

Avant-propos

Nous sommes en 2009, quatre centième anniversaire des premières observations de Galilée, et ceci donne lieu à une célébration internationale dans le cadre de l'Année mondiale de l'astronomie, proclamée par les Nations-unies et coordonnée, au niveau mondial, par l'Union astronomique internationale (UAI) et l'Unesco. En tant que Présidente de l'UAI, je me complais à dire que cette année célèbre aussi l'âge d'or de l'astrophysique. En effet, les avancées spectaculaires de la technologie depuis une trentaine d'années, et l'utilisation exceptionnelle que les astrophysiciens ont su en faire, ont amené à un bouleversement complet de notre vision et de notre compréhension de l'Univers et de ses composantes, du comportement interne du Soleil à la formation des étoiles et des planètes, de l'évolution des galaxies que l'on appréhende maintenant pratiquement sur les 14 milliards d'années de vie de l'Univers à celle des grandes structures, ces vastes toiles d'araignée qui traversent l'espace. La physique fondamentale se trouve également en révolution, en particulier la physique des particules élémentaires, pour tenter d'identifier le moteur de l'expansion accélérée de l'Univers et les mystérieux porteurs de masse qui constituent la matière noire, composante très dominante de matière dans l'Univers.

Dans cette explosion de connaissances, le CEA tire parti de ses atouts exceptionnels pour être un acteur conséquent, recevant une reconnaissance internationale qui ne cesse de croître. Ainsi, trois chercheurs du CEA impliqués dans cette thématique

ont déjà reçu des bourses ERC (pour *European Research Council*). Au départ, le CEA s'est investi dans le spatial lorsque la France et l'Europe décidèrent de se lancer dans les sciences spatiales. On pensa immédiatement à la détection des rayonnements cosmiques de haute énergie (photons X et gamma, particules), qui ne pénètrent pas dans l'atmosphère terrestre, et donc au CEA qui, en raison de sa mission principale, détenait une expertise reconnue dans la détection de ces rayonnements. Le CEA fut d'emblée l'un des principaux laboratoires européens à embarquer des détecteurs de rayonnements de haute énergie sur des ballons, des fusées puis des satellites.

Aux côtés des chercheurs et ingénieurs développant des instruments se greffèrent des astrophysiciens qui raffermirent le lien entre le savoir-faire expérimental et l'interprétation des résultats en termes d'avancées des connaissances sur l'Univers. Au fil des ans, cette collaboration fructueuse amena une forte augmentation de la capacité, pour le CEA, à proposer des instruments et les missions les mieux à même de résoudre les problèmes les plus brûlants, ce qui lui permit d'être sélectionné par des instances nationales et internationales pour de nombreux instruments dans l'espace et au sol. Notons, par exemple, le grand succès de la caméra aux rayons gamma Sigma embarquée sur un satellite russe, et qui découvrit les microquasars, trous noirs de masse stellaire qui sont le siège de phénomènes analogues à ceux étant à l'œuvre dans les quasars.



L. GODART/CEA

« Le CEA tire parti de ses atouts exceptionnels pour être un acteur conséquent, recevant une reconnaissance internationale qui ne cesse de croître. »

L'intérêt vers de nouvelles thématiques scientifiques, tels le contenu en gaz des galaxies et l'étude de la formation des étoiles, ainsi que l'opportunité de tirer profits de synergies avec les équipes de la Direction de la recherche technologique (DRT), amena les astrophysiciens du CEA à se lancer aussi dans l'astronomie infrarouge au début des années 80. L'Agence spatiale européenne (ESA) préparait le premier observatoire infrarouge spatial, ISO, et le CEA avait la possibilité de prendre la responsabilité principale d'un instrument phare, la caméra. Il fallait pour cela disposer de matrices de détecteurs infrarouge qui, à cette époque, ne pouvaient être importés des USA. Ces détecteurs demandaient un développement spécifique pour pouvoir fonctionner avec un faible fond et le Laboratoire infrarouge du Leti se lança dans l'aventure, avec succès. Les résultats d'ISOCAM sur la formation des étoiles et l'évolution des galaxies, démontrant que les sursauts de formation d'étoiles et les galaxies à très fort flux infrarouge étaient beaucoup plus fréquents dans le passé, ont révolutionné le sujet. Aujourd'hui, un très grand nombre d'astrophysiciens de par le monde étudient les diverses étapes d'évolution des galaxies; les résultats d'ISOCAM ont été confirmés et considérablement étendus par le satellite américain Spitzer et l'on attend maintenant des avancées importantes avec le satellite Herschel, qui vient d'être lancé. Pour Herschel, la DRT a développé des matrices de détecteurs novateurs, également utilisés au sol sur le radiotélescope APEX, et la Direction des sciences de la matière (DSM) a participé très activement à la construction de deux des trois instruments.

L'astronomie au sol, aussi, a fait de grandes avancées et il est devenu nécessaire d'en développer les instruments avec des méthodes quasi industrielles. Le savoir-faire acquis par le CEA avec le spatial fit qu'il a pu également déployer un instrument d'envergure, VISIR, sur l'un des télescopes géants du VLT, qui amène des informations uniques sur les disques protostellaires où se forment les planètes. Les chercheurs de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu) sont aussi fortement impliqués dans la cosmologie et mènent des études observationnelles depuis le sol avec la caméra

MEGACAM qu'ils ont construite pour le télescope CFHT, et depuis l'espace avec XMM-Newton, en attendant la large moisson de données sur le fond du ciel cosmologique espérée du satellite Planck.

Aujourd'hui, le CEA a également acquis de fortes compétences en simulations numériques. Ceci permet des avancées importantes dans des sujets aussi étudiés depuis le sol et l'espace par les chercheurs du CEA. Ainsi, après le succès de l'expérience GOLF, qui a mesuré les oscillations du Soleil, une modélisation détaillée de l'intérieur de notre étoile se trouve en cours. L'accélération des rayons cosmiques est aussi simulée, en synergie avec les observations de satellites, à l'instrumentation desquels le CEA a aussi participé (XMM-Newton et INTEGRAL) et d'autres, où il est associé à la science, tels le récent satellite Fermi et, au sol, HESS, qui détecte les rayons gamma de haute énergie avec une bonne précision de positionnement. Les résultats les plus spectaculaires concernent les simulations de l'évolution des grandes structures de l'Univers. Elles mettent en valeur l'importance de la chute de courants de gaz froid dans les régions où la masse s'assemble, et permettent de mieux préparer les missions futures de mesures des propriétés de la matière noire et de l'énergie noire au sein desquelles le CEA joue un rôle moteur.

L'avenir proche s'annonce brillant, avec l'exploitation continue de XMM-Newton – qui, entre autres, amène au CEA des résultats extraordinaires sur les amas de galaxies – d'INTEGRAL, de Fermi, des instruments au sol, et les débuts d'Herschel et de Planck; en parallèle, au Cern, le LHC pourrait percer le mystère de la nature de la matière noire. En même temps, le CEA joue un rôle majeur dans la conception d'une caméra/spectromètre infrarouge, destinée au JWST, l'ambitieux successeur de Hubble, pour un nouvel instrument en astronomie gamma, réalisé en coopération avec la Chine, et en principal promoteur pour l'Europe d'une nouvelle mission de cosmologie.

Pour l'avenir plus lointain, de nombreuses possibilités se profilent dans le spatial, et la chasse aux neutrinos de haute énergie depuis le fond des mers va commencer. La grande aventure cosmique du CEA va se poursuivre.

> **Catherine Cesarsky**

Haut-commissaire à l'énergie atomique.