

**L'ANNÉE MONDIALE
& DE L'ASTRONOMIE 2009
L'ASTRONOMIE EN SUISSE**

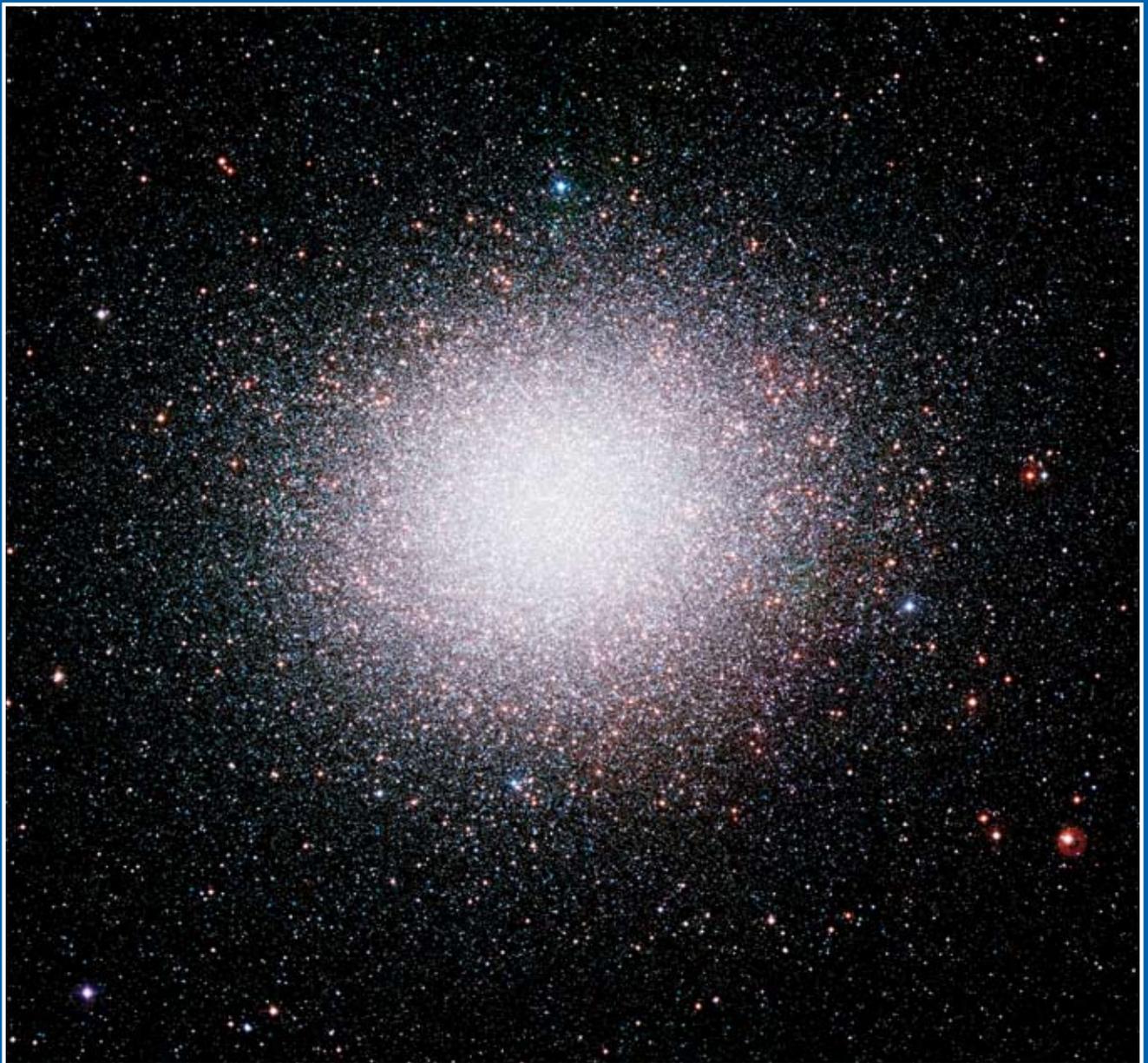


PHOTO DE COUVERTURE

L'amas globulaire Omega Centauri, riche de 10 millions d'étoiles et situé à la distance de 17'000 années-lumière, est vu ici dans toute sa splendeur grâce à cette image prise par la caméra WFI montée sur le télescope de 2.2 m à l'Observatoire d'ESO à La Silla. Seule la partie centrale de l'amas est vue ici. (ESO/EIS)

**RAYONNEMENT ET PHYSIQUE
SOLAIRES, CLIMAT TERRESTRE**

*Le Soleil en ultraviolet (304 Å) le
8 janvier 2002. La très forte activité solaire
provoque de grandes éjections de gaz.*

(SATELLITE SOHO, ESA)

L'ANNÉE MONDIALE DE L'ASTRONOMIE 2009

(THE INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY, IYA2009)

Catherine Cesarsky

Présidente de l'International Astronomical Union

L'International Astronomical Union (IAU) a lancé 2009 comme Année Mondiale de l'Astronomie (IYA2009) sous la dénomination «L'Univers, découvrez ses mystères (*The Universe, Yours to Discover*)». IYA2009 marque le 400^e anniversaire de la première observation astronomique à travers une lunette par Galileo Galilei. Il en résultera une célébration globale de l'astronomie et de ses contributions envers la société et la culture, avec de fortes influences sur l'éducation, l'engagement du public et l'implication des jeunes, avec des événements aux niveaux nationaux, régionaux et mondiaux durant toute l'année 2009. L'UNESCO a soutenu le projet IYA2009, et les Nations Unies ont proclamé 2009 comme *Année Mondiale de l'Astronomie* le 20 décembre 2007.

L'astronomie est une des plus anciennes sciences fondamentales. Elle continue à avoir un impact profond sur notre culture et est une expression puissante de l'intelligence humaine. D'immenses progrès ont été réalisés au cours des dernières décennies. Il y a un siècle, nous ne connaissons presque rien sur l'existence de la Voie Lactée. Aujourd'hui, nous savons que de nombreux milliards de galaxies peuplent notre Univers, et que l'origine de celui-ci remonte à environ 13,7 milliards d'années. Il y a un siècle, nous n'avions aucun moyen de savoir si notre système solaire était unique dans l'Univers. Aujourd'hui, nous connaissons plus de 300 planètes autour d'autres étoiles dans notre Galaxie et nous sommes sur la voie qui nous mène à la compréhension de l'apparition de la vie sur Terre. Il y a un siècle, le ciel n'était étudié qu'avec des télescopes optiques et des plaques photogra-

phiques. Aujourd'hui, nous observons l'Univers depuis la Terre et depuis l'espace, du domaine des ondes radio jusqu'aux rayons gamma, en utilisant la technologie de pointe. L'intérêt des media et du public pour l'astronomie n'a jamais été aussi marqué et nombreuses sont les découvertes majeures qui font la une des journaux à travers le monde. L'IYA2009 devrait satisfaire les demandes du public, en matière d'information aussi bien que de présence des scientifiques.

Il y a de multiples opportunités pour chacun de participer aux événements organisés dans le cadre de l'IYA2009, certains au niveau mondial, et des milliers d'autres aux niveaux nationaux ou régionaux.

L'IAU, l'UNESCO et tous les organismes internationaux associés souhaitent que chacune et chacun connaisse une année riche en expériences astronomiques et que nous célébrions tous ensemble l'Année Mondiale de l'Astronomie en 2009! |

ASTRONOMIE FONDAMENTALE

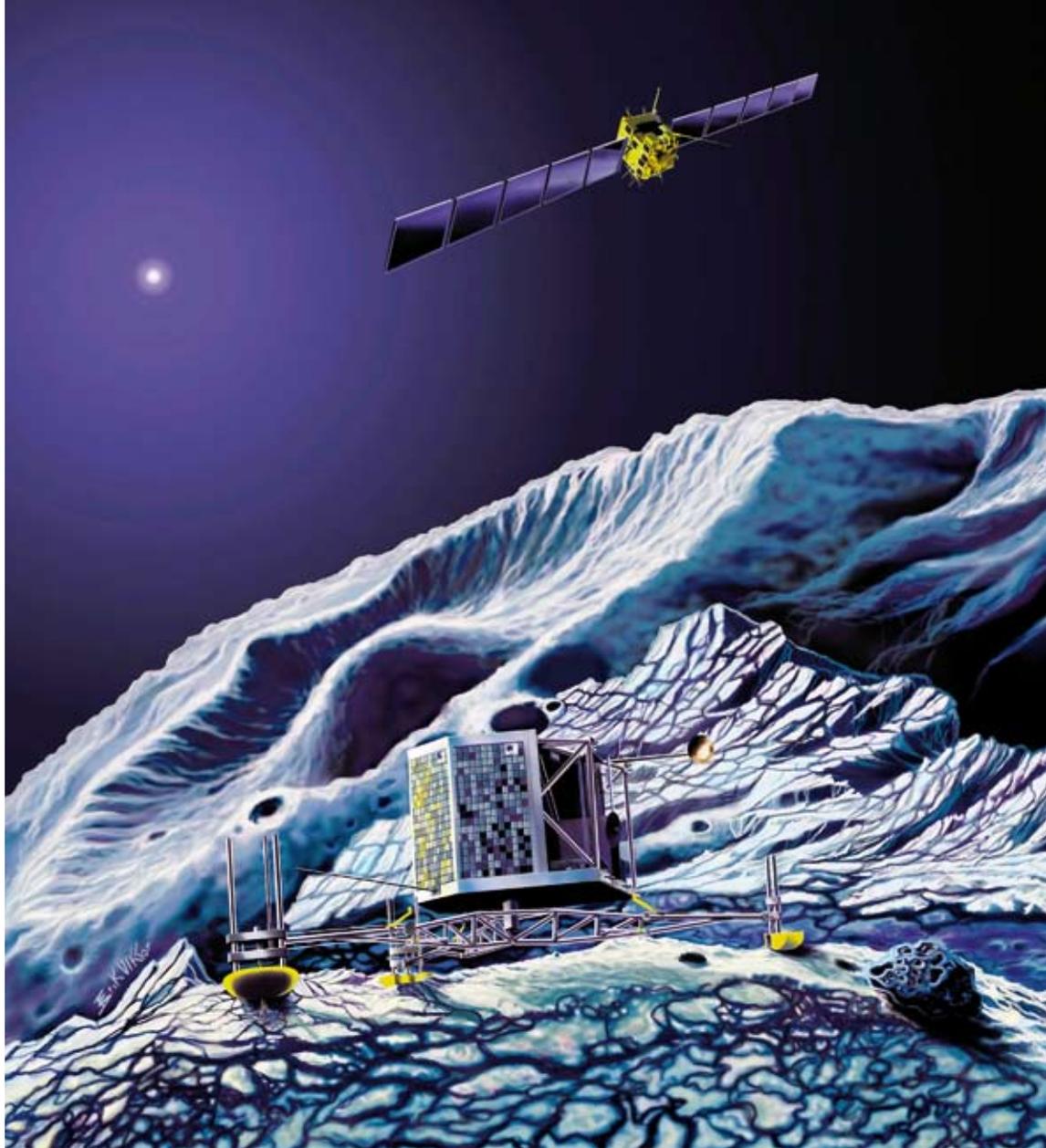
La tache de l'ombre de la Lune sur la Terre lors de l'éclipse solaire totale du 11 août 1999, vue depuis l'espace par les astronautes de la station MIR. (MIR 27, CNES)



MISSIONS ET INSTRUMENTATION SPATIALES, SYSTÈME SOLAIRE

Lancée en mars 2004, la sonde
ROSETTA atteindra la comète
Churyumov Gerasimenko en août
2014. Pour la première fois, un
module se posera à la surface d'un
noyau cométaire (vue d'artiste).

(ESA)



IYA2009 EN SUISSE

Mauro Dell'Ambrogio

Secrétaire d'Etat à l'Education et à la Recherche

Dans le cadre du Département Fédéral de l'Intérieur, le *Secrétariat d'Etat pour l'Education et la Recherche* SER est en charge des domaines de l'éducation, générale et universitaire, de la recherche et de l'espace, nationalement et internationalement. Le SER exerce la tâche politique de la promotion et de la mise en œuvre des programmes dans les domaines de la science, de la recherche, des universités et de l'espace en Suisse.

Le SER a la responsabilité de gérer la participation suisse dans les organisations internationales de recherche, dans les programmes européens ou internationaux et dans les projets de coopération. Le SER couvre toutes les obligations financières en relation avec cette activité. L'effort de la Suisse pour impliquer sa communauté de chercheurs dans les programmes de coopération internationale a

débuté en 1953, avec le support important du pays à la fondation de l'*European Laboratory for Particle Physics* (CERN), à Genève. Depuis lors, cette participation n'a pas cessé d'augmenter.

Les organisations internationales de recherche – tel que l'*European Southern Observatory* ESO – sont à l'origine de nombreuses découvertes majeures sur les plans scientifiques et technologiques. En signant des accords internationaux de participation avec ces organisations internationales, la Confédération Suisse s'assure que les chercheurs du pays puissent participer aux efforts de coopération multilatéraux, qui leurs donnent accès aux infrastructures modernes dont le



SYSTÈME SOLAIRE

La comète Hale-Bopp le 30 mars 1997, avec ses queues de gaz (bleue) et de poussières (brune).

