

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1998)
Heft: 39

Artikel: Dossier la Suisse dans l'espace : le temps s'exporte sur orbite
Autor: Desfayes, Jean-Bernard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-556144>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Le temps s'exporte
sur
orbite

Les travaux de montage de la Station spatiale internationale (ou ISS) ont commencé. La Suisse est partie prenante dans plusieurs projets scientifiques qui se dérouleront à bord.

I y aura bien sûr le projet de spectromètre magnétique Alpha (AMS) cher aux Prof. Maurice Bourquin, de l'Université de Genève, et Samuel Ting, Prix Nobel de physique. Un premier vol expérimental au mois de juin de cette année (1998) a permis de tester l'appareillage complexe de ce piège à antimatière – dont il a été question à plusieurs reprises dans HORIZONS. Des résultats probants sur l'existence ou l'absence de particules d'antimatière dans l'univers ne seront obtenus que par une exposition de longue durée au vide spatial telle que l'offre la station. De même le Biopack, auquel participe le Dr Augusto Cogoli, de l'EPFZ, devrait constituer un apport significatif dans le domaine des sciences de la vie.

Même si la science n'est pas nationaliste, deux autres expériences à fortes composantes helvétiques seront aussi du voyage: SOVIM, le système d'observation des variations et du rayonnement solaires, et ACES-S, consacrée au développement des nouvelles horloges atomiques.

Le Soleil très observé

Claus Fröhlich, patron de l'Observatoire de météorologie physique de Davos, est l'une des étoiles de la recherche spatiale suisse; il a consacré l'essentiel de sa vie à l'étude de la nôtre, d'étoile: le Soleil. Il est l'investigateur principal de l'expérience Solar Variability and Irradiance Monitor (SOVIM), après avoir été celui de SOVA à bord d'EURECA – le satellite européen mis en place par Claude Nicollier en été 1992 – et de VIRGO, embarqué sur la sonde européenne SOHO, sonde d'observation des pôles du Soleil; SOHO fonctionne à nouveau, après avoir failli être condamnée par une fausse manœuvre des contrôleurs au sol; VIRGO a été l'une des premières expériences à fonctionner à nouveau correctement.

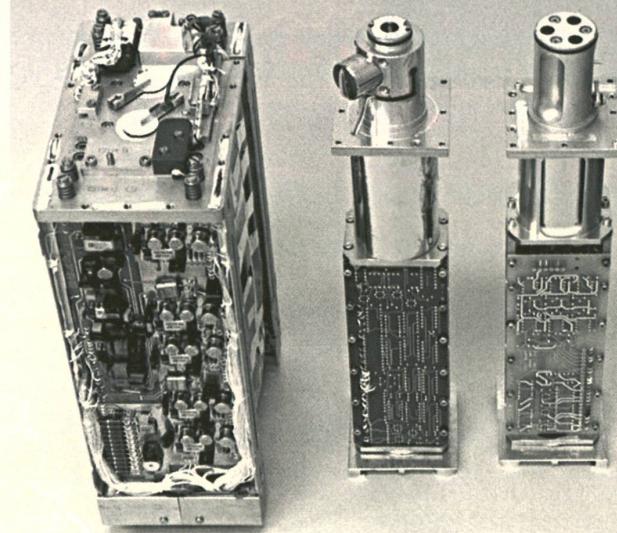
A l'aide d'une batterie de radiomètres et d'autres équipements, d'un poids total de 24 kg seulement, l'équipe de SOVIM espère pouvoir observer et étudier le rayonnement total et spectral du Soleil avec la plus grande précision; pendant toute la durée de la mission, à raison de 10 à 15

minutes sur les 90 de chaque révolution, les appareils accumuleront les données dont certaines seront immédiatement comparées à celles obtenues depuis le sol par d'autres instruments.

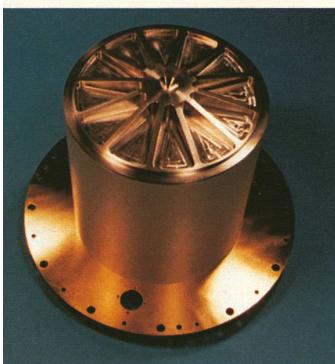
Claus Fröhlich et ses co-investigateurs espèrent obtenir des mesures quasi-permanentes et de grande qualité des variations du rayonnement solaire. Il devrait ensuite être possible de déterminer avec une bonne précision la redistribution spectrale de l'énergie émise par notre étoile. On souhaite pouvoir également vérifier l'existence de cycles longs, tels qu'on en trouve dans d'autres paramètres solaires. Les spécialistes savent en outre qu'il y a des zones du Soleil plus actives que d'autres; quelle est leur influence sur le rayonnement? Les investigations vont permettre de comparer l'accumulation d'énergie dans la zone de convection et celle des régions actives. Et, cerise sur le gâteau, on devrait mieux comprendre les mécanismes qui font que le rayonnement solaire influence les changements climatiques à l'échelle des saisons, voire à l'échelle de la décennie.

