

COLUMBUS : UN LABORATOIRE SPATIAL EUROPÉEN (1E PARTIE)

Christian Muller
B.USOC

Le laboratoire COLUMBUS est parti pour la station spatiale internationale le 7 février 2008. Il emporte toute une série d'équipements scientifiques et d'observations. Columbus a rejoint la station spatiale internationale le 9 février et a été complètement assemblé dans la semaine du 11 au 15, après trois sorties d'astronautes. Ces sorties étaient nécessaires pour connecter les circuits de refroidissement externes de Columbus à ceux de la station et pour assembler les charges utiles extérieures.

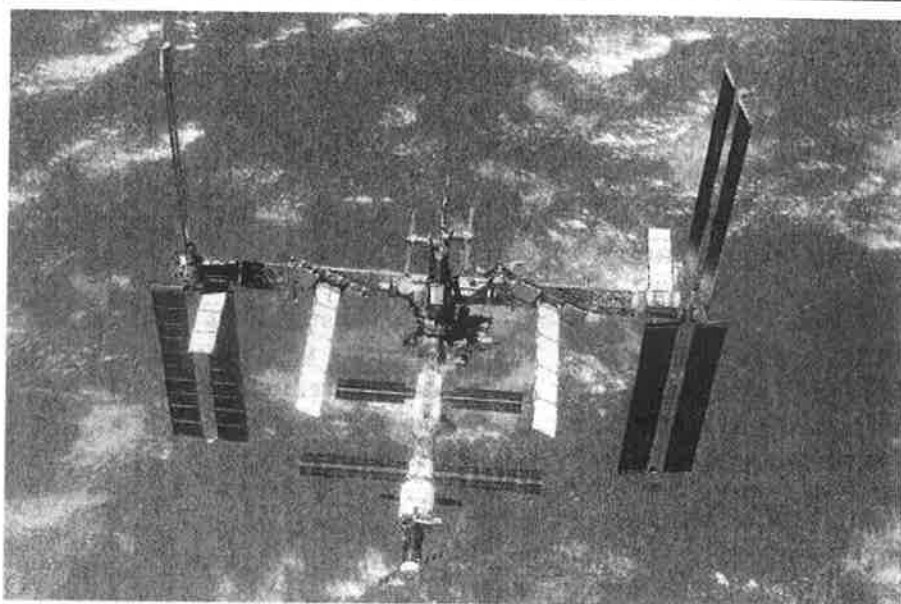


Fig.1 : La station spatiale internationale avant l'arrivée du laboratoire COLUMBUS (Document NASA)

Rôle belge dans COLUMBUS

La Belgique est non seulement membre de l'ESA et participe de ce fait à COLUMBUS ainsi qu'à la station spatiale internationale, mais elle intervient aussi par son implication dans des expériences

scientifiques et par la gestion d'un centre d'opération. Les expériences se font suivant deux axes, l'un inclut les sciences de la vie dans

l'espace et la microgravité, l'autre porte sur des charges utiles extérieures dont le fonctionnement est plus proche de celui des satellites automatiques.

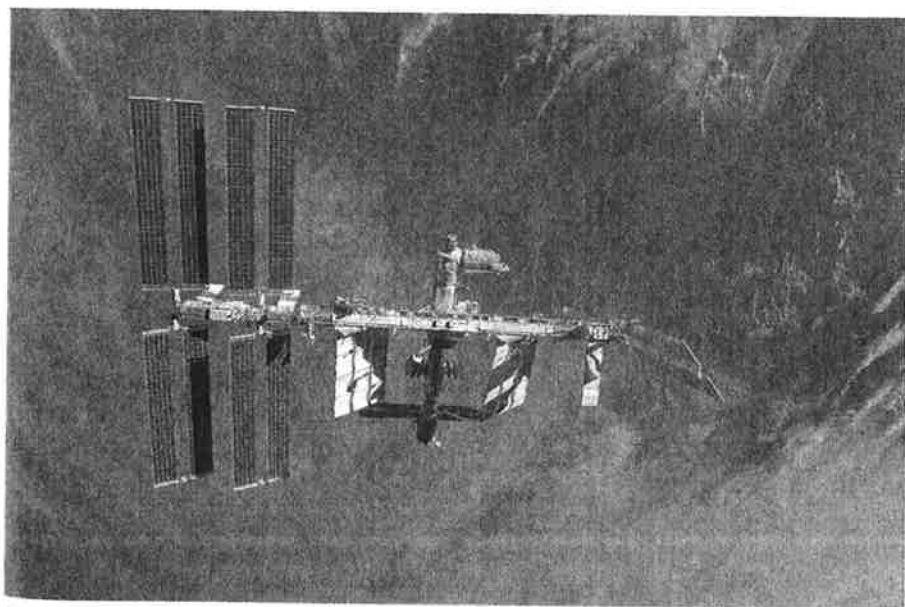


Fig.2 : La station spatiale internationale immédiatement après l'arrivée de COLUMBUS. COLUMBUS est le module brillant au centre droit. (Document NASA).

Le centre belge d'opérations s'appelle le B.USOC et est situé à Uccle au troisième étage de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique. Le B.USOC distribue les données à des « User home base » situées dans les locaux des utilisateurs belges mais il est le seul à jouir d'un contact direct avec les grandes agences spatiales. D'autres centres d'opérations sont situés dans plusieurs pays européens et les tâches sont réparties suivant les spécialités de chacun. Les opérations du système COLUMBUS sont conduites à partir d'un centre situé en Allemagne, le Col-CC, tandis que la station est elle-même conduite par le centre Johnson de la

NASA situé à Houston et le centre TSUP situé à Korolev dans la banlieue de Moscou. La NASA conduit les expériences scientifiques à partir du centre Marshall à Huntsville. L'addition ultérieure du module KIBO a augmenté le rôle du centre d'opération japonais du JAXA et les opérations du ravitailleur européen Jules-Verne sont conduites depuis Toulouse. La multiplication de ces centres est rendue possible par l'existence de réseaux de communication élaborés dont celui de l'agence spatiale européenne.