(MANUEL JUNG, SAS)

coût est prohibitif pour notre seul pays. Cette collaboration est particulièrement nécessaire dans les domaines de l'astronomie, de la physique des particules et des hautes énergies et de l'astronautique. Depuis 1982, les astronomes suisses participent avec succès aux activités d'ESO, l'organisation européenne majeure pour l'astronomie.

L'astronomie est une des sciences les plus anciennes et les plus mondialement reconnues, qui prend ses racines dans la simple fascination des beautés du ciel nocturne. Au cours des siècles, l'astronomie et l'astrophysique ont évolué vers une science dans laquelle la théorie est rigoureusement testée par des mesures précises. A l'inverse, l'observation astronomique peut aussi être utilisée pour préciser, voir révolutionner, les idées en physique fondamentale.

L'Année Mondiale de l'Astronomie 2009 est une célébration globale de l'astronomie et de ses contributions à la société et à la culture, illuminée par le 400^e anniversaire de la première utilisation d'une lunette astronomique par Galileo Galilei. La Suisse a soutenu la déclaration des Nations Unies faisant de 2009 l'*Année Mondiale de l'Astronomie*, suite aux initiatives de l'*International Astronomical Union* et de l'UNESCO.

Durant l'IYA2009, un effort global sera fourni pour stimuler l'intérêt du public pour l'astronomie, et plus particulièrement celui des plus jeunes. Les événements proposés chercheront à aider les citoyens du monde à redécouvrir leur place dans l'Univers. Chacun devrait réaliser l'impact de l'astronomie et des autres sciences fondamentales dans notre vie de tous les jours, et devrait comprendre comment la connaissance scientifique peut contribuer à l'établissement d'une société plus équitable et vivant en paix. Les activités de l'IYA2009 prennent place localement, régionalement, nationalement, internationalement et globalement. La Suisse participe pleinement à de nombreux programmes, qui établiront des collaborations entre les astronomes professionnels et amateurs, les centres scientifiques, les enseignants, les media et le public en général.

Je suis convaincu que le large travail de préparation réalisé fera de l'IYA2009 un événement agréable et marquant pour commémorer le 400^e anniversaire de la lunette de Galileo Galilei. Je souhaite que l'Année Mondiale de l'Astronomie reçoive toute l'attention, la visibilité et le succès qu'elle mérite. |

DE GALILÉE À IYA2009

Gilbert Burki et Pierre Dubath

Université de Genève

Comité Suisse d'Organisation pour l'IYA2009

« **B**ien qu'il m'ait été notifié que cette doctrine était contraire à l'Écriture sainte, j'ai cependant écrit et fait imprimer un livre dans lequel j'expose [...] que le Soleil est immobile au centre du monde et que la Terre n'est pas le centre et se déplace ». Galilée a septante ans quand il doit prononcer ces mots, avant d'être condamné à la prison à vie par le Saint-Office, le 22 juin 1633. C'est l'aboutissement malheureux d'une longue bataille entre Galileo Galilei, tenant de la vision copernicienne, héliocentrique, du système solaire, et les plus hautes autorités de l'église catholique. L'abjuration forcée et la sentence prononcée contre lui contribueront à faire de Galileo Galilei, au-delà de ses découvertes exceptionnelles, un scientifique d'envergure incomparable, par la qualité de ses observations et l'intelligence de ses interprétations, mais aussi par l'acharnement mis à vouloir faire triompher la «vérité».

Dans la vie bien remplie de Galileo Galilei, l'année 1609 est emblématique car elle marque le début de ses travaux d'observation astronomique, qui sont à la base de sa célébrité scientifique et la source de ses ennuis. En quelques mois, Galileo Galilei va construire ses propres lunettes astronomiques¹, pratiquer des observations nombreuses et en tirer les interprétations qui vont révolutionner notre connaissance du cosmos. Le choix de l'année 2009 comme Année Mondiale de l'Astronomie marque donc le 400^e anniversaire du début de la vision du cosmos à l'aide d'autres instruments que le seul œil nu. Les très nombreuses et importantes découvertes astronomiques qui se sont succédées au cours des quatre derniers siècles, basées en grande partie sur les progrès technologiques, montrent à l'évidence que les mois de fièvre astronomique que Galileo Galilei a connus à la fin de 1609 et au cours des années suivantes ont été le point de départ d'une révolution scientifique et philosophique majeure.

L'œuvre de Galileo Galilei, impressionnante par sa richesse et sa profondeur, débordait largement ses travaux de pionnier en astronomie observationnelle. Il n'avait pas encore 20 ans (il est né en 1564) quand il découvre l'isochronisme des oscillations du pendule (1583). Au cours des 25 années suivantes, il découvre, invente ou perfectionne la balance hydrostatique, le pulsomètre (mesure du pouls), la cycloïde (courbe mathématique), le compas de proportion (précurseur de la règle à calcul),

¹ Les instruments construits par Galileo Galilei sont constitués de deux lentilles, l'objectif et l'oculaire, et portent le nom de lunettes («refracting telescope» en anglais). L'invention du télescope, formé de deux miroirs («reflecting telescope»), est généralement attribuée à Isaac Newton en 1671.

la pompe à eau, le thermoscope (premier thermomètre), les armatures d'aimants; il étudie les lois de la mécanique, la chute et le mouvement des corps; en décembre 1604, il participe à l'observation à l'œil nu d'une nova, «nouvelle étoile» dont l'apparition soudaine témoignait que les cieux ne sont pas immuables.

Au cours de ces années, qu'il passe essentiellement à Padova (1592-1610), Galileo Galilei perfectionne son habileté technique par la construction ou le perfectionnement de ces divers instruments. Cette ingéniosité technologique sera couronnée par le succès de la construction des lunettes astronomiques, que Galileo Galilei entreprit dès le mois de mai 1609. Le principe de la loupe, constituée d'une lentille de verre épais, était connu dès le XIe siècle et les premières lunettes pour presbytes existaient depuis la fin du XIIIe siècle. Quand au premier instrument formé de deux lentilles, l'objectif et l'oculaire, qui permet d'agrandir un objet lointain, il aurait été construit pour la première fois en 1590 par un artisan italien, puis reproduit par des opticiens aux Pays-Bas. Galileo Galilei eut connaissance de l'existence d'un tel instrument au cours du printemps 1609. Sans que l'on sache s'il eut la chance d'en avoir un entre les mains, il se passionna immédiatement pour cette lunette, et se mit à en construire une série, en y apportant des améliorations successives dans le grossissement et la qualité des images. Galileo Galilei n'avait pas étudié les lois de l'optique géométrique, dont la connaissance était

FORMATION ET ÉVOLUTION DES PLANÈTES

Les cratères lunaires proches du terminateur, la ligne qui sépare les zones éclairées par le Soleil de celles qui sont dans l'ombre, photographiés depuis Sternenbergl (Zürcher Oberland).

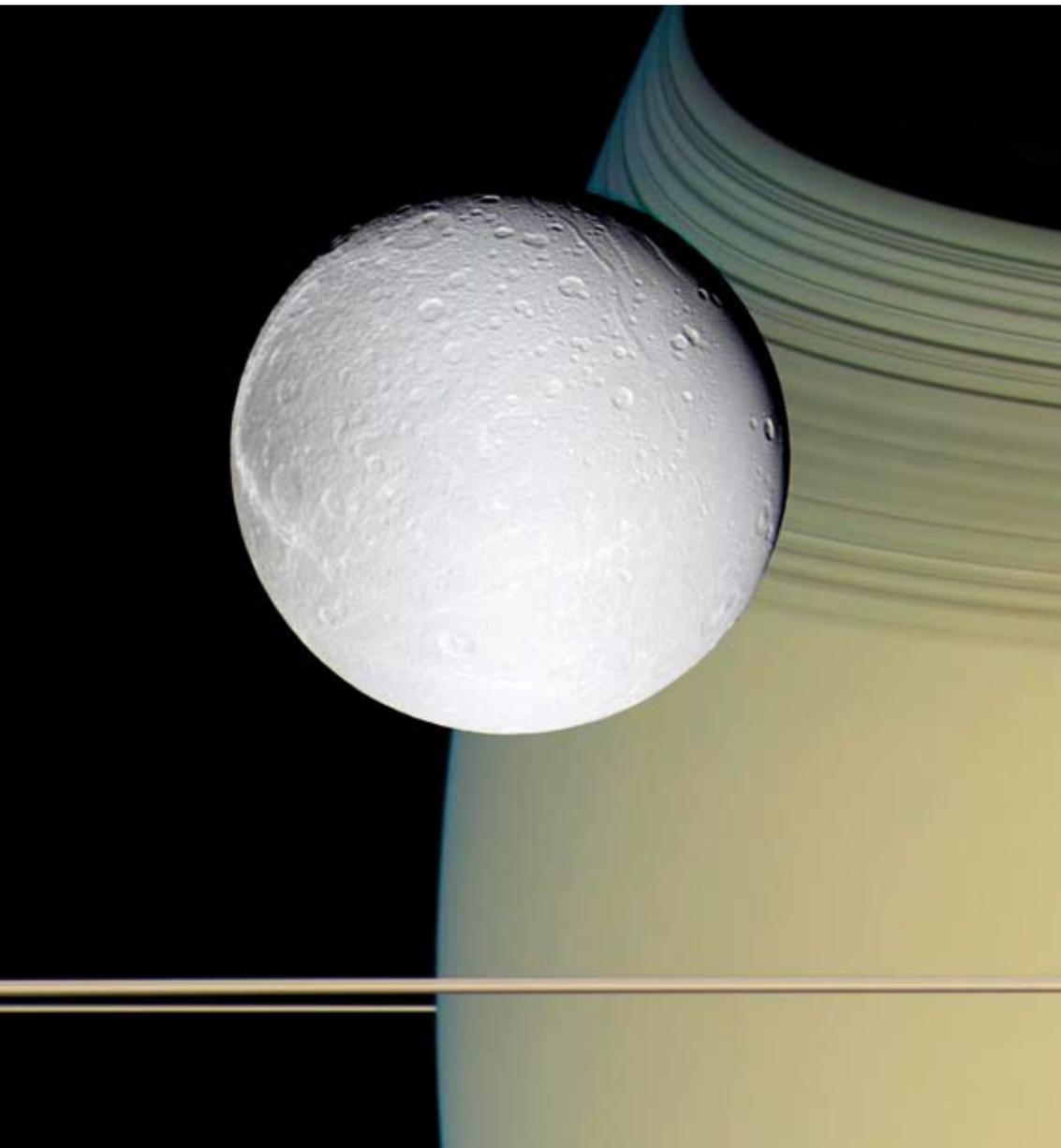
(JAN DE LIGNIE, SAS)



toute récente (Della Porta, 1593; Kepler, 1604). C'est donc de façon intuitive et par des essais successifs, qu'il parvint à mettre au point des lunettes de qualité assez bonne pour réaliser ses observations astronomiques.

Galileo Galilei débute ses observations astronomiques en septembre 1609. A la fin de la même année, il pouvait déjà annoncer ses premiers résultats: la Lune a une forme similaire à celle de la Terre, avec en particulier des montagnes, et la mystérieuse Voie Lactée est produite de l'accumulation lumineuse de nombreuses étoiles faibles. Le 7 janvier 1610, il découvre les satellites de Jupiter: d'abord trois, puis le quatrième le 13 janvier. Et surtout, en observant Jupiter nuit après nuit, il observe que ces «nouveaux corps célestes» se déplacent par rapport à la planète. Selon toute vraisemblance, c'est le 15 janvier qu'est née l'idée que ces corps pouvaient être des satellites de Jupiter.

Le 25 juillet 1610, il découvre que Saturne a une étrange apparence, avec deux taches lumineuses de part et d'autres de la planète. Cinquante ans plus tard, Charles



PLANÉTOLOGIE

La sonde spatiale Cassini a pris cette vue saisissante de Dione, un des 60 satellites de la planète Saturne vue en arrière plan. Les anneaux de la planète sont vus ici exactement par la tranche et leur ombre se projette sur la surface de Saturne.

