scientifique fédérale (SSTC). Par ce biais, l'IRM entend aider les usagers belges et étrangers dans leur demande d'informations en identifiant leurs besoins et en étant l'interface information pour l'accès aux données d'observation de la Terre et aux institutions de traitement d'images. L'instrument le plus important de l'EO-Desk est très certainement son site Internet *The Telsat Guide for Satellite Imagery* (www.belspo.be/telsat/). Un Comité d'utilisateurs a été installé récemment pour identifier les besoins des usagers ainsi que le service au grand public. Les autres tâches de ce comité sont d'une part l'évaluation du fonctionnement et de la qualité de la plate-forme "Observation de la Terre" (c'est-à-dire le programme TELSAT) comprenant l'EO-Desk et, d'autre part, l'échange d'informations utiles pour les usagers des données d'observation de la Terre.

Les frémissements du globe

On ignore généralement le "Centre de Physique du Globe" de Dourbes (près de la frontière française) et dont la mission est cependant fondamentale. Dans un site de 54 hectares échappant à toute pollution et per-

turbation, son activité principale est la mesure et l'étude du champ magnétique terrestre. L'importance de cette activité est autant économique que scientifique car :

- l'étude du rayonnement solaire est fondamentale pour la médecine, la biologie et l'agriculture ;
- la connaissance des phénomènes ionosphériques est indispensable si l'on est dépendant de l'efficacité des transmissions radio ;
- l'impact des propriétés électriques de l'air est évident sur les réactions physiologiques des êtres vivants.

"En réalité, ce laboratoire est unique au monde", précise le Dr. Malcorps, "par le fait qu'il regroupe plusieurs disciplines géophysiques puisque le champ magnétique (celui qui oriente la boussole !) tire son origine du noyau fluide de la Terre et, pour les fluctuations faibles mais rapides, dans les courants électriques qui parcourent la très haute atmosphère".

C'est dans une trentaine de pavillons (dont certains partiellement enterrés et d'autres totalement construits en bois afin d'éviter toute perturbation) que sont répartis des appareils de mesure et d'enregistrement

hautement perfectionnés fonctionnant en permanence. C'est ainsi que, par exemple toutes les heures, les données des magnétomètres sont envoyées automatiquement vers un satellite Météosat pour être ensuite introduites dans le réseau mondial *Intermagnet*. Ainsi, grâce à des sondages ionosphériques, les scientifiques peuvent déterminer toutes les heures et tous les jours les déviations de la propagation des ondes radio en fonction de l'activité du Soleil.

C'est ici également que furent enregistrés les premiers signes d'une augmentation anormale de la radioactivité atmosphérique suite à l'accident survenu à la centrale de Tchernobyl, que pour l'étude du champ magnétique dans des régions inaccessibles (océans, déserts) furent réalisés des équipements pour simuler ce champ magnétique dans d'autres endroits du monde et que pour équiper des pays en développement furent conçus, construits et testés des magnétomètres à prix modestes. Enfin, le Centre de Physique du Globe de Dourbes est le seul endroit au monde à posséder des mesures géophysiques sur le champ magnétique et sur les phénomènes ionosphériques pour la durée de plusieurs cycles solaires.

↓ Mesure du rayonnement solaire. (IRM)



Comment devenir maître du temps ?

L'actualité nous prouve presque journellement que la météorologie ne permet pas encore de percer tous les mystères de la nature. Raison suffisante pour intensifier les observations et améliorer les techniques dans un domaine qui intéresse à la fois les particuliers, les entreprises et les pouvoirs publics. Les professionnels semblent donc avoir encore de beaux jours devant eux. Assez peu nombreux aujourd'hui, les météorologues et les climatologues sont, pour la plupart, fonctionnaires à l'Institut Royal Météorologique de Belgique. Leur recrutement s'effectue actuellement sur la base d'un projet de recherche : le candidat possédant une licence universitaire en physique ou mathématiques ou le grade d'ingénieur civil, devient d'abord "contractuel" avant de devenir (parfois) "statutaire". Une autre voie possible pour rester en contact avec la météorologie ou la climatologie est de devenir assistant, chercheur et qui sait peut-être un jour professeur, dans une université où ces branches sont enseignées.