Sciences de la vie et microgravité.

Les sciences de la vie sont orientées vers la possibilité de vols humains à longue durée et l'étude de l'évolution des paramètres physiologiques des astronautes pendant le vol. Comme pour toute étude dans un milieu extrême, certaines conclusions sont également pertinentes pour la santé générale de la population. En particulier, les astronautes subissent une décroissance de la masse musculaire

et un affaiblissement de la résistance des os. Ces effets, en bien plus lents, sont caractéristiques du vieillissement sur terre. Le cœur est sollicité différemment, les organes de l'équilibre sont fortement dépendants de la gravité. De plus, les astronautes sont aussi soumis à différents rayonnements qui, sur Terre, sont filtrés par l'atmosphère. A l'altitude de la station spatiale, une protection partielle vient du champ magnétique terrestre qui précipite les particules chargées du soleil et certains rayons cosmiques vers les pôles. Cela ne sera malheureusement pas le cas lors de missions vers Mars. Cependant, dès les premières semaines d'opération, le rayonnement cosmique affecte les charges utiles extérieures et celles-ci ont déjà connu des « single events upset » : il s'agit de perturbations électroniques dues à une seule particule ionisante. Après cinquante ans d'expérience spatiale, cette situation est maintenant devenue familière : au pire, la solution est d'éteindre les instruments de manière à les amener dans un état connu et à les faire

redémarrer. Les astronautes sont protégés par les parois de la station et dans le cas d'une éruption solaire, ils trouvent refuge dans les nœuds où l'épaisseur protectrice est plus importante.

L'étude de tous ces phénomènes est primordiale pour la future exploration du système solaire. Elle permet de donner un éclairage nouveau à différents aspects physiologiques rencontrés également à la surface de la terre.

Les expériences de microgravité belges portent essentiellement sur la cristallisation des protéines et la physique des fluides. Dans les deux cas, l'absence de gravité amène à des conditions qui ne peuvent pas être simulées sur Terre. Ceci permet d'établir ou d'infirmer des théories concernant certains problèmes mal compris. Par exemple, en étudiant la diffusion des fluides dans un petit échantillon en apesanteur, les scientifiques de l'expérience SODI (Université Libre de Bruxelles) espèrent comprendre la répartition anormale du pétrole brut dans les gisements. Dans un autre registre, en recristallisant une protéine qui assure une protection à un mammifère, sous une autre structure compatible avec l'homme, on peut créer un médicament. Dans ce dernier cas, une fois que le mécanisme est identifié, il faudra le reproduire sur Terre en utilisant une gravité artificielle appropriée avant d'envisager la production industrielle du médicament. Les difficultés présentées par le retour des produits rendent malheureusement impossible une industrie spatiale dans la station actuelle.

En tant que centre d'opérations, le B.USOC est « facility support centre » d'un module conçu pour l'étude de la cristallisation des protéines. Il permet également de gérer une expérience de phy-

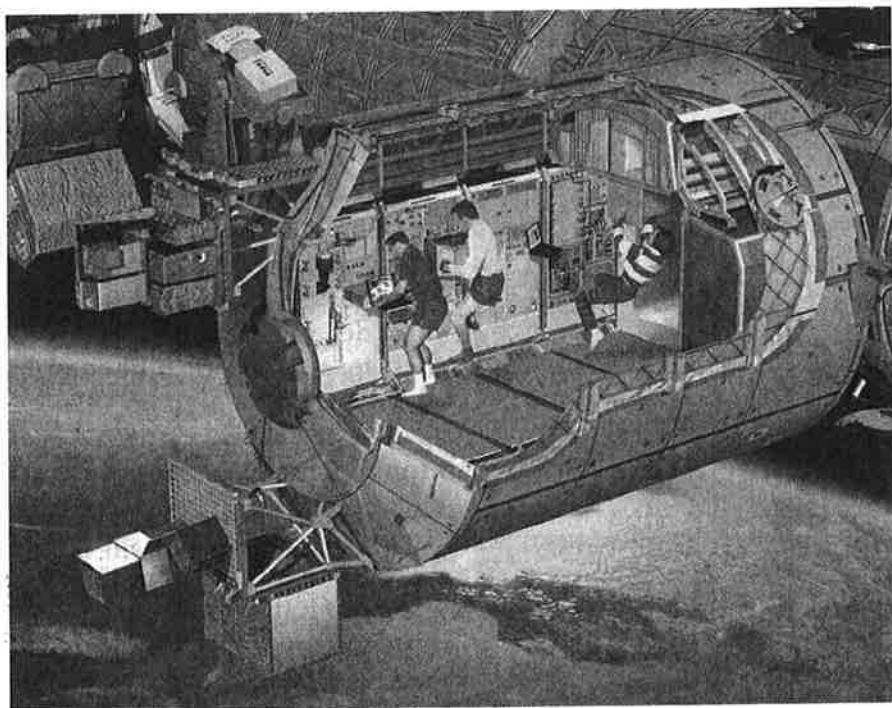


Fig.3 : Dessin d'artiste représentant COLUMBUS (Document ESA).