(CASSINI IMAGING TEAM, SSI, JPL, ESA, NASA)

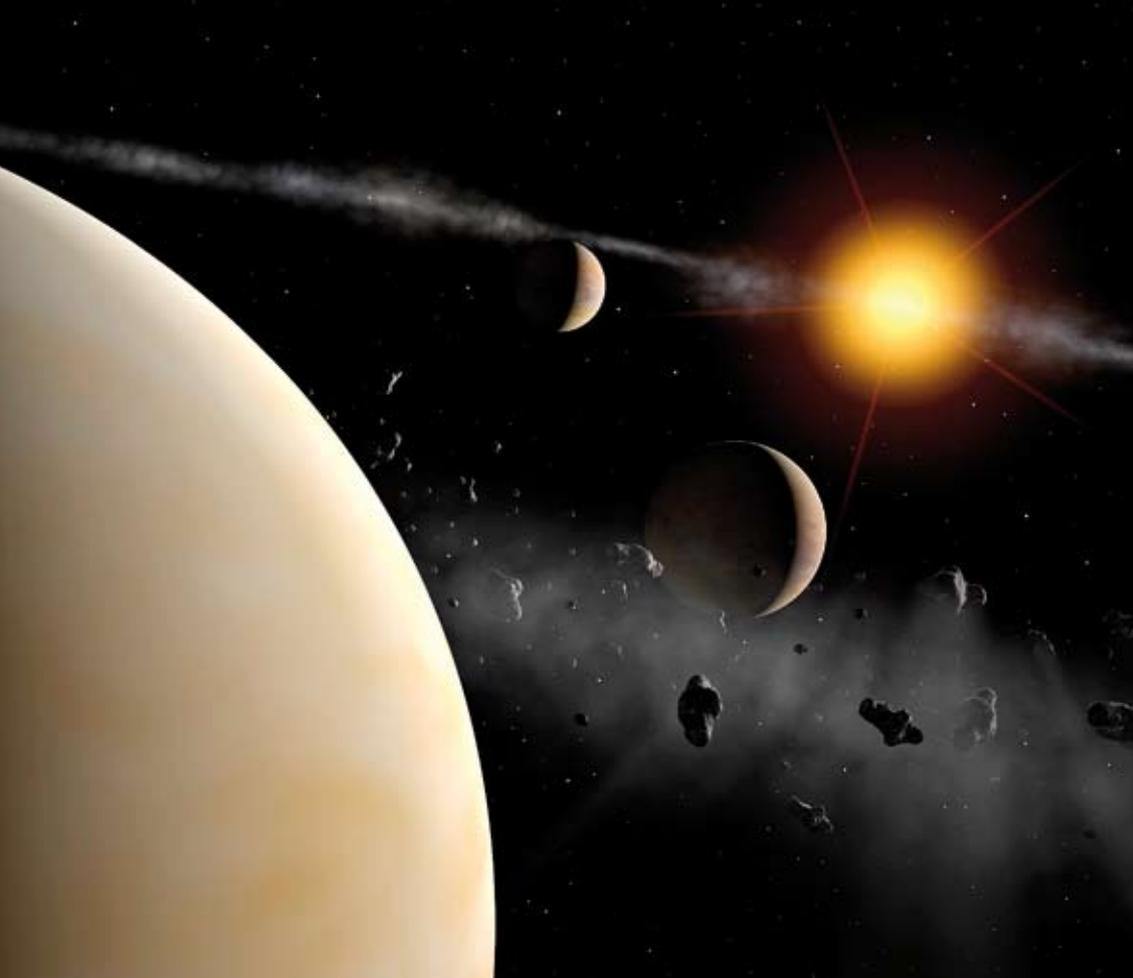
Huygens découvrira, grâce à ses instruments plus puissants, que Galileo Galilei a vu une «mauvaise» image des anneaux de Saturne. En août 1610, Galileo Galilei découvre des taches sombres à la surface du Soleil. En septembre de la même année, il observe pour la première fois les phases de la planète Vénus, similaires aux phases de la Lune. Une année seulement s'est écoulée depuis ses premières observations astronomiques... Une telle suite de découvertes, remettant toutes en question les idées (ou les a priori) sur les objets étudiés – Lune, Voie Lactée, Saturne, Soleil, Vénus –, et au-delà sur la conception du monde, n'a pas d'équivalent dans toute l'histoire des sciences. Si on ajoute que Galileo Galilei a en plus publié ses découvertes dans le *Sidereus Nuncius* (Le Messager des Etoiles) en mars 1610, et qu'il a déménagé de Padova à Firenze en juillet, on peut penser qu'il a connu une année pleine!

Ce sont les observations astronomiques les plus fameuses de Galileo Galilei. Il a bien sûr réalisé d'autres découvertes, puisqu'il a consacré des centaines d'heures à observer le ciel. Par exemple, il a probablement observé Neptune en septembre 1612, alors que la future 8^e planète, officiellement découverte par Johann Galle en 1846, se trouvait dans le même champ que les satellites de Jupiter! Similairement à la Voie Lactée, il a aussi observé les nébuleuses en constatant que certaines d'entre elles sont constituées par une myriade d'étoiles.

Les observations de Galileo Galilei mentionnées ici ont toutes eues des conséquences qui touchent aux fondements de notre vision du cosmos. Avec la découverte des montagnes lunaires, dont Galileo Galilei a même mesuré la hauteur, et celle des taches solaires et de leur déplacement, c'est la perfection du monde «supra-lunaire» (y-compris la Lune) qui était remise en cause, puisque ce monde n'était plus seulement constitué de formes géométriques parfaites (sphères). Avec l'explication de la Voie Lactée et la découverte des nébuleuses, c'est la complexité de notre monde qui s'élargissait. Avec les satellites de Jupiter, c'est la découverte de nouveaux corps dans le système solaire, qui de plus ne tournent pas autour de la Terre. Avec la forme étrange de Saturne, c'est à nouveau la sphéricité des planètes qui était remise en cause. Avec les phases de Vénus, c'est la preuve que cette planète tourne autour du Soleil et non autour de la Terre qui était apportée; pour Galileo Galilei, c'était une nouvelle preuve de la justesse du modèle copernicien héliocentrique.

Ces découvertes de Galileo Galilei résultent d'observations très simples, qu'il est aisé de reproduire aujourd'hui en utilisant des instruments peu coûteux, paire de jumelles, lunette astronomique ou petit télescope. C'est une invitation de l'Année Mondiale de l'Astronomie: retrouvez les émotions de Galileo Galilei en renouvelant ses découvertes historiques². Quatre siècles plus tard, ces observations qui ont révolutionné l'astronomie et notre vision du monde gardent tout leur intérêt, et sont souvent le point de départ vers d'autres émerveillements astronomiques. |

² Attention, il ne faut jamais regarder directement le Soleil, encore moins à travers un instrument grossissant, sous peine de provoquer de graves lésions à vos yeux.



PLANÈTES EXTRASOLAIRES

Un système planétaire, appelé le Trident de Neptune, a été découvert autour de l'étoile HD 69830 (vue d'artiste). Les masses de ces trois planètes extrasolaires sont de 10, 12 et 18 fois celle de la Terre, donc proches de la masse de Neptune (17 fois la masse terrestre).

(ESO)

L'HÉRITAGE ASTRONOMIQUE

Daniel Pfenniger

Université de Genève

Plateforme MAP de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles

Le rapport de notre société moderne avec le cosmos est paradoxal. Jamais les connaissances sur l'Univers accumulées par la science n'ont été aussi riches, mais jamais l'abondance d'éclairage artificiel nous a autant éloigné de la relation directe quotidienne qu'avaient nos ancêtres avec le ciel étoilé. De nos jours, les citadins sont privés de ce contact immédiat avec les astres et nombreux sont ceux qui n'ont jamais vu la Voie Lactée. Par contre, ils peuvent se transporter virtuellement à travers l'espace au moyen d'ordinateurs nourris de données astronomiques, permettant de percevoir l'Univers comme jamais auparavant. Il est pourtant indubitable qu'au cours des âges la familiarité du spectacle grandiose que représente le ciel a fortement influencé toutes les cultures et civilisations. Dans ce contexte, il est utile de rappeler tout ce que nous devons à cet environnement cosmique, à première vue si distant et pourtant intimement associé à tout ce qui nous définit.

L'héritage naturel

Aujourd'hui nous savons que la Terre et l'Univers se sont construits en 4.54 et 13.7 milliards d'années respectivement, selon les lois de la physique connue. Les astrophysiciens peuvent décrire les conditions physiques régnant une fraction

de seconde après le Big Bang et, sachant comment les étoiles fonctionnent, peuvent de là, par exemple, expliquer les proportions des différents atomes qui nous composent.

Il est aussi compris que la gravitation est responsable de l'apparition de la multitude de corps célestes très différents comme les galaxies, les étoiles, ou les planètes. La gravitation a la faculté de faire croître les écarts thermiques, favorisant le collapse des nuages de gaz cosmique. Un écart thermique entretenu pendant des milliards d'années entre le rayonnement solaire (6000°K) et le reste de l'Univers (actuellement à 3°K) a été indispensable pour produire la prodigieuse complexité des structures chimiques et biologiques à la surface de la Terre, une chose impossible pour les systèmes proches de l'équilibre thermique qui voient au contraire leur entropie, leur désordre, croître inéluctablement. Ce n'est donc pas directement l'énergie solaire qui a permis à la vie de fructifier, mais le contact permanent avec le très chaud et le très froid procuré par notre environnement cosmique. Après une longue chaîne évolutive augmentant la sophistication du vivant, après d'innombrables tentatives avortées de l'évolution perturbée par des événements catastrophiques majeurs comme les impacts d'astéroïdes, notre état actuel est le résultat de cette histoire chaotique où des facteurs cosmiques aussi bien stables qu'aléatoires ont joué un rôle déterminant.

Après des milliards d'années d'adaptation, les êtres vivants ont étroitement synchronisés leurs rythmes biologiques aux cycles journalier, mensuel et saisonnier découlant des mouvements de la Terre et de la Lune. C'est aussi par l'adaptation que la photosynthèse des plantes et la sensibilité des yeux sont optimisées pour

INSTRUMENTATION

Le développement de nouveaux instruments est indispensable pour les découvertes futures. Cette image montre le montage des Differential Delay Lines (DDL) pour PRIMA, un des instruments du Very Large Telescope Interferometer (VLTI).

(UNIGE)



exploiter au mieux le spectre solaire. Nous avons ainsi la faculté de percevoir les étoiles similaires au Soleil, mais restons aveugles à d'autres composantes importantes du cosmos, comme les nuages de gaz interstellaires, le rayonnement micro-onde venant du Big Bang, ou l'énigmatique matière sombre.

L'héritage culturel

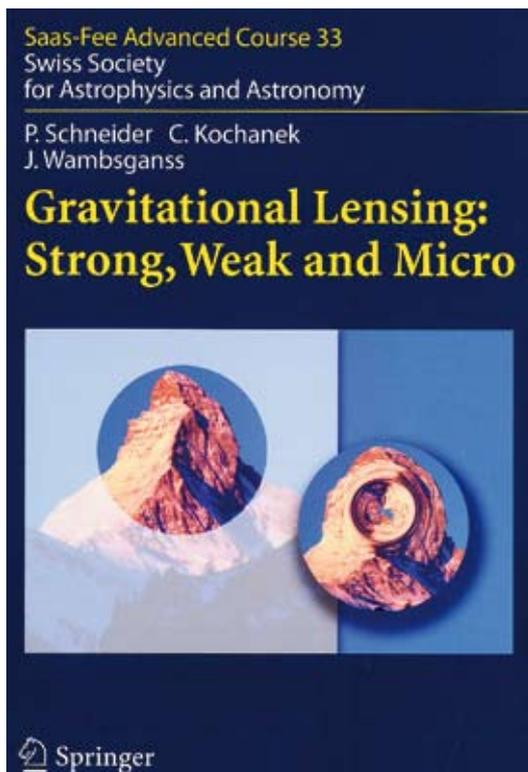
Le spectacle du ciel étoilé traversé par la Voie Lactée, la circularité parfaite du Soleil, le croissant lunaire, sans oublier les rares mais spectaculaires événements comme les éclipses et les comètes ont immanquablement impressionné les êtres humains et de tous temps nourri leur imaginaire. Les idées de transcendance et de perfection ont été associées au ciel, inatteignable et énigmatique, en contraste avec les phénomènes terrestres immédiats, transitoires et irréguliers. Les rythmes cosmiques, en apparence immuables sur des siècles, ont pu suggérer l'idée de temps infini, d'éternité. Les constellations, comme figures irrégulières et immuables, ont stimulé l'imaginaire et servi de lieux où placer des figures mythologiques. Le Soleil, la Lune et les planètes ont régulièrement été associés aux divinités principales. Ainsi les religions ont toujours lié les phénomènes cosmiques à ce qui peut transcender la condition humaine.

L'héritage scientifique

Dès l'antiquité, l'astronomie, encore mêlée de superstitions, a contribué à donner progressivement un sens rationnel au ciel, au moyen d'observations de longue haleine permettant de dresser l'inventaire des astres, ou de déterminer l'orbite des planètes. De ces observations a pu être dégagé peu à peu comment fonctionne le cosmos. L'élaboration de modèles mathématiques de la mécanique du

ciel a permis de prédire certains phénomènes comme les éclipses, ou le retour des comètes. Peu à peu les craintes inutiles liant ces phénomènes à des événements comme les épidémies, famines, ou guerres ont été éliminées.

La science moderne doit beaucoup à l'astronomie. Galileo Galilei avec sa lunette et Newton avec sa loi de la gravitation ont été les principaux fondateurs de la physique moderne. Avec beaucoup d'autres ils



ENSEIGNEMENT ET CONFÉRENCES

Les cours annuels de la Société Suisse d'Astrophysique et d'Astronomie (SGAA/SSAA) en sont à leur 36^e édition. Ils traitent des sujets de pointe de l'astronomie contemporaine et réunissent chaque année plus d'une centaine d'astronomes professionnels. (SGAA/SSAA)





FORMATION DES ÉTOILES ET DES PLANÈTES

A la distance de 410 années-lumière, le globule B68 est un des nuages interstellaires sombres les plus proches de nous. Sa masse est d'environ trois fois celle du Soleil, et sa matière est sous forme de gaz et de poussières microscopiques qui produisent l'absorption totale du rayonnement des étoiles d'arrière plan (image prise avec l'unité ANTU du VLT). Le système solaire pourrait s'être formé il y a 4,6 milliards d'années par la contraction d'un tel nuage.