Physicien de formation, Marc Vandiepenbeeck est le "Monsieur Climat" de l'IRM: inutile de

lui demander le temps qu'il fera demain, cela ne l'intéresse pas plus que vous et moi, mais par contre il est intarissable lorsqu'il s'agit du temps qu'il a fait il y a... des années ! C'est en se basant sur des observations météorologiques relevées depuis 1831 et sans cesse mises à jour, en jonglant avec des températures moyennes et extrêmes et avec des pluviosités normales ou anormales, en traçant des courbes et des graphiques, qu'il explique que *"finalement, notre temps ne change pas et que lorsque les vieux (?) se mettent à comparer le temps d'aujourd'hui avec celui de leur jeunesse, ils ont plutôt tendance à souligner la prédominance actuelle de ce qu'il convient d'appeler du mauvais temps"*.

Il est évident que la température moyenne de la Terre a augmenté depuis le début du XXème siècle (entre 0,4 et 0,8° C selon les spécialistes mondiaux) admet Marc Vandiepenbeeck. Par contre, les pluies en Belgique ne sont pas plus abondantes en août ou en janvier 2000 qu'elles ne l'étaient durant les deux mêmes mois au début du siècle. Tout au plus, on pourrait dire que nos étés sont moins humides et nos hivers plus arrosés. Par contre, dit-il, s'il est fait de plus en plus souvent mention d'inondations suite à des

pluies "diluviennes", c'est principalement du côté de l'aménagement du territoire qu'il faut en chercher la cause: bétonnage de routes et de parkings, création de lotissements avec une voirie inadaptée, égouts mal entretenus, arbres abattus, etc... D'autre part, les études réalisées ces dernières années montrent que les espaces urbains constituent des atolls de chaleur au sein d'un océan de températures plus supportables. Cette "chape de chaleur" est à l'origine d'orages particuliers et donc aussi de pluies plus abondantes.

En ce qui concerne la fréquence et la force des tempêtes de ces derniers mois, il est évident qu'un ou même deux événements, aussi forts soient-ils, ne suffisent pas à déterminer une nouvelle tendance climatique. Selon les historiens, une telle catastrophe devrait être extrêmement rarissime et rien de comparable n'a été constaté depuis plus de... 300 ans ! D'autre part, précise encore notre climatologue, la notion de "force" des ouragans a été revue au début du siècle et il ne faut pas oublier que les satellites météorologiques repèrent aujourd'hui des ouragans sur les océans alors qu'ils étaient tout simplement ignorés il y a un demi-siècle.



← Pluviomètres. (IRM)

Institut Royal Météorologique

3 avenue Circulaire
B-1180 Bruxelles
tél : 02.373.05.02
tél (relations extérieures) : 02.373.05.25
<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>
E-mail : rmi-webmaster@oma.be

Le bulletin du temps par téléphone : 0900 / 27 003 (via un "menu", accès possible aux différentes rubriques comme les bulletins généraux ou régionaux, jardinage et agriculture, construction ou encore navigation et pêche).

Actualités belges

Accord de **coopération** spatiale entre la Belgique et la Russie

Le 20 décembre 2000, lors de la visite d'Etat du Premier Ministre à Moscou, un accord de coopération spatiale a été signé entre le Royaume de Belgique et la Fédération de Russie. Cet Accord prévoit différents domaines de coopération, tels que l'observation de la Terre, les télécommunications et la navigation spatiales, les sciences spatiales et le transport spatial...

A noter également l'extension de la coopération bilatérale au domaine de la protection de l'Environnement spatial, c'est-à-dire le problème des débris spatiaux au sujet duquel la Russie et l'Europe ont des points de vue sensiblement différents.