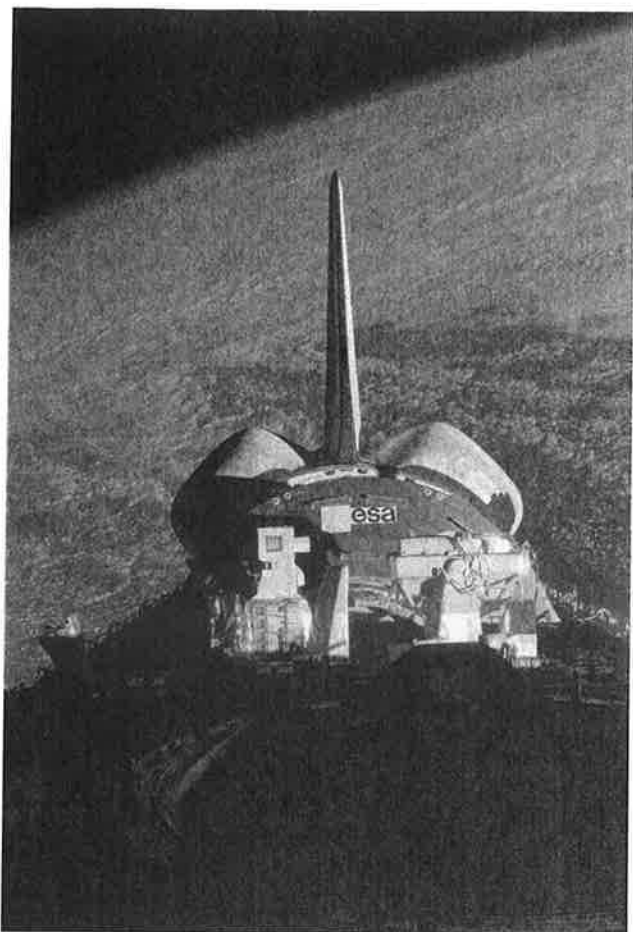


Fig.4 : Le laboratoire COLUMBUS en vol dans la soute de la navette ATLANTIS, les charges utiles extérieures EUTEF (à gauche) et SOLAR à droite, transférées à part, sont installées en vol lors d'une sortie. (Document NASA).

sique des fluides dans la même boîte à gants qui avait été utilisée par Frank De Winne lors du vol ODISSEA en 2002. Ces expériences concernent des scientifiques belges de plusieurs universités. Le B.USOC en assure non seulement les opérations mais aussi la distribution des données. Ce module de cristallisation des protéines se trouve dans l'« European Drawer Rack » avec d'autres expériences. Les tests du dispositif se déroulent depuis la fin février 2008 et les premiers échantillons ont été traités en 2009.

La complexité des expériences internes ne doit pas être négligée. Alors que dans un laboratoire au sol, une pièce manquante peut toujours être retrouvée ou rem-

placée, dans l'espace, le matériel nécessaire pour accomplir l'expérience, même dans des modes non nominaux, doit être disponible. Le rêve d'un laboratoire général où on pourrait improviser des expériences ne se réalisera probablement jamais car un accroissement de taille et d'équipage ne manquerait pas de créer des conditions d'accélération incompatibles avec les exigences de la microgravité.

Charges utiles extérieures

La Belgique a une très forte implication scientifique dans la recherche solaire menée à bord de la station.

Cette recherche se base essentiellement sur une série de trois instruments destinés à mesurer l'énergie reçue du soleil au niveau de l'orbite terrestre. Deux des instruments sont des versions avancées d'instruments développés par le passé par l'Institut Royal Météorologique et par l'Institut d'Aéronomie Spatiale. Ces instruments impliquent aussi des partenaires français, allemands et suisses, essentiellement le Service d'Aéronomie du CNRS et le Physikalisch-Meteorologisches Observatorium de Davos en Suisse. Un troisième instrument, de conception entièrement nouvelle, mesure le rayonnement ultra-violet extrême. Ce rayonnement n'atteint pas la surface terrestre mais est essentiel à la compréhension de phénomènes de la haute atmosphère. Cet instrument a été construit par le Fraunhofer Institut de Freiburg qui en assure la gestion et l'analyse des données. L'étude des variations de l'énergie totale du soleil reçue au sommet de l'atmosphère de la Terre, anciennement appelée « la constante solaire », est essentielle à la compréhension du climat puisque le rayonnement ultra-violet influence énor-

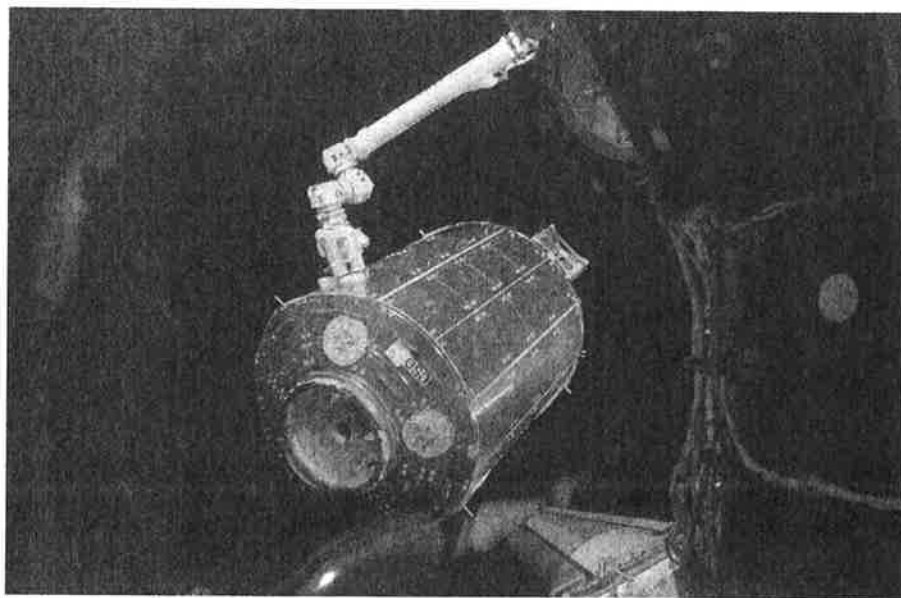


Fig.5 : Transfert de COLUMBUS de la navette à la station spatiale au moyen du bras robotique canadien. (Document NASA).