(FORS TEAM, ESO)

trouvèrent une bonne part de leur inspiration scientifique dans les questions soulevées par les phénomènes célestes. Ainsi Einstein a bénéficié de faits astronomiques pour progresser dans son travail sur la relativité: la constance de la vitesse de la lumière émise par des étoiles se déplaçant à des vitesses différentes par rapport à nous, ou l'avance du périhélie de Mercure.

Au cours des derniers siècles, il est devenu progressivement clair que la Terre fonctionne selon les mêmes lois que celles qui régissent l'Univers, sauf que les conditions physiques régnant sur Terre se jouent dans une fourchette très étroite en regard de celles des phénomènes cosmiques. Nous ne nous imaginons plus comme le centre et la raison d'être de l'Univers, mais comme des produits très particuliers de son évolution. Rien ne nous oblige à penser que les humains représentent le sommet de complexité que la nature soit capable de produire à partir d'un simple nuage de gaz cosmique.

Une contribution importante de l'exploration spatiale a été de nous donner des images de la Terre vue dans sa globalité, minuscule sur son orbite solaire. Grâce à ces images, dans l'esprit de la plupart des personnes, la Terre a cessé d'être plate, sans limites, pour devenir un globe, qui se réduit à un point quand il est vu de loin. Cette prise de conscience a fortement contribué à la prise en compte des

contraintes environnementales pour le futur de l'humanité et à changer peu à peu nos comportements.

Nos yeux ne distinguent que les couleurs de base, celles dites de l'arc-en-ciel. En comparaison, les instruments astronomiques actuels élargissent notre perception du spectre électromagnétique émis dans l'Univers, qui s'étend du rayonnement gamma aux ondes radio. En même temps que les sondes spatiales découvrent que chaque corps du système solaire est un monde original, nous entrevoyons l'existence et la nature de centaines d'autres systèmes planétaires des millions de fois plus distants. En même temps que nous découvrons la structure globale de notre galaxie, la Voie Lactée, nous découvrons la structure globale de l'Univers des millions de fois plus vaste que la Voie Lactée. A l'évidence, durant les décennies à venir, bien des surprises venant de l'astronomie nous donneront de quoi encore révolutionner notre perception de l'Univers et notre relation avec lui. Paraphrasant Socrate, on peut dire que même si nous avons considérablement accru notre savoir sur l'Univers, ce qui reste à découvrir est plus vaste encore! |

ASTRONOMIE FONDAMENTALE, MISSIONS SPATIALES

La Terre vue depuis la Lune par la sonde spatiale japonaise Kaguya en novembre 2007. (JAXA/NHK)



**ASTRONOMIE MILLIMÉTRIQUE,
INSTRUMENTATION**

*Vue futuriste (montage photographique)
d'ALMA (Atacama Large Millimeter Array)
en cours de construction sur le plateau de
Chajnantor au Chili, à l'altitude de 5100 m.*

(ESO)



Georges Meylan

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Président de la Commission Suisse d'Astronomie

Durant les quatre dernières décennies, l'*European Southern Observatory* (ESO) a largement et profondément transformé l'observation astronomique depuis le sol, et a donné à l'Europe le rôle de leader mondial dans le domaine.

Au cours du 20^e siècle, les Etats-Unis ont longtemps dominé l'astronomie observationnelle, avec en particulier leurs quatre plus fameux instruments au sol: le télescope réfracteur de Yerkes (1895), de 1.02 m de diamètre, le plus large jamais construit de ce type; le télescope Hooker du Mont Wilson (1917), de 2.5 m de diamètre; le télescope Hale du Mont Palomar (1948), de 5.1 m de diamètre; les télescopes jumeaux Keck (1993 et 1996), chacun de 10 m de diamètre. Cependant, avec la construction du *Very Large Telescope Interferometer* (VLT1), un ensemble de quatre télescopes de 8.2 m de diamètre complété par quatre télescopes auxiliaires de 1.8 m, l'Europe a construit l'instrument (multiple) le plus avancé au monde dans les domaines optique et infrarouge. La première unité du VLT a été mise en service en 1998. Mais l'aventure d'ESO a commencé il y a un demi-siècle...

Après les destructions causées par les deux guerres mondiales, quelques pays européens ont décidé d'unir leurs forces à la fin des années 1950 pour construire un observatoire dans l'hémisphère sud. La motivation de ce choix était que le ciel



sud permet l'observation, parmi d'autres merveilles, du centre galactique et des Nuages de Magellan, galaxies satellites de la Voie Lactée. Une convention a été signée en 1962 par l'Allemagne, la Belgique, la France, les Pays-Bas et la Suède, créant l'organisation intergouvernementale connue sous le nom d'ESO (*European Southern Observatory*).

MATIÈRE INTERSTELLAIRE, PLANÈTES, ÉTOILES, GALAXIES, COSMOLOGIE

Le Very Large Telescope (VLT) de ESO à Cerro Paranal au Chili. Au premier plan le Télescope Vista.

(ESO)

En Suisse, quelques astronomes ont immédiatement reconnu l'intérêt qu'il y avait à ce que le pays rejoigne cette jeune organisation. Malheureusement, tous n'étaient pas convaincus, et la communauté astronomique suisse a eu besoin d'une vingtaine d'années pour réaliser où était son avenir: la Suisse devint un pays membre d'ESO en 1982. Pendant ce temps, les locaux et la direction d'ESO, basés à l'origine au CERN, près de Genève, s'étaient déplacés à Garching bei München en Allemagne. Si la Suisse avait été plus prompte pour devenir membre de cette organisation européenne astronomique, ESO serait peut-être encore basé dans notre pays!

A l'heure actuelle, ESO comprend 14 pays européens membres, donnés ici dans l'ordre chronologique de leur entrée dans l'organisation: Allemagne, Belgique, France, Pays-Bas, Suède (1962), Danemark (1967), Italie, Suisse (1982), Portu-



gal (2000), Royaume-Uni (2002), Finlande (2004), Espagne (2006), République Tchèque (2007), Autriche (2008).

En dépit de l'adhésion suisse «tardive», les collaborations ont été actives entre notre pays et ESO depuis le début des années 1970. Un télescope suisse a été installé en 1975 à 2400 m d'altitude sur le site de l'Observatoire d'ESO à La Silla, situé à 600 km au nord de Santiago du Chili. La haute qualité du site européen au Chili permet aux astronomes suisses d'obtenir rapidement un flot important d'excellentes mesures photométriques. Quelques années plus tard fut installé un spectromètre de l'Observatoire de l'Université de Genève dédié à la mesure des vitesses radiales sur le télescope Danemark-ESO de 1.54 m.

Durant les années suivantes, plusieurs télescopes et divers instruments furent installés dans la coupole suisse à La Silla. Actuellement, la station helvétique héberge un télescope largement automatisé de 1.2 m de diamètre, équipé d'une caméra CCD et du spectromètre Coralie. Les programmes scientifiques portent sur les planètes extrasolaires, la physique stellaire et la cosmologie.

Depuis 1998, les astronomes suisses utilisent aussi les quatre unités du *Very Large Telescope* (VLT) à l'Observatoire d'ESO à Paranal, situé au Chili à 1400 km au nord de Santiago, dans le désert d'Atacama à l'altitude de 2600 m. Paranal, avec son ensemble unique de télescopes, son instrumentation et son mode opératoire, préfigure l'astronomie future au sol. Cet observatoire remarquable redonne à l'Europe, en ce début de 21^e siècle, la place de leader pour l'astronomie au sol, qui était la sienne en 1609 grâce à Galileo Galilei.

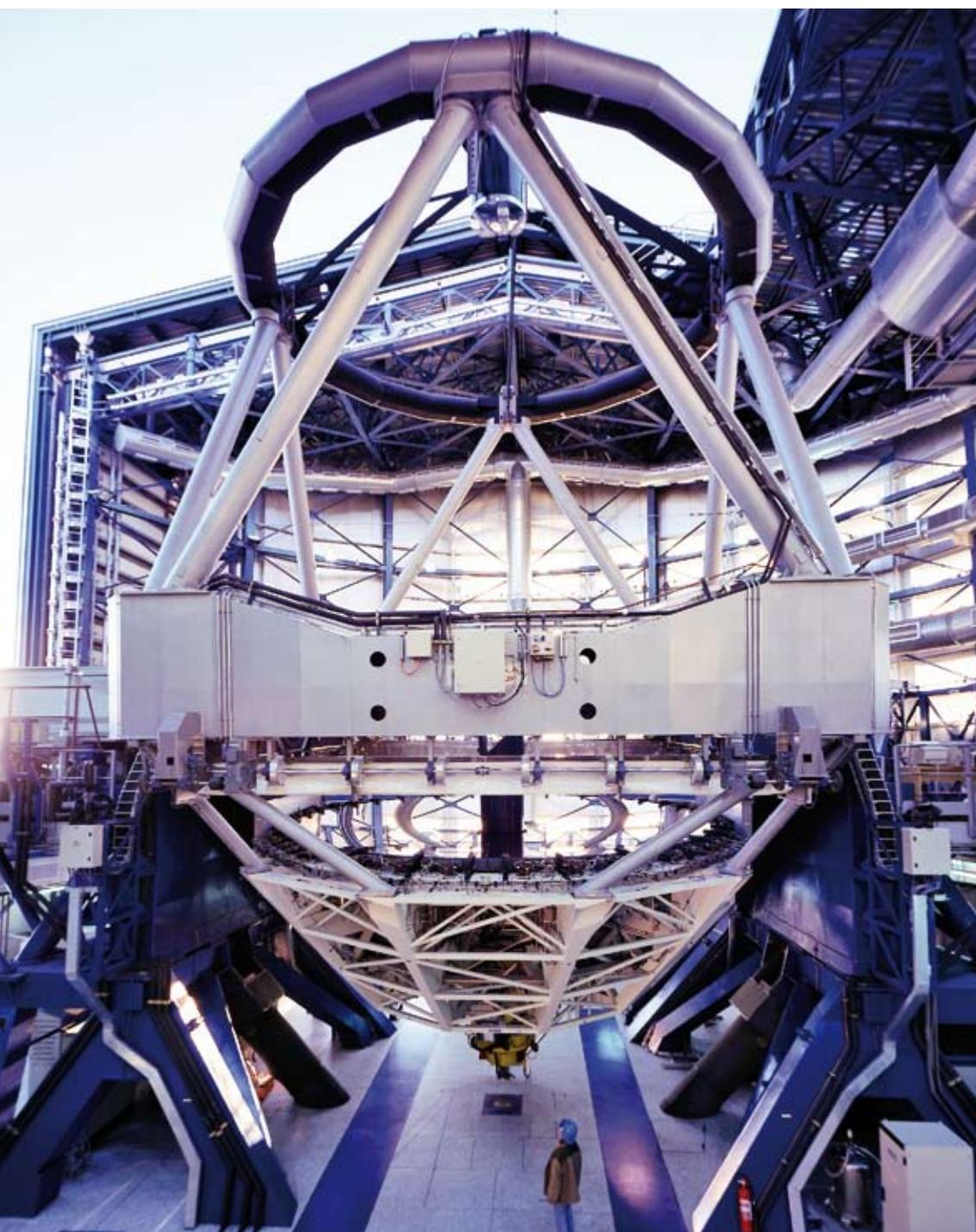
L'engagement des instituts suisses est aussi important dans la construction des instruments installés sur les télescopes d'ESO. C'est ainsi que les astronomes suisses ont conçu et construit l'instrument HARPS (*High Accuracy Radial velocity Planet Searcher*), mis en service en 2003 sur le télescope de 3.6 m à La Silla. Cet instrument, spécialisé dans la recherche des planètes extrasolaires, est actuellement le meilleur au monde pour cet objectif. Par ailleurs, la participation suisse est aussi active pour PRIMA et pour SPHERE, futurs instruments installés sur le VLTI et sur le VLT.

ESO est aussi au centre de la participation européenne à l'*Atacama Large Millimeter Array* (ALMA), une collaboration intercontinentale avec les Etats-Unis, le Japon, le Canada, Taiwan et le Chili. Les partenaires d'ALMA construisent un ensemble de 66 antennes de 12 m de diamètre sur le haut plateau de Chajnantor au Chili, à 5100 m d'altitude. Cet ensemble d'antennes qui mesurera «l'Univers froid» (galaxies primordiales, étoiles et planètes en formation, matière interstellaire) devrait être opérationnel en 2012 et pourrait transformer l'astrophysique moderne comme le fit le *Telescope Spatial Hubble* lancé en 1990.

Après le VLT et ALMA, ESO étudie la faisabilité d'un télescope géant, l'*European Extremely Large optical/infrared Telescope* (E-ELT), dont le miroir primaire devrait avoir 42 m

de diamètre. ESO a développé un nouveau concept de construction pour ce télescope géant, en collaboration avec les instituts européens. Le E-ELT devrait pouvoir fournir les premières images de planètes extrasolaires de type terrestre, ainsi que la mesure directe de l'expansion de l'Univers. Ces deux thèmes de recherche sont parmi les plus ambitieux et les plus excitants de l'astrophysique du futur proche et les astronomes suisses sont déjà fortement impliqués dans ces projets.