Les SSTC sont désignés comme organisme compétent pour la mise en oeuvre de cet Accord. Si des collaborations existaient d'ores-et-déjà entre industries et centres de recherche des deux Etats, un tel cadre juridique devrait permettre de développer systématiquement la coopération scientifique et technologique entre les deux pays dans le domaine des activités spatiales. Une mission économique est prévue à cet égard dans le courant du premier trimestre 2001.

De **nouveaux jobs** Ariane à la SABCA

La SABCA a signé un contrat de 5,5 milliards de francs pour la fourniture de pièces détachées destinées à Ariane 5. Il s'agit, notamment, de directions assistées pour 20 fusées porteuses à livrer à Arianespace. L'entreprise belge est la spécialiste en Europe dans ce domaine. La plus grande part des recettes du contrat sera engrangée en 2002 et 2003. Pour son exécution, il faudra de nouveaux ingénieurs, des techniciens et des dessinateurs. En 1996 déjà, la SABCA avait signé un contrat de quatre milliards de francs pour la livraison de pièces d'Ariane 5 en 1997, 1998 et 1999. Grâce à ce contrat, 250 personnes avaient bénéficié d'une sécurité d'emploi pendant trois ans. La SABCA possède des divisions à Haren, près de Bruxelles, Charleroi et Lummen. Près d'un tiers de ses activités ont un lien avec l'aéronautique.

La **technologie** belge au secours des astronautes pour revenir sur Terre

La société Space Applications Services (SAS) située à Zaventem, a décroché une série de contrats dans le cadre de l'International Space Station (ISS). Parmi les plus récents, citons:

- Un contrat de l'European Aeronautic, Defence and Space Company (EADS) d'une valeur de 900.000 euros pour des opérations de l' Automated Transport Vehicle (ATV) lors du lancement, de l'arrimage avec la station spatiale, et durant la période au cours de laquelle l'ATV reste arrimé à l'ISS et le retour. L'ATV, de fabrication européenne, est un vaisseau spatial inhabité destiné à l'approvisionnement de l'ISS. Il sert également de réservoir et doit de temps à autre propulser l'ISS sur une orbite supérieure. SAS intervient essentiellement lors des opérations nécessaires au sol et durant le vol ainsi que dans l'architecture du centre de contrôle de l'ATV. SAS rédigera l'Operations Manual de l'ATV et décrira les missions des directeurs de vol et des astronautes.
- Un contrat de la société danoise Terma Elektronik pour les spécifications du matériel d'entraînement de l'ATV pour les astronautes et les techniques de simulation grâce auxquelles les directeurs de vol apprendront à suivre l'ATV durant sa mission.
- Un contrat de l'ESA via l'entreprise allemande MAN Technologie AG pour la conception des man-machine interfaces (MMI) du Crew Return Vehicle (CRV) et le développement du prototype d'un cockpit. Ce projet est réalisé en étroite coopération avec Spacebel à Hoeilaart et en concertation avec la NASA. Le CRV est un "radeau de sauvetage" grâce auquel, en cas d'urgence, les sept membres de l'équipage de l'ISS peuvent quitter la station en quelques minutes. C'est donc la technologie belge qui aidera les astronautes à revenir sur Terre. Grâce aux interfaces, les astronautes doivent pouvoir contrôler le CRV. Que doit faire exactement l'équipage ? Quelles sont les informations

Vol de test du X-38. (NASA)



nécessaires pour prendre la bonne décision au cours des différentes étapes du vol ? Que doivent afficher les écrans ? Que fait l'équipage et quelles sont les opérations automatiques ? Ce sont là quelques unes des questions à résoudre. Les résultats seront évalués au Johnson Space Center de la NASA à Houston lors de simulations et de tests d'atterrissage.