mément la chimie de l'atmosphère et en particulier la couche d'ozone. Le fonctionnement de cet ensemble d'instruments dédiés à la recherche solaire est assuré par le B.USOC à Uccle. La durée initialement prévue de la mission nominale de ces instruments était de 18 mois. Elle est dépassée maintenant. On peut de plus s'attendre à ce que le paquet solaire continue de fonctionner au-delà de sa mission nominale et reste sur COLUMBUS pour un plus longue période. Dans le cas du paquet solaire, le B.USOC est « Facility Reference Centre » et en assure donc la responsabilité complète. SOLAR est la première expérience en relation avec le climat qui soit installée sur la station spatiale internationale.

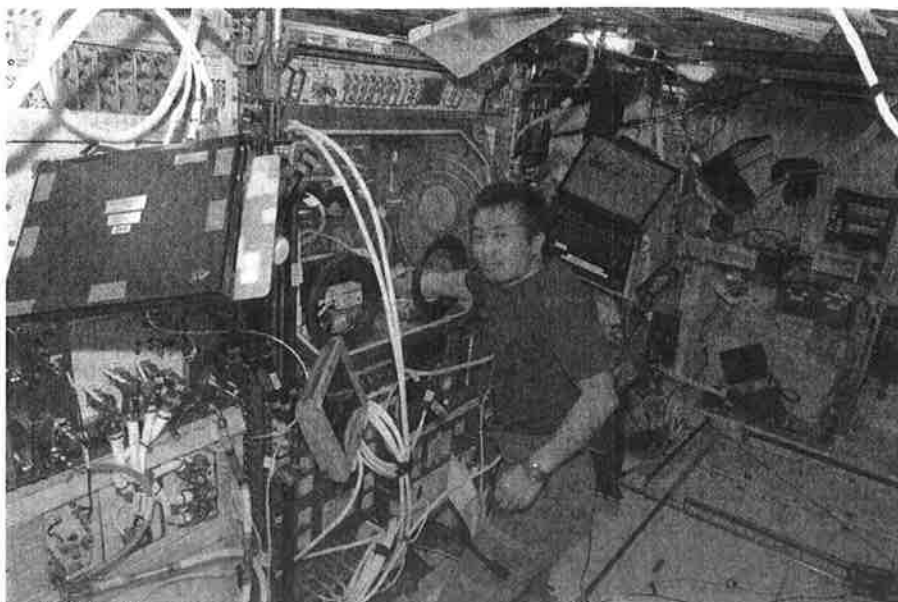


Fig. 6 : L'astronaute de la JAXA (Agence spatiale japonaise) Koichi Wakata manipule la Microgravity Science Glovebox dans le module COLUMBUS en mai 2009, le PCDF (Protein Crystallisation Diagnostics Facility) est à gauche en partie masqué par l'écran d'ordinateur. (Document NASA).

Une autre charge utile extérieure est le laboratoire EUTEF où des échantillons sont exposés à l'environnement spatial, une de ses plates-formes est spécialisée dans l'étude de la survie des micro-organismes dans l'espace. Cette plate-forme est revenue sur Terre en septembre 2009.

Dans la seconde partie de cet article, nous nous intéresserons plus en détail aux aspects scientifiques des missions embarquées.

Schéma de l'effet de serre

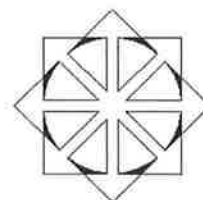
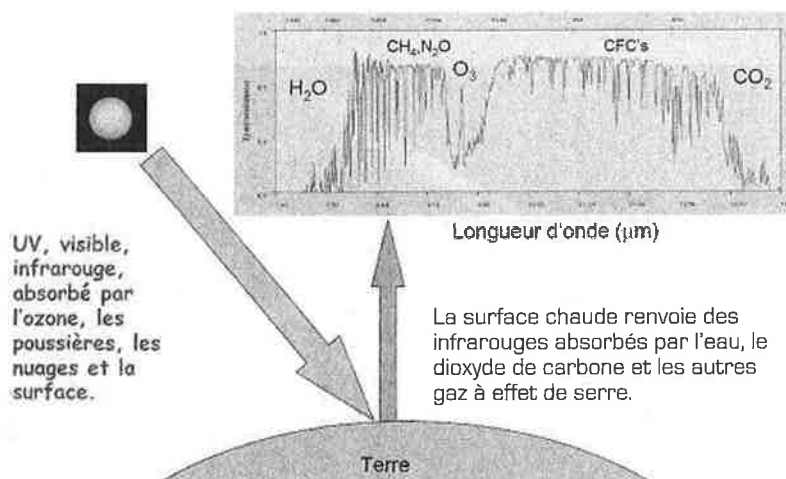


Fig. 7 : Représentation très schématique de l'effet de serre montrant le trajet des photons solaires dans le système terrestre, le spectre d'absorption de l'atmosphère étant une simulation basée sur une atmosphère standard actuelle. Tous les gaz poly-atomiques, avec la possible exception de la vapeur d'eau troposphérique sont directement influencés par l'activité humaine, le rayonnement solaire étant par contre indépendant de tout phénomène terrestre.