Le futur de l'astronomie européenne depuis le sol se fera à travers ESO. Il est donc primordial pour les astronomes suisses de participer activement à toutes les actions présentes et futures entreprises par cet organisme européen de recherche. |



INSTRUMENTATION

Une des 4 unités principales du VLT, le télescope KUEYEN avec son miroir principal de 8.2 m de diamètre. A noter la dimension de l'opérateur sous le télescope...

(ESO)



INSTRUMENTATION SPATIALE

En décembre 1999, les astronautes Claude Nicollier et C. Michael Foale installent un nouvel instrument sur le Hubble Space Telescope.

(NASA, ESA, ST103 MISSION)

LA SUISSE ET LES SCIENCES SPATIALES

UNE HISTOIRE DE PLUS DE 40 ANS DE SUCCÈS

Willy Benz

Universität Bern

Président de la Commission Suisse des Affaires Spatiales

La recherche spatiale suisse, ainsi que celle de la plupart des autres pays européens, est essentiellement basée sur un effort mené internationalement. Étant donné l'importance des structures (et des coûts associés) requises pour mener à bien ce type de recherche, le besoin de collaborations internationales a été ressenti dès le début comme une nécessité plus que comme un choix. Aujourd'hui, ce fait est regardé par la plupart des personnes concernées comme une opportunité unique de faire travailler ensemble des groupes de recherche établis à travers l'Europe et dans le monde entier, afin de définir des missions spatiales pour résoudre des questions scientifiques communes.

La Suisse a reconnu ces nécessités dès le début et est devenue très active dans les négociations qui ont débouché sur la création de l'*European Space Research Organisation* (ESRO) en 1962. Un peu plus d'une décennie plus tard, en 1975, quand le concept d'une seule *Agence Spatiale Européenne* (ESA) regroupant toutes les activités spatiales européennes s'est imposé, la Suisse a été à nouveau parmi la dizaine d'États Membres fondateurs (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne,

France, Royaume-Uni, Italie, Pays-Bas, Suède, Suisse). Aujourd'hui, l'ESA compte 17 Etats Membres (15 d'entre eux sont aussi membres de l'Union Européenne) et plusieurs autres pays sont en négociation pour rejoindre l'Agence.

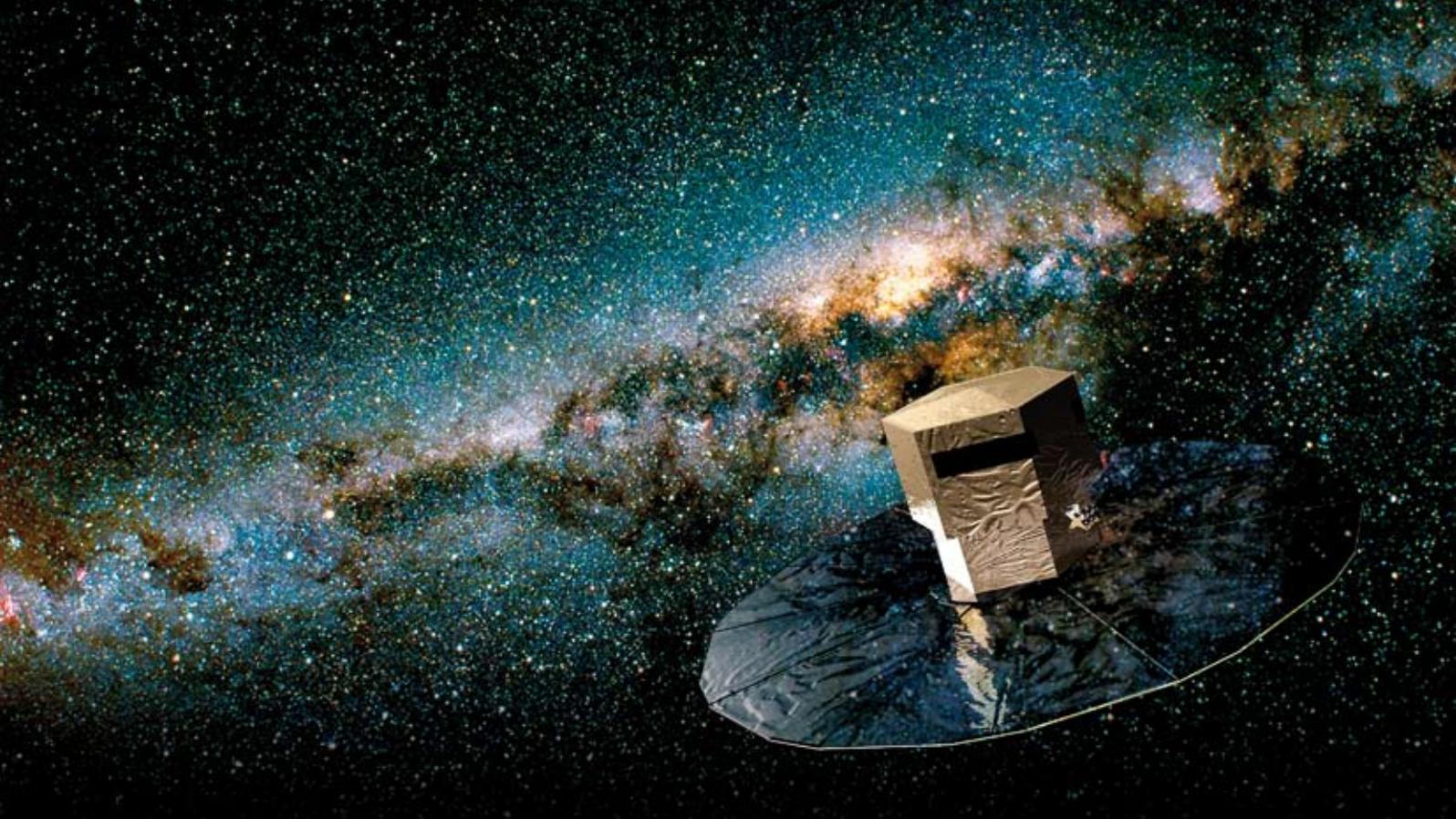
En 1986, à la suite d'une proposition de la Suisse, l'ESA a créé le premier programme optionnel scientifique, PRODEX (*PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques*). Le but de ce programme est de permettre aux pays qui n'ont pas d'agence spatiale nationale de financer des expériences spatiales développées par leurs propres instituts et/ou universités, en lien direct avec les missions ESA ou en accord avec les objectifs scientifiques globaux de l'Agence. En tant que Membre fondateur, la Suisse a été initialement le seul pays participant à ce programme, mais a rapidement été rejointe par d'autres pays. Actuellement, le programme PRODEX inclut la Suisse, l'Irlande, la Belgique, la Norvège, l'Autriche, le Danemark, la Hongrie et la République Tchèque.

PRODEX a donné aux scientifiques suisses travaillant dans des instituts de recherche et des universités les moyens financiers pour participer pleinement à la conception et à la construction des expériences spatiales. Avec l'exigence que la moitié des fonds alloués soit dépensés dans le cadre de contrats avec l'industrie, PRODEX a contribué au rapprochement des mondes académiques et industriels dans le pays. Au fil des années, ce programme a non seulement permis de développer des expériences avec succès, mais aussi d'établir une tradition fructueuse de collaboration et d'échanges.

La commémoration du 20^e anniversaire de la création du «pont vers la recherche expérimentale spatiale» comme PRODEX est quelquefois appelé, a pris en 2007 la forme d'un symposium organisé à St-Gall et Altenrhein¹. Regarder en arrière fut vraiment impressionnant et il est clairement apparu que les scientifiques suisses ont participé, sous une forme ou sous une autre, à la plupart des missions spatiales passées. Durant ces 20 années, un budget total de 109 millions de CHF a été alloué à quarante-quatre projets provenant de toutes les parties du pays et couvrant une grande diversité de domaines scientifiques, astronomie, observations terrestres, physique fondamentale ou biologie. Depuis 2008, la Suisse aura un budget annuel de 7.2 millions d'Euros pour les projets PRODEX. Les chercheurs suisses peuvent utiliser ce financement pour des projets de développement de *hardware* ou de *software* dans toutes les disciplines en lien avec la recherche spatiale.

Aujourd'hui, un nombre record de missions ESA ou de missions avec une implication importante de l'ESA sont en opération, explorant le Soleil (SOHO, Ulysses), le système solaire (Mars et Venus Express, Rosetta, Double Star, Cluster, Cassini-Huygens) et l'Univers (Integral, XMM-Newton, Hubble). La quantité de données reçues de ces missions est énorme et a contribué de façon significative à notre

¹ Voir http://www.sbf.admin.ch/htm/dokumentation/publikationen/raumfahrt/Prodex_dokumentation.pdf



MISSIONS SPATIALES, ASTRONOMIE GALACTIQUE, PHYSIQUE STELLAIRE, ASTÉROSISMOLOGIE, ASTRONOMIE FONDAMENTALE

Le satellite GAIA de l'Agence Spatiale Européenne (vue d'artiste). Ce satellite, lancé en 2011, mesurera les positions et les distances de 1 milliard d'étoiles, avec une précision encore jamais atteinte. Il fera aussi un suivi de la variabilité des objets mesurés, permettant la découverte probable de plusieurs millions d'étoiles variables...

(ESA)

meilleure connaissance de l'Univers. Qui n'a pas été impressionné par les extraordinaires images astronomiques provenant du Télescope Spatial Hubble, et qui pourrait oublier les images de Claude Nicollier, l'astronome suisse de l'ESA, participant à la réparation du télescope?

En phase d'implémentation, il y a une mission vers la planète Mercure (BepiColombo), deux missions dédiées à l'Univers primordial et à ses constituants (Herschel et Planck), une dont le but est d'établir la carte 3D de notre Galaxie (Gaia) et une dernière qui est le successeur du Hubble Space Telescope (JWST). Dans toutes ces missions, l'implication suisse est présente à un niveau ou à un autre.

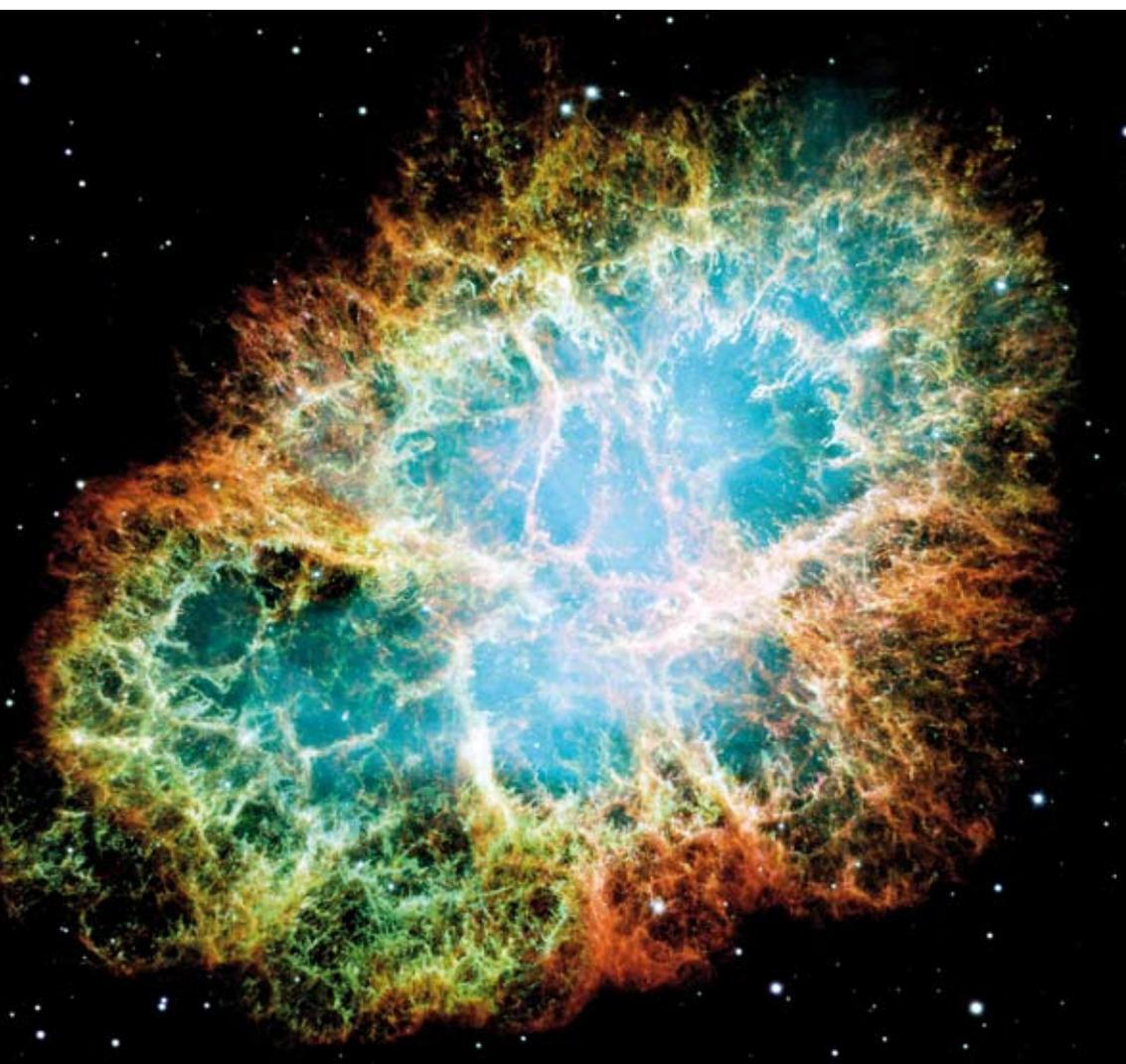
Le futur à long terme de l'astronomie depuis l'espace en Europe a été défini dans l'exercice de prospective *Cosmic Vision 2015-2025* organisé par l'ESA. En avril 2004, l'ESA a lancé un appel à propositions de thèmes pour la science du futur et a reçu 151 idées nouvelles provenant de scientifiques travaillant en Europe. Après une phase de «distillation» de ces idées par des experts de l'ESA et un groupe de travail public, quatre questions fondamentales ont émergé, qui devraient guider les efforts de la recherche spatiales dans les années 2015-2025:

1. Quelles sont les conditions pour que des planètes se forment et que la vie apparaisse?
2. Comment fonctionne le système solaire?
3. Quelles sont les lois fondamentales de la physique dans l'Univers?
4. Quelles sont les origines de l'Univers et de quoi est-il fait?