Actualités belges

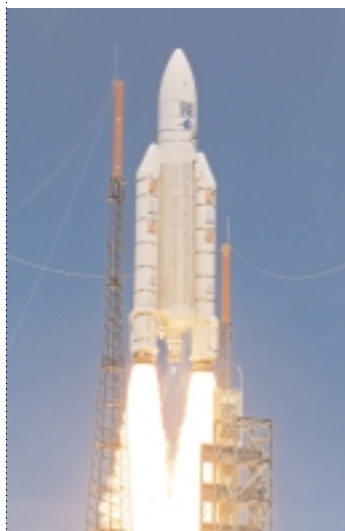
Eurosense: gamme plus riche de satellites d'observation de la Terre

L'entreprise Eurosense établie à Wemmel va assurer la distribution des produits satellites d'observation de la Terre de l'entreprise suédoise Satellus. Situé à Stockholm et Kiruna, Satellus appartient au Swedish Space Corporation Group et figure parmi les plus importants fournisseurs de données écologiques et géographiques en Europe. Celles-ci proviennent de satellites d'observation de la Terre comme Landsat, ERS, SPOT, Radarsat et Ikonos. Eurosense est l'une des principales entreprises commerciales européennes opérant dans le secteur de l'observation de la Terre, à partir de satellites ou d'avions. Elle est très active dans des pays comme l'Allemagne, les Pays-Bas, la France, la Pologne, la République tchèque, la Slovaquie, la Hongrie et la Chine. Les informations de Satellus trouvent des applications dans les domaines les plus divers comme l'urbanisme, les plans d'aménagement du territoire, la cartographie, l'agriculture, la sylviculture, les télécommunications, le tourisme,...

La Belgique participe au nouveau **lanceur** européen VEGA

Avec l'Italie, les Pays-Bas, la Suède et la Suisse (et probablement bientôt l'Espagne), notre pays a décidé de se lancer dans la mise au point du petit lanceur Vega. Ce petit frère de la puissante fusée Ariane 5

doit être apte à acheminer des charges allant jusqu'à 1500 kg sur une orbite polaire à 700 km d'altitude. La Belgique, la France, l'Italie et les Pays-Bas financeront également un programme permettant d'améliorer les fusées auxiliaires d'Ariane 5, alimentées en carburant solide. Elles doivent en outre servir de premier étage au lanceur Vega. Le premier vol d'essai de Vega est programmé pour fin 2005. Entre-temps, le moteur du deuxième étage de Vega a été testé en Sardaigne. Le développement de Vega s'inscrit dans la stratégie européenne visant à constituer une famille de lanceurs européens et de développer les technologies nécessaires pour de nouveaux lanceurs à plus long terme.



(ESA)

Actualités internationales



La galaxie NGC 1232, vue par le télescope VLT de l'European Southern Observatory. (ESO)

Le **système stellaire** en spirale le plus massif

Encore une fois, le VLT a donné toute la mesure de son talent avec la découverte du système stellaire en spirale le plus massif de l'univers. Il a été affublé du nom peu poétique d'ISOHDFS 27 et se trouve à près de 6 milliards d'années-lumière (à la vitesse de 300.000 km/s, il faut dès lors six milliards d'années à la lumière de ce système pour nous parvenir !) La masse de ce système est 1000 milliards de fois celle du Soleil et est quatre fois plus massive que notre galaxie et deux fois plus massive que le précédent détenteur du record. La masse du système stellaire a pu être déterminée sur la base de mesures infrarouges du mouvement des étoiles et des nébuleuses autour du centre du système. Plus les mouvements sont rapides, plus importante est la masse (de la même manière, il est possible de déterminer la masse de la Terre en mesurant la distance parcourue et la vitesse de la Lune lors de sa révolution autour de la Terre). Les chercheurs ont encore découvert un autre système stellaire à environ 10 milliards d'années-lumière d'une masse assez semblable à celle d'ISOHDFS 27. Ces découvertes sont jugées importantes car elles démontrent que des structures très massives sont nées dans un univers relativement jeune.

