



## Les Potins d'Uranie

# IUE : Tranquille faiseur d'histoire

## Al Nath

Les médias parlent rarement des trains qui arrivent à l'heure. De même, les avancées stratégiques de longue portée historique font rarement les gros titres des magazines en mal de sensationnalisme. Et pourtant bien souvent, ces nouvelles techniques ou procédures deviennent rapidement partie intégrante de notre paysage quotidien.

Il en a été ainsi avec le satellite *International Ultraviolet Explorer* (IUE) qui fit œuvre de pionnier, non seulement en astronomie ultraviolette (UV), mais également en bien des aspects observationnels et organisationnels. En voici une énumération non-exhaustive :

- la coopération multi-agences pour la gestion d'un satellite astronomique ;
- les procédures pour astronomes visiteurs d'un observatoire spatial ;
- les techniques de pilotage observationnel d'une installation distante ;
- la vérification préalable des éléments d'identification des cibles ;
- l'optimisation des séquences observationnelles ;
- les procédures d'urgence pour cibles exceptionnelles ou de circonstance ;
- la standardisation des registres d'observations ;
- la connexion en temps réel à des centres de données ;
- la standardisation du traitement d'images spectrales ;
- la standardisation de l'archivage ;

- la mise à disposition publique des observations après une période réservataire ;
- etc.

Mais prenons l'histoire à son début, cette histoire d'un modeste télescope spatial (45 cm) qui révolutionna les pratiques de l'astronomie.

Lancé le 26 janvier 1978, IUE devint le premier observatoire spatial à être utilisé par des astronomes « visiteurs » en temps réel, exactement comme la plupart des observatoires au sol – à la différence cependant que le télescope ne se trouvait pas dans une coupole adjacente, mais à une altitude moyenne de 36 000 km en orbite géosynchrone au-dessus de l'océan Atlantique.

Les opérations sur IUE furent arrêtées après quasi 19 ans d'observations fructueuses, alors que la longueur de vie initialement envisagée était de ... trois ans. En fin de carrière, IUE était devenu la mission spatiale astronomique de plus longue durée, ayant accumulé plus de 100 000 observations spectrographiques de toutes sortes d'objets célestes dans le domaine ultraviolet. Une dizaine de symposiums internationaux avaient été entièrement dédiés aux résultats obtenus avec ce satellite et plus de 3 500 articles « validés » avaient été recensés dans la littérature professionnelle – un réel exploit pour un aussi petit télescope. L'encart en reprend les principales caractéristiques. Des informations plus détaillées sont disponibles dans les huit articles résultant de la phase de certification et parus dans la revue *Nature* du 5 octobre 1978. Un volume commémoratif assemblé par Kondo

### **Principales caractéristiques de l'International Ultraviolet Explorer (IUE)**

Lancement : 26 janvier 1978 à 17:36 TU par une fusée Delta depuis Cap Canaveral (Floride)

Arrêt de la mission : 30 septembre 1996 à 18:44 TU sur commande depuis le sol

Partenaires :

- NASA (satellite, optique et observatoire US au Goddard Space Flight Center)
- ESA (panneaux solaires et observatoire européen à Villafranca del Castillo)
- SRC/PPARC (caméras)

Premières spatiales:

- mission spatiale astronomique de plus longue durée (18,7 ans d'opérations orbitales ininterrompues)
- observatoire astronomique spatial le plus productif
- premier observatoire spatial astronomique généraliste
- premier satellite astronomique en orbite haute

Orbite:

- géosynchrone au-dessus de l'océan Atlantique
- périégée initial de 32 050 km, final de 36 360 km
- apogée initial de 42 254 km, final de 48 003 km
- inclinaison initiale de 28,6°, finale de 35,9°
- période de 23,927 heures

Instrument scientifique :

- télescope Ritchey-Chrétien Cassegrain de 45cm ouvert à f/15
- qualité d'image de 2"
- caméras couvrant le domaine de 1150 à 3200Å et enregistrant des spectres à basse (6 à 7Å) ou haute (0,1 à 0,3Å) résolution
- ouvertures des spectrographes de 3" et de 10"×20"