Certaines questions fondamentales, qu'il était impossible d'aborder il y a une vingtaine d'années, peuvent maintenant être envisagées avec de bons espoirs de réponse. Les solutions pourront être obtenues en particulier par des missions

spatiales définies autour de ces grands thèmes. En réponse à un appel à propositions, ESA a reçu un nombre stupéfiant de propositions, soit cinquante. Une première sélection de neuf missions candidates pour les premiers lancements dans le cadre de *Cosmic Vision* (2017-2018) a déjà été opérée. Ces missions couvrent un large spectre de sujets, la cartographie de la matière noire dans l'Univers (Euclid), la détection des ondes gravitationnelles (Lisa), l'astrophysique des hautes énergies (Xeus), la formation des galaxies, étoiles et planètes (Spica), la détection des planètes extrasolaires (Plato), l'étude des planètes géantes dans le système solaire (Laplace et Tandem), le prélèvement d'échantillons sur un astéroïde passant près de la Terre (Marco Polo) et l'étude des gaz de plasma dans l'environnement terrestre (Cross Scale). L'implication suisse est à nouveau présente, à un niveau ou à un autre, dans presque tous ces projets de missions.

Le chemin entre l'idée et sa réalisation est long et souvent difficile dans le domaine spatial. De nouvelles technologies doivent être développées, les buts scientifiques doivent être précisés, les difficultés financières doivent être surmontées. Mais au bout du projet, nous en savons plus sur l'origine de l'Univers, sur son évolution, et sur la place de l'humanité. Finalement, et cela aussi est important, nous aurons démontré notre capacité à travailler ensemble pour aborder certains des plus grands défis scientifiques et technologiques de notre temps. |



SUPERNOVAE, ASTROPARTICULES, RAYONNEMENT COSMIQUE

La vue la plus détaillée de la Nébuleuse du Crabe (M1), obtenue par l'assemblage de 24 images prises à l'aide du HST. M1 est le résidu de l'explosion d'une supernova observée sur Terre en 1054. La taille actuelle de la nébuleuse est d'environ 11 années-lumière et sa distance est de 6500 années-lumière.

(NASA, ESA, HST)



**ASTRONOMIE EXTRAGALACTIQUE,
FORMATION DES ÉTOILES**

Les Galaxies des Antennes, deux galaxies en collision situées à 45 millions d'années-lumière. Des millions d'étoiles se forment (zones rouges) en raison de l'interaction du gaz et des étoiles des deux galaxies.

(NASA, ESA, HST)

LES INSTITUTS ASTRONOMIQUES SUISSES

Hans-Martin Schmid

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Président de la Société Suisse d'Astronomie et d'Astrophysique (2005-2008)

Daniel Schaerer

Université de Genève

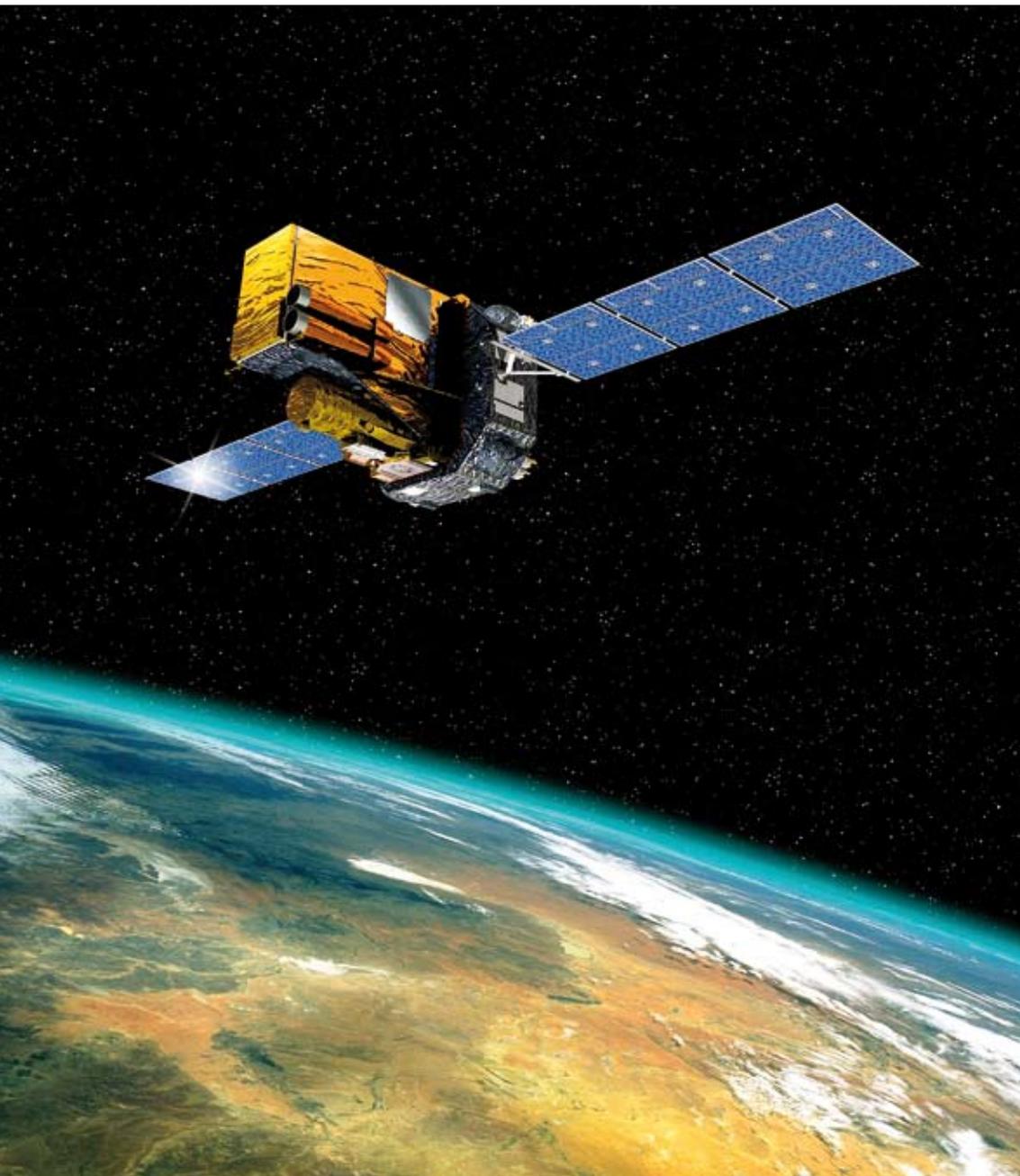
Président de la Société Suisse d'Astronomie et d'Astrophysique (2008-2011)

La plupart des instituts astronomiques suisses se sont développés historiquement à partir des Observatoires, créés en particulier pour la mesure précise du temps ou pour le suivi de l'activité solaire. C'est ainsi que depuis les années 1770 le contrôle du temps, et ensuite la géophysique et la météorologie, ont été les tâches principales de l'Observatoire de Genève, jusqu'à ce que cet institut devienne un véritable centre de recherche en astrophysique intégré à l'Université dans les années 1960.

De nos jours, les principales institutions astronomiques, attachées aux Universités ou aux Ecoles Polytechniques, sont les Départements d'astronomie, indépendants ou dépendants des Départements ou Sections de physique (voir Tableau p. 27). En Suisse Romande, le Département d'astronomie (Observatoire) de l'UNIGE et le Laboratoire d'astrophysique de l'EPFL forment le Centre Romand d'As-

tronomie régi par une convention de partenariat. Les structures sont de nature diverse pour l'*International Space Science Institute* (ISSI) à Berne, le *Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos* (PMOD) à Davos, l'*Instituto Ricerche Solari* (IRSOL) à Locarno et l'*Integral Science Data Center* (ISDC) à Genève. PMOD gère le *World Radiation Center* (WRC) pour la *World Meteorological Organization*, en tant que contribution suisse à *World Weather Watch*; ISSI a été fondé en partenariat avec l'*European Space Agency*; IRSOL est géré par une fondation privée; ISDC est un institut attaché à l'Observatoire de l'UNIGE.

Dans l'astronomie suisse sont employés environ 270 chercheurs et 100 personnes dans les domaines technique et administratif. Moins de 22% des chercheurs ont des postes permanents. Tous les astronomes professionnels sont membres de la *Société Suisse d'Astronomie et d'Astrophysique* (SSAA), une des sociétés membres de l'*Académie Suisse des Sciences Naturelles* (sc|nat).



MISSIONS SPATIALES, ASTRONOMIE DES HAUTES ÉNERGIES

Le satellite INTEGRAL de l'Agence Spatiale Européenne a été lancé par une fusée Proton le 17 octobre 2002. Cette mission spatiale a pour but la mesure du rayonnement gamma, le plus énergétique du spectre électromagnétique, produit par diverses sources dans l'Univers: sursauts gamma, supernovae, trous noirs, pulsars, binaires X, etc. Le centre de traitement des données fournies par ce satellite (ISDC) est basé en Suisse.

(ESA)



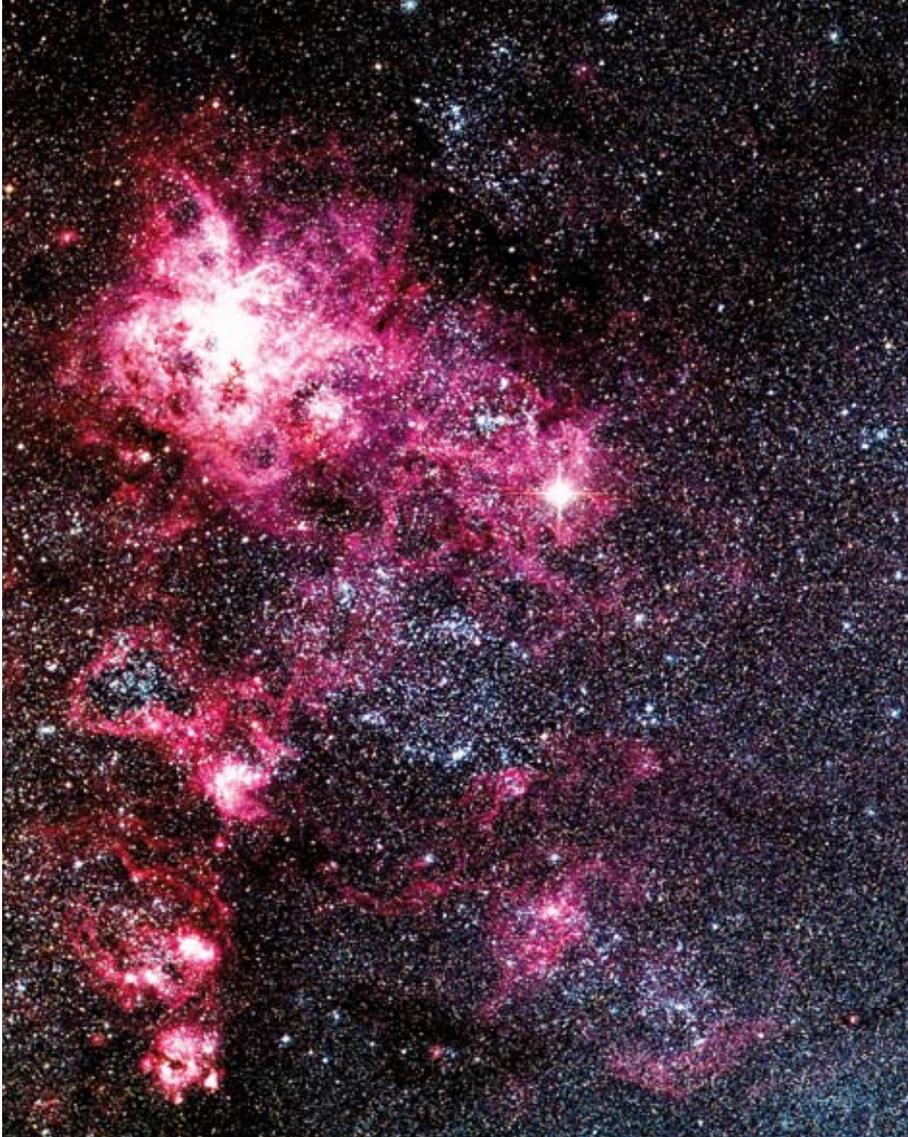
**COSMOLOGIE, ASTRONOMIE
EXTRAGALACTIQUE**

Vue de la spectaculaire galaxie spirale NGC 1232, située à 100 millions d'années-lumière, prise avec l'Unité ANTU du VLT. Image composite de 3 clichés pris dans l'ultraviolet proche, le bleu et le rouge.