GUIDE DE DONNEES ASTRONOMIQUES 2010

Annuaire du Bureau des longitudes

Un vol. de 400 pages (15,5 x 24 cm)

Paris, IMCCE/BDL et EDP Sciences, 2009

Broché : *prix n.c.*

ISBN : 978-2-7598-0466-5

Ce Guide de données astronomiques est la nouvelle appellation sous laquelle, depuis quelques années déjà, paraît l'ancien Annuaire du Bureau des longitudes, cette éphéméride de moindre précision que la *Connaissance des Temps* sur laquelle il est fondé, avec les garanties d'exactitude inhérentes.

Publié sans interruption depuis 1796, an IV de la République française, mais non sans des modifications, parfois profondes au fil du temps, comme la mise en œuvre des recommandations faites par l'UAI en 2000 relatives aux échelles de temps, aux systèmes de référence et à la théorie de précession-nutation dans l'édition pour 2006 ou encore celle des recommandations concernant le nouveau paradigme (pôle céleste intermédiaire, origine non-tournante et angle de rotation de la Terre) pour l'édition 2007, ce véritable guide de données astronomiques pour l'observation du ciel en 2010 n'est plus à présenter à la communauté astronomique. Conçu selon le même schéma bien défini que les éditions précédentes, on y trouve donc d'abord trois chapitres traditionnels contenant des données sur les calendriers, des définitions générales d'astronomie et des notes relatives à l'emploi des éphé-

mérides – calculées principalement pour Paris dans la plupart des cas – qui occupent les huit chapitres suivants consacrés dans l'ordre aux positions apparentes du Soleil et de la Lune, des planètes et de Pluton, des astéroïdes, puis à des données pour l'observation des surfaces du Soleil, de la Lune et des planètes, des satellites, des comètes, des étoiles, et enfin relatives aux éclipses (de Soleil et de Lune) et aux principaux phénomènes célestes.

Introduit depuis l'année 2003, le très intéressant cahier thématique sur un sujet d'actualité de cette édition 2010, dû à J.-E. Arlot, traite *Les Phénomènes mutuels des satellites naturels des planètes*.

Comme d'habitude et moyennant les restrictions inhérentes au fait que cet annuaire soit, selon ses attributions même, publié sous un régime statutaire et donc limité au territoire de la République française, il constitue par excellence à la fois un outil de travail pour les astronomes professionnels et amateurs et une référence pour des utilisateurs qui souhaiteraient en approfondir l'emploi. Comme tous les précédents, il est essentiellement destiné à préparer à l'avance des programmes d'observation portant sur les planètes, astéroïdes, satellites, étoiles, galaxies, etc. et se termine par la publication des coordonnées des principales villes de France ainsi que d'une série d'observatoires répartis dans le monde, un index, des cartes de visibilité des éclipses et de position des planètes.

De façon tout à fait inhabituelle, on fera attention à une regrettable erreur de mise en page (p. 251) sur laquelle figurent les configurations des satellites I-IV de Jupiter

pour octobre en lieu et place de ces mêmes configurations pour septembre par ailleurs omises et, pour une aussi vénérable institution située au quai de Conti, on déplorera, dans la figure 9 (p. 363), l'écriture fautive de *réflexion* pour *réflexion*.

R. DEJAIFFE

AGENDA ASTRONOMIQUE 2010

Un vol. de 178 pages (15 x 21 cm)

Paris, IMCCE/OP et EDP Sciences, 2009

Spiralé : *prix n.c.*

ISBN : 978-2-7598-0467-2

Dans une société où la magie, les pseudo-sciences et les informations peu crédibles envahissent les médias, cet agenda d'un style nouveau, lancé l'an dernier à l'occasion de l'Année internationale de l'Astronomie, se propose de ponctuer l'année non seulement de phénomènes célestes prévisibles mais également d'informations scientifiques de culture générale : définitions de concepts astronomiques, courtes biographies d'astronomes, caractéristiques physiques d'objets planétaires, avancées scientifiques récentes, etc.

Après quatre doubles cartes représentant les horizons nord et sud du ciel de Paris les 20 mars, 20 juin, 20 septembre et 20 décembre 2010 suivies, à l'intention des voyageurs, de deux cartes de l'hémisphère austral montrant le ciel du Cap (Afrique du Sud) les 20 mars et 20 septembre 2010, on y trouve en premier un calendrier 2010 suivi d'abord de brèves présentations de l'Obser-

vatoire de Paris, de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides IMCCE qui est l'héritier de l'historique Bureau de longitudes créé par la loi du 7 messidor an 3 (25 juin 1795), ainsi que du Laboratoire Univers et Théories LUTH choisi pour être spécialement mis en évidence cette année parmi les différents départements de l'Observatoire de Paris, puis d'un calendrier des vacances scolaires 2009-2010, de quelques bonnes adresses de l'astronomie et d'une très brève présentation du système solaire.

Vient ensuite un véritable semainier qui s'étale sur deux pages face à face. Sur la page de gauche se trouvent, dans la demi-page supérieure, un encadré sur un thème de culture astronomique (général, planétaire, biographique – par exemple, Georges Lemaître dans la semaine du 13 au 19 décembre 2010 -, astrophysique, astronomie de position, etc.) et dans la demi-page inférieure, deux encadrés d'astronomie pratique contenant l'un les heures de levers et de couchers du Soleil et de la Lune pour chacun des jours de la semaine et l'autre des informations sur la visibilité des planètes. La page de droite est entièrement réservée au semainier proprement dit. Par ailleurs, chacun des mois commence par une double page constituée d'une illustration en couleur d'un objet astronomique remarquable et reprenant les différents thèmes du mois et se termine par une double page traitant d'un thème bien particulier (Les essaims météoritiques en janvier, les planètes Mercure et Vénus en février, etc.)