Actualités internationales

Une masse ne réussirait pas à endiguer l'**expansion** de l'univers

Le European Southern Observatory (ESO) poursuit ses surprenantes observations à l'aide du Very Large Telescope (VLT). Les astronomes ont réussi à procéder au relevé cartographique de la matière sombre de l'univers, vue à partir de cinquante directions différentes depuis la Terre. Ils estiment peu probable que cette masse réussisse à elle seule à mettre un terme à l'actuelle expansion de l'univers. Ils s'appuient sur des mesures précises des effets de la déviation de la lumière provenant de lointaines galaxies lorsqu'elle rencontre d'importantes concentrations de masse dans l'univers. Les mesures ont été réalisées par le télescope Antu du VLT à l'observatoire de Paranal au Chili. Les observations ont fourni des mesures de plus de 70.000 systèmes stellaires. Il apparaît que les lointains systèmes stellaires ne sont pas répartis arbitrairement, mais sont "alignés" dans d'importantes zones du ciel. Cette orientation cohérente, nom donné au phénomène par les astronomes, ne peut s'expliquer que par des mirages gravitationnels, conséquences de matières noires dans l'espace.

Premier **équipage** permanent à bord de l'**ISS**

Le 31 octobre 2000, le premier équipage permanent a été lancé, depuis la base de Baïkonour, vers l'International Space Station (ISS), baptisée officiellement Alpha depuis peu. Les trois astronautes - l'Américain Bill Shepherd et les Russes Youri Gidzenko et Sergeï Krikaliou - ont arrimé leur vaisseau Soyouz à la station spatiale et y ont séjourné jusqu'en février 2001. Pas le temps de s'ennuyer à bord : installation du Data Management System (le "cerveau")



Youri Gidzenko, William Shepherd et Sergeï Krikaliou (de gauche à droite) à bord du module russe Zvezda faisant partie de l'ISS. (NASA)

européen et accueil de trois équipages de navettes spatiales qui ont livré notamment les premiers grands panneaux solaires, le module laboratoire américain Destiny et le module logistique italien Leonardo. Début février, après un premier vaisseau Progress, arrimé à la station en novembre, un autre vaisseau inhabité russe de ravitaillement Progress a déchargé sa cargaison. L'Italien Umberto Guidoni sera en avril, le premier astronaute de l'ESA à bord de l'ISS. Dans une prochaine édition de Space Connection nous reviendrons en détails sur la station spatiale et la participation belge au projet.



Le 18 novembre 2000, le vaisseau Progrès approvisionnait l'Américain William Shepherd et les Russes Youri Gidzenko et Sergeï Krikaliou à bord de l'ISS de deux tonnes de matériel, de nourriture, de vêtements, et de cadeaux. (NASA)

Le **Portugal** entre dans l'Europe spatiale

Depuis le 16 novembre 2000, L'Agence spatiale européenne (ESA) compte un Etat membre de plus: le Portugal. Associé depuis plusieurs mois en tant qu'observateur au sein du Conseil de l'ESA, la Délégation portugaise a participé pour la première fois activement aux réunions des organes de l'Agence. Mais c'est véritablement la tenue concomitante du Conseil de l'ESA et du Conseil Recherche de l'UE du 16 novembre qui a été la toute première occasion pour le Portugal de siéger en sa qualité d'Etat Membre de l'Agence spatiale européenne...

Eutelsat programme pour 1 milliard d'euros de satellites

L'opérateur de satellites Eutelsat, qui exploite pour l'instant 18 satellites de télévision et de communication veut investir 1 milliard d'euros dans cinq nouveaux satellites. Eutelsat est le plus gros exploitant européen de satellites et le troisième au rang mondial ; Eutelsat rassemble 48 pays et sociétés nationales de télécommunications. Cette année, l'organisation sera privatisée et fera son entrée en bourse. La privatisation doit non seulement générer de nouveaux capitaux, mais aussi moderniser l'organisation.