(ESO)

Les instituts astronomiques suisses et leurs principaux domaines d'activité

<i>Universität Basel:</i> Departement Physik	Supernovae, Etoiles binaires, Nucléosynthèse, Evolution chimique, Astroparticules
<i>Universität Bern:</i> Astronomisches Institut, Physikalisches Institut, Institut für Angewandte Physik	Astronomie fondamentale, Planétologie, Formation et évolution des planètes, Système solaire, Rayonnement cosmique, Instrumentation spatiale
<i>Université de Genève:</i> Observatoire de Genève (Département d'Astronomie), Integral Science Data Centre, Section de Physique	Planètes extrasolaires, Evolution stellaire, Nucléosynthèse, Astérosismologie, Astronomie galactique et extragalactique, Cosmologie, Astrophysique des hautes énergies, Astroparticules, Missions spatiales, Instrumentation
<i>EPF Lausanne:</i> Laboratoire d'Astrophysique, Laboratoire de Physique des Particules et de Cosmologie	Astronomie galactique et extragalactique, Cosmologie, Lentilles gravitationnelles, Astroparticules
<i>Universität Zürich:</i> Institut für Theoretische Physik	Astrophysique théorique et computationnelle, Cosmologie, Astronomie extragalactique, Formation des étoiles et des planètes, Astroparticules
<i>ETH Zürich:</i> Institut für Astronomie, Institut für Teilchenphysik	Physique solaire, Formation des étoiles et des planètes, Astronomie extragalactique, Cosmologie, Instrumentation, Astrophysique des hautes énergies, Astroparticules
International Space Science Institute, Bern	Sciences spatiales, Meetings interdisciplinaires
Physikalisch-Meteorologisches Observatorium und World Radiation Center, Davos	Physique solaire, Rayonnement solaire et climat terrestre, Instrumentation spatiale
Istituto Ricerche Solari, Locarno	Observations solaires, Polarisation
Hochalpine Forschungsstationen Jungfraujoch und Gornergrat	Physique de l'atmosphère, Rayonnement solaire, Rayonnement cosmique, Astronomie millimétrique



**SUPERNOVAE, ÉVOLUTION STELLAIRE,
ASTRONOMIE DES HAUTES ÉNERGIES**

La Nébuleuse de la Tarantule située dans le Grand Nuage de Magellan, galaxie satellite de la Voie Lactée située à la distance de 160'000 années-lumière. Au centre du cliché, pris le 24 février 1987, se trouve la fameuse supernova SN1987A, la première visible à l'œil nu depuis celle de 1604, observée par Johannes Kepler!

(ESO)

Les missions principales des observatoires et instituts astronomiques suisses sont l'enseignement, la recherche et divers services incluant l'information et la communication vers le public.

Services

Ceux-ci comprennent par exemple la réduction des données et l'archivage des mesures provenant de satellites (Integral Science Data Center), les mesures astrométriques et le suivi de débris dans l'espace (UNIBE), le monitoring de la turbidité atmosphérique dans le cadre du programme *Global Atmosphere Watch* (PMOD/WRC), etc. Les activités d'information et de communication au public sont pratiquées à une très large échelle, sur tous les sujets astronomiques ou sur de nombreux autres reliés aux sciences naturelles.

Recherche

Pour mener à bien cette mission, les divers groupes développent des instruments au niveau «state-of-the-art», conduisent des observations, réalisent des simulations informatiques et mènent des travaux théoriques. La plupart des projets de recherche sont menés dans le cadre de collaborations nationales et internationales. Les instituts suisses ont une expertise dans de nombreux domaines en astronomie (voir Tableau, p. 27), allant des planètes à la cosmologie en passant par les étoiles et les galaxies. La qualité des travaux de recherche des astronomes suisses est reconnue dans le monde entier.

Dans le passé, les instituts suisses ont développé et utilisé leurs propres télescopes, par exemple à Zürich, au Jungfrauoch et au Gornergrat, ou dans d'autres sites en Suisse ou ailleurs. Actuellement, ils utilisent des instruments à Locarno, Zimmerwald, La Silla (ESO, Chili) et La Palma (Télescope Belge à l'Observatoire de l'IAC). Par ailleurs, il est important de souligner que les astronomes suisses ont accès et utilisent activement les télescopes et instruments développés à l'ESO (*European Southern Observatory*)¹, ainsi que les divers satellites astronomiques de l'ESA (*European Space Agency*)² et de la NASA. Divers groupes ont participé au développement et à la construction de nouveaux instruments pour ces observatoires au sol ou dans l'espace.

Enseignement

Les astronomes enseignent dans le cadre des études de physique, de la formation des astronomes professionnels (Ecoles Doctorales par exemple) ou d'autres filières ou domaines proches, dans les Universités de Bâle, Berne, Genève et Zürich, ainsi que dans les Ecoles Polytechniques Fédérales de Lausanne et Zürich. Ce sont les lieux majeurs pour la recherche astronomique en Suisse; les compétences idéales y sont donc réunies pour une bonne formation des jeunes chercheurs. Des cours d'astronomie sont donnés aux niveaux du Bachelor, du Master ou du doctorat, aussi bien que pour le public en général.

L'Année Mondiale de l'Astronomie 2009 offre une opportunité unique de renforcer les liens créés par l'astronomie entre les instituts de recherche et le public, et de partager ainsi la passion des astronomes pour la découverte de l'Univers. |

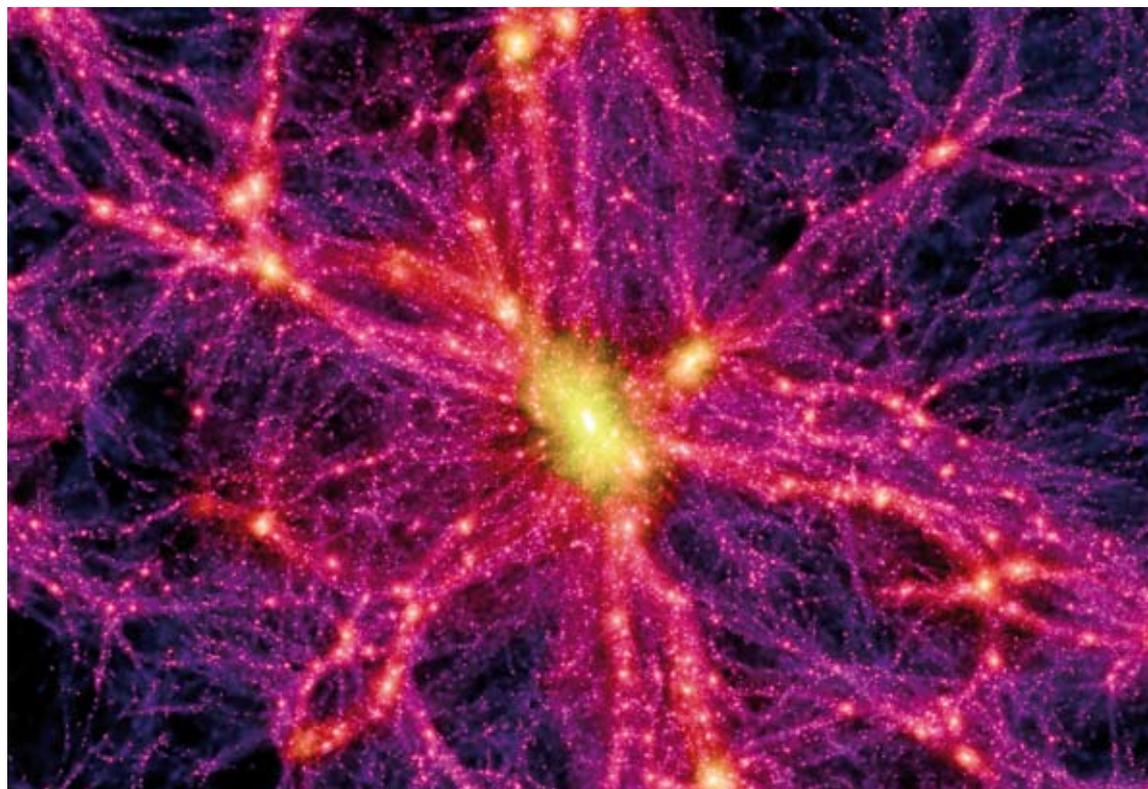
¹ Voir le texte «La Suisse et l'European Southern Observatory» par Georges Meylan

² Voir le texte «La Suisse et les sciences spatiales» par Willy Benz

ASTROPHYSIQUE THÉORIQUE ET COMPUTATIONNELLE, COSMOLOGIE

Des groupes internationaux de chercheurs ont développé des programmes de calcul sur ordinateurs qui simulent la croissance et l'expansion de l'Univers après le Big Bang, en incluant la formation des galaxies, amas et quasars. Par exemple, la «Millennium Simulation» utilise 10 milliards de particules virtuelles, et suit leur mouvement tandis que l'Univers évolue. La région simulée ici contient 20 millions de galaxies virtuelles, et prend en compte l'énergie noire qui dilate l'Univers, la matière noire froide et la matière dite «normale». L'image visualise la distribution de matière dans cette portion simulée de l'Univers.

(V. SPRINGEL, MPA)



LES ASTRONOMES AMATEURS SUISSES

Max Hubmann

Président Central de la Société Astronomique Suisse (SAS)

Les astronomes amateurs et la science, ou que signifie «amateur»?

Il y a quelques années, un journaliste m'a demandé si les astronomes amateurs peuvent aussi apporter une contribution scientifique à l'astronomie. Après une courte réflexion sur l'équipement scientifique des astronomes professionnels, je répondis par la négative. Dans l'article imprimé, deux phrases après ma réponse, un astronome professionnel, professeur renommé, disait: les amateurs voudraient vraiment contribuer scientifiquement aux travaux astronomiques. D'où vient cette différence d'évaluation? Probablement d'une surestimation de la réalité, dans les deux réponses, d'un professionnel et d'un amateur!

Une petite fraction des astronomes amateurs, sont des « chasseurs » de nouveaux objets tels que les comètes, les supernovae ou d'autres phénomènes imprévisibles. D'autres surveillent systématiquement les variations de la lumière de certaines étoiles ou les taches à la surface du Soleil, au cours de longues séquences d'observation s'étendant parfois sur plusieurs décennies. Comme les amateurs sont répartis dans le monde entier, leurs résultats sont en général globalement indépendants des conditions météorologiques locales; ils peuvent alors apporter une réelle contribution scientifique à la description du cosmos.

En raison des contraintes temporelles et de l'obstination à obtenir des mesures de bonne qualité, les résultats des astronomes amateurs sont complémentaires de ceux de l'astronomie professionnelle. Une différence à souligner est que les

EVOLUTION STELLAIRE ET CHIMIQUE, MATIÈRE INTERSTELLAIRE

La nébuleuse Amérique du Nord photographiée avec un télescope de 110 mm (mosaïque de 4 images).

(MARTIN MUTTI, SAS)



amateurs ne sont en général pas subventionnés, pour eux-mêmes ou pour leur équipement. Cependant, selon mes estimations, les amateurs suisses qui prennent part à de tels projets sont très peu nombreux, en regard des 2500 membres de la Société Suisse d'Astronomie. C'est de cette majorité des amateurs, qui pratiquent avec passion l'astronomie comme un passe-temps, dont je vais essentiellement parler ici.