Le temps, à l'atome près

Autre expérience, celle liée à la nouvelle génération d'horloges atomiques. Le Prof. Giovanni Busca, de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, et une dizaine de ses collègues travaillent depuis le début de la décennie sur l'amélioration fondamentale de la mesure du temps. Sur mandat de l'Office fédéral de métrologie, ils développent actuellement une horloge dont la précision est assurée par un faisceau continu d'atomes refroidis de césum; cet instrument deviendra dès 2001 le Swiss Time Standard.



Avec ce type d'appareils, les chercheurs de Davos veulent observer avec précision les rayonnements du soleil.



Le maser à hydrogène (en haut), un développement de l'Observatoire de Neuchâtel qui devrait permettre la mesure du temps dans l'espace. (En dessous) Le cœur du maser se présente sous la forme d'un ballon de stockage en saphir et titane.

La validité de ce nouveau type de garde-temps a été mise en évidence par des travaux français de l'Ecole Nationale Supérieure de Paris qui ont démontré une stabilité, en seconde, d'environ $1 \times 10^{-15} - 1 \times 10^{-16}$ sur une longue durée. La technologie utilisée, le refroidissement d'atomes par laser, a valu le prix Nobel de physique 1997 à ses inventeurs. Un modèle destiné à l'espace, baptisé PHARAO, a déjà été testé sur des trajectoires paraboliques à bord d'avions reproduisant les conditions d'impesanteur pendant une vingtaine de secondes.

Les horlogers neuchâtelois ont été associés à leurs collègues français dans le cadre d'un programme appelé ACES, Atomic Clock Ensemble in Space.

Les Suisses embarqueront un SHM ou maser spatial à hydrogène à bord de la Station spatiale internationale. «Il s'agit, explique le Prof. Busca, d'un oscillateur atomique dont Neuchâtel s'est fait une spécialité, tant pour les applications terrestres que pour l'espace; les versions spatiales sont très allégées puisqu'elles ne font plus que 32 à 35 kg contre 150 kg et plus pour les modèles utilisés, par exemple, pour synchroniser au sol des radio-télescopes dont les antennes peuvent être très éloignées, jusqu'à concurrence du diamètre de la Terre.»

A bord d'ISS, le maser servira de référence pour observer le fonctionnement de PHARAO en vol; sur une faible durée, typiquement une heure, il a le même degré de stabilité que l'horloge au cézium, en principe plus stable sur la durée. Il sera donc utilisé pour interroger, avec un très faible bruit, la résonance des atomes de cézium et pour étalonner l'horloge. Avantage du SHM embarqué: l'étalonnage se fait à bord d'une façon autonome, sans exiger de liaison avec les horloges terrestres, ce qui élimine une source possible d'erreurs.

Marché potentiel intéressant

Les trois exemplaires du SHM – un modèle pour les essais de qualification et deux modèles de vol – s'inscrivent dans un programme de l'Agence spatiale européenne (ESA) visant le développement d'un maser pour les satellites de navigation. Le marché commercial potentiel est intéressant: le futur système européen de navigation par satellite (GNSS2, concurrent du GPS américain) en exigeait une cinquantaine d'exemplaires.

STATION SPATIALE

Un an de retard

Avec déjà une bonne année de retard, les premiers éléments de la Station spatiale internationale (ISS) sont en train de se mettre en place. Après le module de fret fonctionnel russe, baptisé Zarya, mis sur orbite par une fusée Proton, le point de branchement Unity est venu s'y accoupler au début décembre grâce à la navette spatiale Endeavour. Mais il faudra attendre juillet 1999, au mieux, pour voir le module de service rejoindre les deux premiers élé-

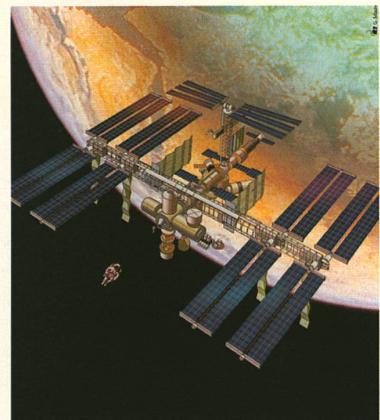


Illustration Gilbert Mauzer, «Aux portes du cosmos», Éditions LEP

ments; une fois en place, cette nouvelle pièce du puzzle cosmique permettra à trois astronautes de vivre et de travailler dans ce qui ne sera encore que l'embryon de la station.

Plus de quarante vols de fusées russes Proton et Soyouz, de navettes spatiales américaines et, dans une moindre mesure, de lanceurs H-2A japonais et Ariane 5 européen seront encore nécessaires pour terminer – en 2004 si tout va bien – le montage de l'immense complexe orbital; il mesurera alors 108 m sur 74 et sa masse dépassera 400 tonnes.

Son coût est devisé à 45 milliards de francs, 100 milliards en comptant les frais de lancement et d'exploitation. Participation suisse: 125 millions de francs sur dix ans.