À la fin de l'agenda on trouve une double page sur les calendriers, un index et un calendrier 2011.

Ingénieusement organisé, impeccablement mis en page, parsemé de très nombreuses photos

d'une qualité excellente, illustré de schémas très didactiques et d'une manipulation très pratique (reliure spirale, papier de bonne qualité et couverture à l'épreuve d'une année), cet agenda – principalement destiné au bureau vu son format – constitue un compagnon intelligent pour des vies bien remplies. Un beau cadeau à faire ou à se faire !

A. HAUBRECHTS

LE CIEL À L'OEIL NU EN 2010

Guillaume CANNAT

Un vol. de 142 pages (17 x 24 cm)

Paris, Nathan, 2009

Broché : EUR 16,80 (*TTC*)

France / EUR 19,35 (*Belgique*)

ISBN : 978-2-09-278304-7

Il s'agit ici de la huitième édition d'un livre passant en revue, de janvier à décembre, un peu moins de quatre-vingts phénomènes célestes parmi les plus intéressants accessibles à tous – même s'ils sont particulièrement peu nombreux en 2010 – et les présentant en s'appuyant parfois sur des encadrés intéressants ou quelques illustrations soignées et agréables à regarder malgré un montage évident.

Avant tout, une occasion pour se préparer à contempler, avec un maximum de profit et de plaisir, les plus beaux spectacles – gratuits – fournis par la sphère céleste à l'aide de l'ensemble de ses acteurs : Lune, planètes, constellations et étoiles.

On ne fera pas encore trop grief à l'auteur de recourir occasionnellement à un langage très peu astronomique mais inutilement poétique car n'ajoutant strictement rien au spectacle (comme dans cette édition 2010 : « Éclat de rubis sur disque d'ivoire » pour décrire avec emphase « ... l'éclat

iridescent de la planète Mars ... au-dessus du disque éburnéen de la Pleine Lune », « une barque dans l'azur » pour désigner un « ... arc lunaire couché sur l'horizon et [qui] ressemble vraiment à une gondole flottant sur une eau d'un bleu lumineux que le crépuscule colore tendrement », ou encore « Entre les parenthèses de Séléné » pour « ... tenter de voir le plus vieux croissant de la lunaison finissante et le plus jeune de la lunaison naissante en moins de quarante heures », sans oublier les périphrases et autres expressions relevant finalement d'une sorte de style trop souvent ampoulé déjà reprises à titre d'exemples lors de recensions d'éditions antérieures).

Comme les années précédentes, le lecteur prendra soin de bien faire attention au fait que les heures exprimées dans le livre sont directement données en heure légale française (UT + une ou deux heures selon la date). L'auteur aurait peut-être pu utilement mieux préciser quelque peu le lieu de l'observation correspondant aux montages ou clichés présentés car le lecteur n'a peut-être pas le bonheur d'habiter dans une région comme l'Hérault par exemple ou de se déplacer dans un lieu spécifique éloigné pour admirer, dans des conditions d'observation finalement exceptionnelles, certains des phénomènes présentés.

Une publication soignée, à quelques adresses et ressources astronomiques près, fondée sur une présentation d'ensemble attirante et une impression sur papier glacé (peut-être quelque peu excessive).

R. DEJAIFFE

CAHIER DÉCOUVERTE ASTRONOMIE

Isabelle HUAU

Un vol. de 96 pages (17 x 24 cm)

Paris, EDP Sciences, 2009

Broché : EUR 12,00 (TTC
France)

ISBN : 978-2-7598-0359-0

Un bon titre qui traduit bien le genre de ce petit ouvrage à lire ou à découvrir seul, en famille ou en groupe, si l'on cherche une bonne occasion « d'apprendre l'astronomie en s'amusant ».

Un bon test à proposer à tous celles et à tous ceux, jeunes et adultes, qui estiment trop souvent, à tort, que l'étude ou l'observation des choses du ciel sont des activités difficiles par définition, alors que si l'astronomie est une discipline exigeante comme toutes les sciences, elle est cependant abordable et accessible à toute personne motivée ou d'esprit ouvert et curieux. L'astronomie offre à tous ses adeptes, jeunes ou chevronnés, professionnels ou amateurs, la possibilité de contempler et de percer le mystère de spectacles naturels fabuleux et gratuits parmi les plus beaux sur une voûte céleste qui apparaît dans sa réalité comme la plus grande scène de spectacle du monde.

Un petit livre à la fois original et sympathique composé essentiellement de questions, de quiz, de jeux et d'informations à caractère astronomique, malgré quelques incongruités de vocabulaire et un certain mélange des genres probablement inhérents à une formation plutôt littéraire et généraliste de son auteur.

A. HAUBRECHTS

CRACKING THE EINSTEIN CODE Relativity and the Birth of Black Hole physics

Fulvio MELIA

Un vol. de xii + 140 pages (16 x 23,5 cm)

Chicago, The University of
Chicago Press, 2009

Cartonné : USD 25,00 / GBP
17,50

ISBN : 978-0-226-51951-7

À la fois biographique et chronique du processus de la découverte scientifique, cet ouvrage montre avant tout la facette souvent peu connue du grand public de l'élaboration ou de l'histoire cachée derrière la recherche d'une solution dans le monde réel de l'ensemble des équations du champ d'Einstein. Son auteur, professeur de physique et d'astronomie à l'université de l'Arizona, présente l'avantage de pouvoir apporter sur ce sujet le compte rendu d'un témoin oculaire sur les événements qui ont conduit à la grande découverte de Roy Kerr, par ailleurs auteur de la postface.