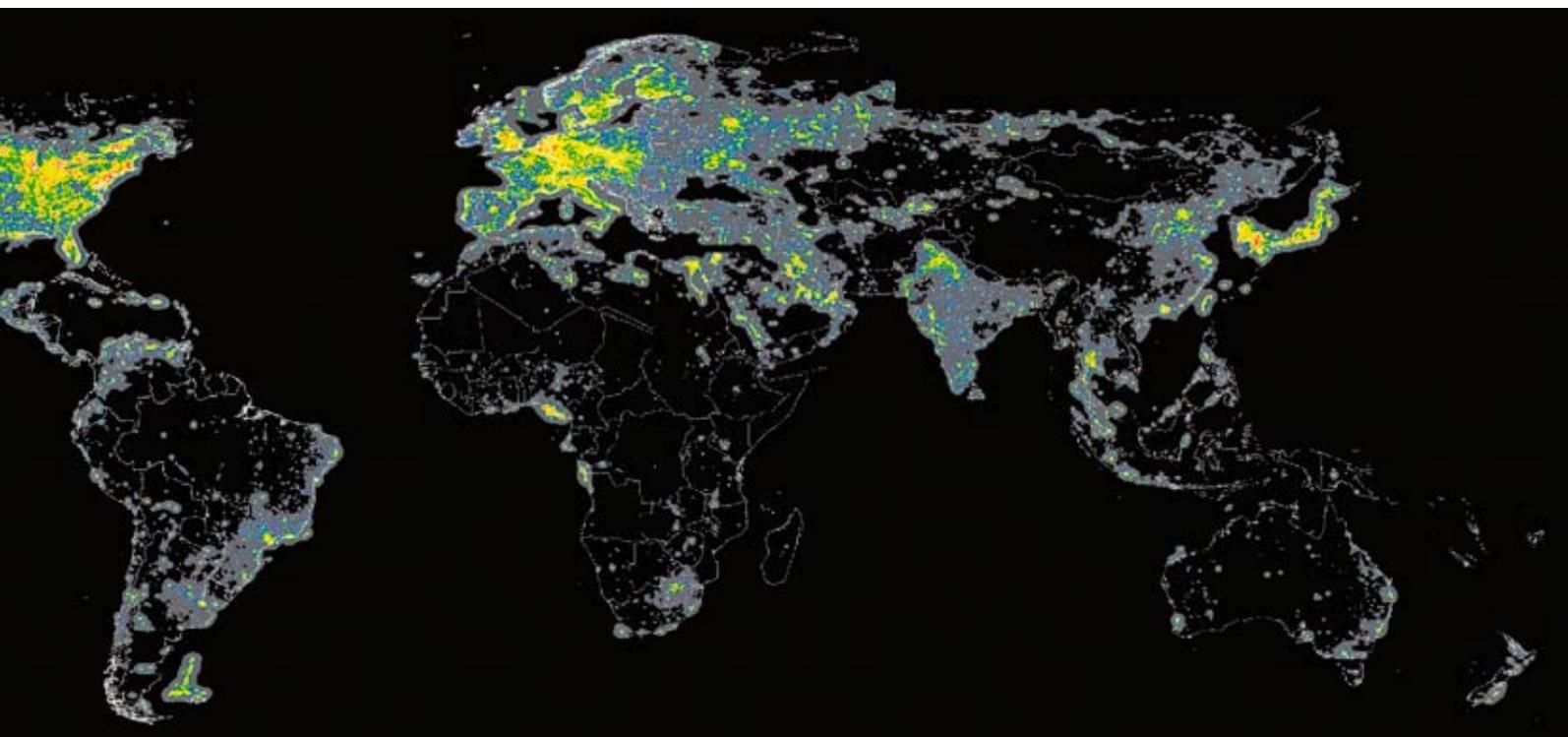
Les astronomes amateurs, hier et aujourd'hui

Parmi les observateurs du ciel qui se sentaient très concernés par cette occupation pratiquée comme un loisir actif, plusieurs se sont rassemblés en 1939 pour fonder la *Société Suisse d'Astronomie SAS*, avec comme but de réunir dans une association toutes les personnes ayant un intérêt marqué pour l'astronomie. Ces membres fondateurs, comme c'est encore le cas actuellement, étaient de formations très diverses, enseignants, artisans, employés de banque, dentistes, et aussi membres de diverses universités. Le but commun était l'échange de connaissance et d'expériences. De plus, depuis 1943, la SAS est responsable de la publication d'un magazine d'astronomie amateur, ORION.

La coopération astronomique entre scientifiques et amateurs devait être renforcée. C'est ainsi que par exemple les amateurs ont participé à plusieurs expéditions pour l'observation d'éclipses solaires. Les origines et compétences diverses des amateurs ont été un support bienvenu pour la construction d'instruments, en particulier pour le polissage des miroirs de télescopes. Ces activités des amateurs ont été reconnues par l'attribution de plusieurs titres de Docteur Honoris Causa, entre autres par les Universités de Berne et de Bâle, au paysan du Tog-

PROTECTION DU CIEL NOCTURNE

L'illumination de la Terre par l'éclairage artificiel. Il devient urgent de préserver et protéger la noirceur du ciel nocturne pour la postérité, en particulier dans des sites tels que ceux dédiés aux observations astronomiques. La perte croissante de l'accès au ciel noir pour une grande partie de la population mondiale aurait des conséquences négatives non seulement pour la recherche astronomique, mais aussi pour l'environnement au sens large et pour la préservation énergétique mondiale. (P. CINZANO, F. FALCHI (PADOVA), C.D. ELVIDGE (BOULDER))



genburg Friedrich Schmid pour ses observations de la lumière zodiacale, au pâtis-sier schaffousois Hans Rohr et à l'industriel bernois Willy Schaerer.

Aujourd'hui, les amateurs ne construisent plus qu'occasionnellement leurs télescopes. Des instruments de bonne qualité peuvent être achetés directement dans le commerce, et les amateurs consacrent des sommes importantes, durant de nombreuses années, pour pratiquer leur passion pour l'astronomie durant leurs loisirs. L'observation des objets célestes n'est pas remise en question par des questions financières; les amateurs qui développent et utilisent leurs propres observatoires, parfois de taille impressionnante, sont intéressés par les lois de la nature et sont des observateurs enthousiastes du ciel.

Observatoires

Environ la moitié des 35 sociétés locales affiliées à la SAS possèdent leur propre station d'observation, qu'elles ouvrent aux écoles et au public en général, en proposant des « visites guidées du ciel ». Les montagnes et cratères de la Lune, les phases de Vénus et de Mercure, Jupiter et ses satellites ou les anneaux de Saturne restent des sujets d'émerveillement, même 400 ans après les découvertes de Galileo Galilei.

Les guides pointent les amas d'étoiles, ouverts ou globulaires. Ils montrent que les nébuleuses brillantes et les nuages sombres sont les témoins visibles de la présence de matière entre les étoiles. Par bonne condition de transparence atmosphérique, les galaxies peuvent être observées, distantes de millions d'années-lumière. Les démonstrations suscitent des discussions sur les mystères de l'Univers et sur les explications scientifiques de son contenu. De retour chez eux, les visiteurs peuvent ainsi réaliser que l'Univers peut être compris et expliqué, en tout cas en partie.

Conférences

De nombreuses sociétés d'astronomes amateurs organisent des conférences pour leurs membres et pour le public, en général gratuites. Des spécialistes viennent expliquer en termes compréhensibles par tous quels sont les derniers résultats des recherches actuelles. C'est aussi l'occasion pour les membres des sociétés de présenter ce qu'ils ont développé et ce qu'est leur activité. Un transfert de connaissance est ainsi réalisé depuis le spécialiste vers le public grâce aux amateurs. C'est une des meilleures manières de faire participer les citoyens, qui subventionnent la science, aux découvertes récentes souvent aussi mystérieuses que spectaculaires. C'est là une contribution importante des astronomes amateurs aux travaux scientifiques, ainsi que je l'ai évoqué en introduction.

Les observations

En plus des activités décrites ci-dessus, un grand nombre d'amateurs pratiquent leur passion pour l'astronomie de façon plus individuelle. Cependant, dans la plupart des cas, ils ne sont pas isolés, comme le montrent les nombreuses réunions

organisées de façon souvent informelle. Des groupes se réunissent pour des observations nocturnes communes, souvent jusqu'au matin. Les équipements actuels pour enregistrer des images permettent d'obtenir des résultats remarquables, qui sont le point de départ de nombreuses discussions fructueuses portant sur les objets mesurés et sur les améliorations à apporter à l'instrumentation utilisée.

La protection du ciel nocturne, un problème majeur pour l'observation

La noirceur du ciel est malheureusement dangereusement menacée, par l'illumination excessive des rues et des bâtiments. Les observateurs du ciel doivent donc se déplacer vers des sites de plus en plus éloignés. Ceux qui restent près de chez eux doivent se contenter d'observer les objets brillants classiques, Lune et planètes.

La nuit noire et inaltérée n'est-elle pas une ressource naturelle à laquelle chacun devrait avoir droit? Tous ceux qui pensent que l'observation du ciel devrait être une possibilité offerte à tous dans de bonnes conditions peuvent contacter les sociétés locales d'astronomes amateurs. Ils seront sans aucun doute cordialement reçus et écoutés. Une connaissance astronomique préalable n'est pas nécessaire, l'enthousiasme suffit! **I**

EVOLUTION STELLAIRE, NUCLÉOSYNTHÈSE, MATIÈRE INTERSTELLAIRE

L'amas d'étoiles des Pléiades situé à la distance de 440 années-lumière, photographié à l'aide d'un télescope de 140 mm (mosaïque de plusieurs images).

(HANSJÖRG WÄLCHLI, SAS)



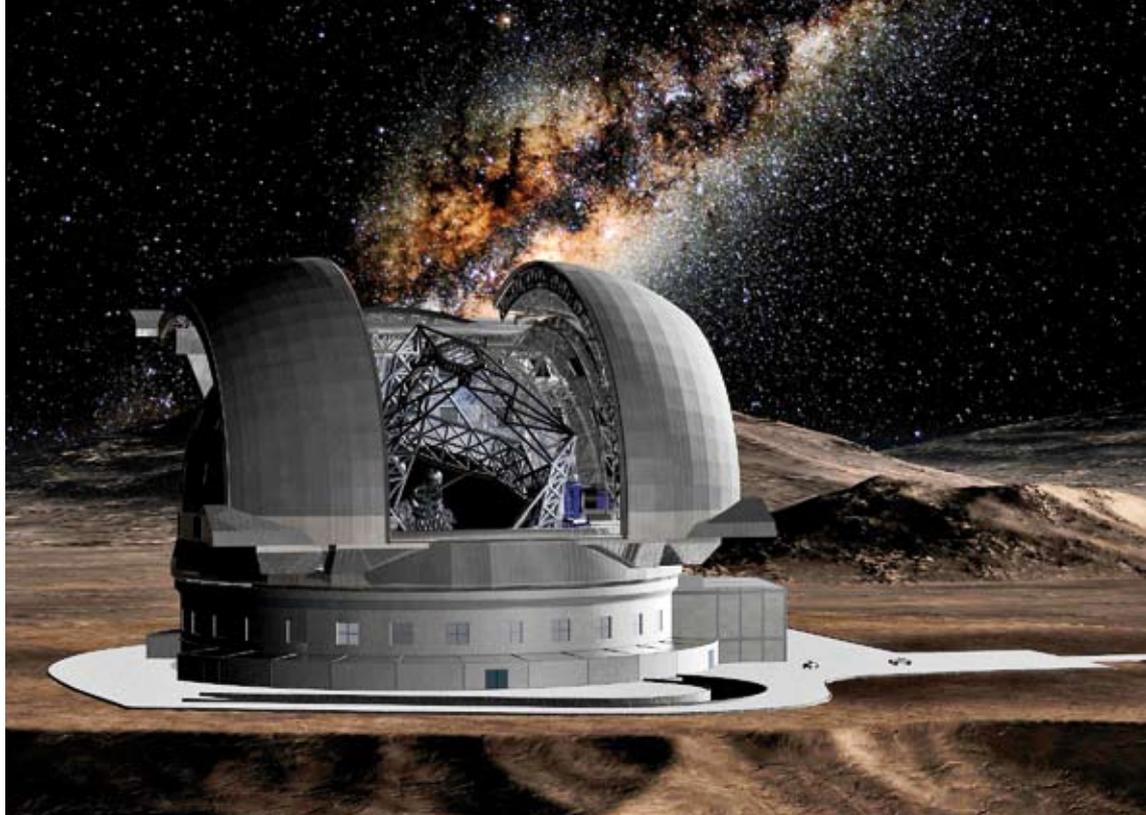


H. Detouche (1854-1913):
Galileo Galilei et le Doge de Venise

CONTENU

L'Année Mondiale de l'Astronomie 2009 <i>Catherine Cesarsky</i>	3
IYA2009 en Suisse <i>Mauro Dell'Ambrogio</i>	5
De Galilée à IYA2009 <i>Gilbert Burki et Pierre Dubath</i>	8
L'héritage astronomique <i>Daniel Pfenniger</i>	12
La Suisse et l'European Southern Observatory (ESO) <i>Georges Meylan</i>	17
La Suisse et les sciences spatiales <i>Willy Benz</i>	21
Les instituts astronomiques suisses <i>Hans-Martin Schmid et Daniel Schaerer</i>	25
Les astronomes amateurs suisses <i>Max Hubmann</i>	30

Futur European Extremely Large Telescope (vue d'artiste). (ESO)



CONTACTS

SPOC et coordinateur suisse

Pierre Dubath (Pierre.Dubath@unige.ch)

Coordinateurs par région

Basel: Bruno Binggeli (Bruno.Binggeli@unibas.ch)

Bern: Kathrin Altwegg (kathrin.altwegg@space.unibe.ch)

Graubünden: Werner Schmutz (werner.schmutz@pmodwrc.ch)

Romandie: Gilbert Burki (Gilbert.Burki@unige.ch)

Ticino: Nicolas Cretton (nicolas.cretton@gmail.com)

Zürich: Philippe Jetzer (jetzer@iftp.uzh.ch)

Sociétés astronomiques

Société Suisse d'Astrophysique et d'Astronomie (SGAA/SSAA):

Daniel Schaerer (Daniel.Schaerer@unige.ch)

Hans-Martin Schmid (schmid@astro.phys.ethz.ch)

Société Astronomique Suisse (SAG/SAS): Max Hubmann

(hubmann_ulmer@freesurf.ch)

La liste des très nombreuses manifestations organisées durant l'Année Mondiale de l'Astronomie 2009 peut être consultée sur les sites:

INTERNATIONAL

www.astronomy2009.org

NATIONAL

www.astronomy2009.ch