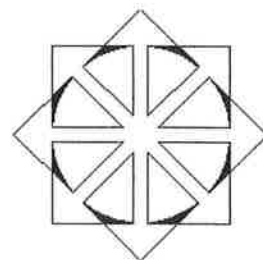
Roy Kerr est un de ces astronomes, mathématiciens et physiciens théoriciens, qui ont marqué l'âge d'or de la relativité entre le début des années 1960 et le milieu de la décennie suivante. L'invention de la métrique dite de Kerr-Schild a permis une partie de la solution des équations d'Einstein par Kerr, au début des années 1960, lors de son séjour au Centre pour la Relativité – aujourd'hui disparu – de l'Université du Texas.

On trouve dans cet ouvrage à la fois une explication de ce que sont les trous noirs, une description de leur place dans l'univers, ainsi qu'une certaine biographie scientifique de Roy Kerr. L'auteur y décrit entre autres comment les recherches de grands prédécesseurs tels Karl Schwarzschild,

David Hilbert et Emmy Noether ont ouvert la voie à la solution de Kerr, ou encore comment des chercheurs comme Roger Penrose, Kip Thorne et Stephen Hawking ont utilisé ses connaissances pour clarifier puis développer l'astrophysique et la physique moderne. Aujourd'hui, plus de 300 millions de trous noirs supermassifs sont soupçonnés d'attirer leurs galaxies hôtes à travers l'Univers, et la solution de Kerr est celle que les astronomes et les astrophysiciens utilisent pour décrire une large part de ces processus d'aspiration.

Un document intéressant à lire, pas toujours facile à comprendre compte tenu du caractère hautement spécialisé du sujet de fond traité mais constamment en accord avec la dimension humaine des différents acteurs rencontrés et une sorte de démonstration de la manière dont s'élabore la science. Bref, une sorte d'ouvrage au caractère unique présenté avec grand soin tant par l'éditeur que par l'imprimeur et une élégance certaine de la part de l'auteur qui s'inscrivent parfaitement dans la longue tradition de cette grande maison d'édition.

R. DEJAIFFE



COLUMBUS : UN LABORATOIRE SPATIAL EUROPÉEN (2E PARTIE)

Christian Muller
B.USOC

Objectif scientifique de SOLAR.

Le Soleil est la principale source d'énergie de l'atmosphère et des océans. Ses variations et celles de son interaction avec le système terrestre conduisent la plupart des phénomènes de l'atmosphère et de la surface. Il est en particulier indispensable à l'immense majorité des formes de vie en tant que source d'énergie et aussi en assurant la présence d'eau liquide. Une de ces interactions les plus connues est l'effet de serre où le rayonnement réémis par la Terre, chauffée par le soleil dans le visible, est absorbé dans l'infrarouge par les gaz polyatomiques de l'atmosphère. L'intervention de l'Homme en agissant sur les

sources de ces gaz a été prouvée par les rapports du GIEC en 2007 et conduit à un réchauffement climatique sans précédent. La source d'origine, le soleil, n'est cependant pas encore bien connu et le but de SOLAR est d'établir ou de compléter des séries obtenues en dehors de l'atmosphère.

Avenir de la station spatiale.

La station spatiale ISS est conçue pour une durée de vie de trente ans, ce qui devrait la maintenir jusque vers 2025. En 2009, Frank De Winne est désigné pour une mission de longue durée de six mois, semblable au vol accompli en février et mars 2008 par Léopold Eyhart. Jusqu'à présent,

la station a été desservie par la navette spatiale américaine, la capsule Soyouz et le ravitailleur PROGRESS. A partir de cette année-ci un nouveau ravitailleur européen : l'ATV- Jules Verne entreprend des voyages réguliers pour apporter des liquides de propulsion, des consommables et des expériences scientifiques. En 2008, le module japonais Kibo arriva aussi à la station. L'agence spatiale japonaise développe elle aussi un ravitailleur de la station. La construction se terminera en 2010 au moment de la retraite de la navette. Le nouveau véhicule d'exploration américain Orion devrait la rejoindre en 2015 accompagné peut-être d'un successeur du Soyouz. Des projets existent pour développer un vaisseau habité à partir de l'ATV mais leur réalisation n'est pas envisagée dans un proche avenir.

Schéma de l'effet de serre

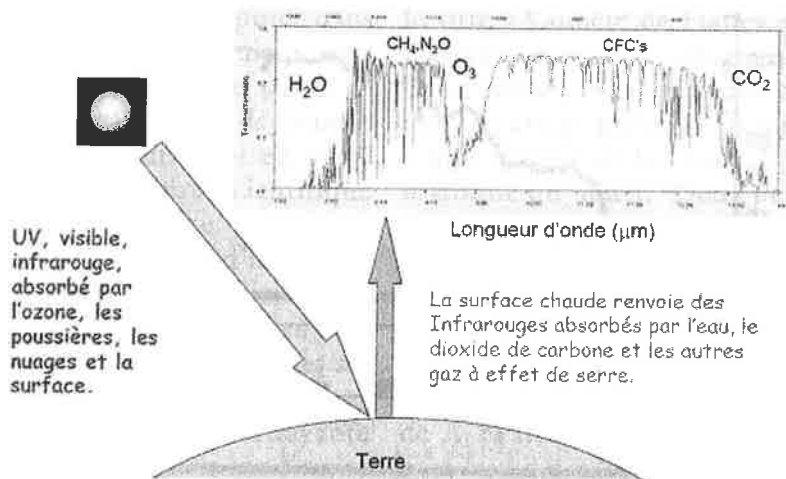


Fig.7 : représentation très schématisée de l'effet de serre montrant le trajet des photons solaires dans le système terrestre. Le spectre d'absorption de l'atmosphère est une simulation basée sur une atmosphère standard actuelle. Tous les gaz polyatomiques, avec la possible exception de la vapeur d'eau troposphérique, sont directement influencés par l'activité humaine. Le rayonnement solaire est par contre indépendant de tout phénomène terrestre.

Rôle de la station dans le programme d'exploration.

Le premier rôle de la station est de prouver qu'un équipage peut non seulement survivre mais travailler lors d'une longue mission. L'exploration habitée américaine devrait rejoindre la Lune très vite après la mise en service d'Orion, le voyage vers Mars est prévu après 2030. L'architecture de ce voyage n'est pas encore bien définie mais un long séjour d'une durée comparable à une année martienne est possible. Le problème de la résistance humaine aux rayonnements doit alors être résolu et ce ne sera possible qu'en étudiant un grand nom-

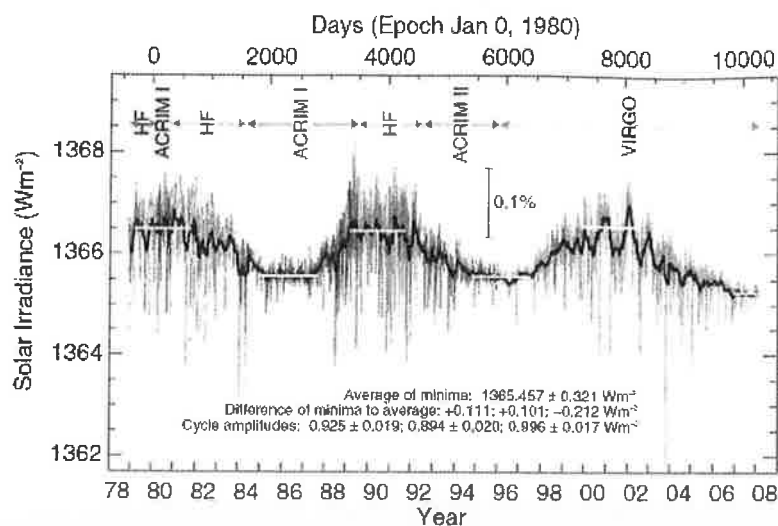


Fig.8: La suite des résultats de SOVIM montre les variations de l'intensité solaire depuis trente ans. <http://www.pmodwrc.ch/pmod.php?topic=tsi/composite/SolarConstant> (Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos)



bre de vols de longue durée sur la station et les effets des remèdes utilisés.

Un second aspect favorable à l'exploration vient du développement des techniques astronautiques. L'investissement fait dans la modification des opérations du troisième étage d'Ariane V pour l'ATV Jules-Verne lui permet non seulement de lancer vingt tonnes mais aussi d'éteindre et de rallumer plusieurs fois le moteur afin d'atteindre une orbite particulière. Ariane V est donc qualifiée tout comme la fusée américaine ATLAS 5 pour participer à une future mission martienne. La pratique du rendez-vous en orbite est bien sûr essentielle aussi au vol martien et les techniques développées lors du vol de Jules-Verne se retrouveront sur d'autres vaisseaux spatiaux futurs.

Dans un autre ordre d'idée, les centres d'opérations mis en place pour le vol de l'ISS expérimentent le fonctionnement de longues missions. De nouveaux concepts sont mis en place comme la formation des astronautes en

vol lorsque les aléas du calendrier amènent à la station des expériences alors qu'elle est habitée par des astronautes qui n'ont pas reçu de formation spécifique au sol.

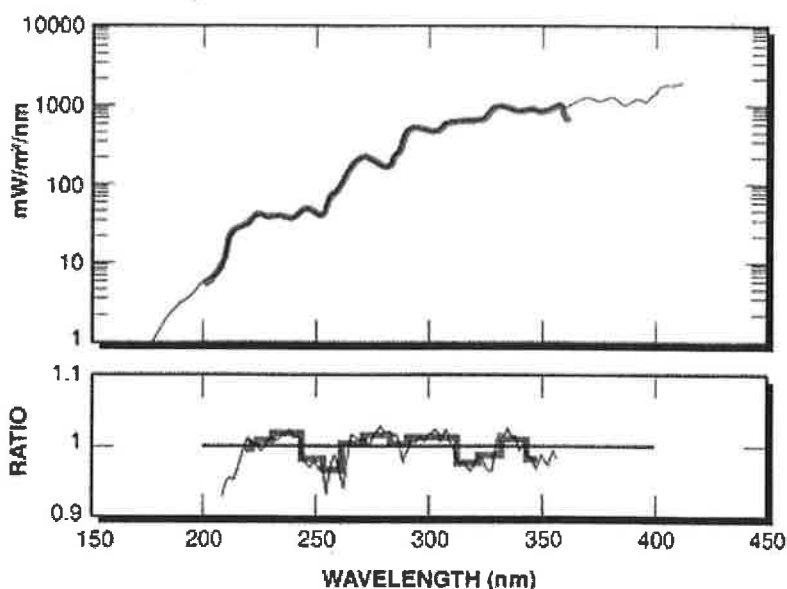


Fig.9 : SOLSPEC a été la première expérience spatiale validée par une autre expérience spatiale lors du vol de SPACELAB-2. Le spectre solaire déduit de SOLSPEC est actuellement une référence internationale. (Brochure NASA du programme ATLAS, <http://history.nasa.gov/NP-119/ch6.htm>).