***1. L'observatoire européen IUE inspira de nouvelles procédures observationnelles et de gestion des archives de données (voir texte). Le groupe initial des astronomes de cet observatoire est photographié ici devant l'antenne de réception d'IUE à Villafranca del Castillo (Vilspa) en décembre 1978: (de gauche à droite) A. Heck, A. Cassatella, M.V. Penston, P. Selvelli, J. Clavel, P. Benvenuti, Fr. Beeckmans et D.J. Stickland. Absent de la photo, F.D. Macchetto (Fig. 3) était le premier Directeur de l'Observatoire au moment du lancement en janvier 1978. En janvier 1981, Vilspa devint la première station connectée opérationnellement à la base Simbad du CDS. L'illustration du bas est un autocollant historique représentant, d'une part, les anciens logos des trois agences impliquées et, d'autre part, les liaisons du satellite vers les deux stations au sol, à Greenbelt dans le Maryland (USA) pour la NASA et à Vilspa (Espagne) pour l'ESA (autrefois appelée ESRO) et le SERC (autrefois SRC, aujourd'hui PPARC). (clichés de l'auteur)***



**2. Sir Robert Wilson (1927-2002) --"the man behind the IUE" -- fut l'homme qui littéralement porta le projet de l'International Ultraviolet Explorer depuis la conception du satellite jusqu'à son lancement et son exploitation au travers des différentes phases de réalisation. (cliché UCL)**

Vilspa, ce qui correspondait en gros au retour des investissements respectifs des agences dans le projet (voir encadré).

Aucun précédent n'existant, les premiers astronomes-résidents d'IUE eurent à faire preuve d'initiative et à créer de toutes pièces les procédures d'exploitation permettant la meilleure efficacité possible tout en assurant la sécurité opérationnelle du satellite. Parallèlement, d'autres procédures durent être développées pour la sélection et la planification des meilleurs programmes, encourageant les collaborations, de même que pour l'accueil des astronomes visiteurs et la vérification de leurs cibles.

et al. (1987) renvoie vers de multiples articles scientifiques spécialisés. De bonnes évocations synthétiques furent également publiées par Stickland (1996) et Wilson (2001).

Discuter dans le détail les acquisitions scientifiques d'IUE sort du cadre de cette note et plusieurs volumes seraient d'ailleurs nécessaires pour être exhaustif. Ce qui nous intéresse ici, c'est le rôle de précurseur joué par IUE en matière de procédures observationnelles modernes.

IUE était le fruit d'une coopération entre trois agences spatiales : la NASA, l'ESA et le SRC britannique (aujourd'hui PPARC) agissant comme agence indépendante pour cette mission spécifique. Comme illustré sur la Fig. 1, le satellite était piloté depuis deux sites : l'un situé au Goddard Space Flight Center (GSFC) dans le Maryland, non loin de Washington, et l'autre à Villafranca del Castillo (Vilspa) près de Madrid en Espagne. GSFC accueillait les astronomes ayant obtenu du temps d'observation de la NASA et Vilspa recevait les observateurs des deux autres agences. La visibilité de l'orbite au-dessus de l'horizon ibérique étant d'une dizaine d'heures, la répartition quotidienne du temps d'observation se faisait sur la base de 16 heures pour GSFC et 8 heures pour

Le champ de visée du télescope étant très réduit (16 minutes d'arc), les procédures de transmission (« *handover* ») du satellite d'une station de guidage à l'autre étaient très strictes – tant à propos du pointage exact que de la configuration technique de l'instrument (dispersion des spectrographes, état des caméras, etc.). La précision du pointage était critique. Aucune approximation n'était permise. Une « perte d'attitude » (erreur de manipulation ou non-reconnaissance du champ pointé) engendrait une situation de crise majeure. Au-delà de la perte de temps à recouvrer l'attitude, les risques d'acquisition accidentelle de sources trop brillantes (pouvant « griller » les récepteurs ultrasensibles) étaient réels. Certes des automatismes de protection existaient, comme la fermeture du couvercle du télescope, mais tout expérimentateur spatial sait qu'il est toujours préférable de ne pas activer ces automatismes : un clapet refermé peut ne plus se rouvrir et bien des exemples existent d'instruments fonctionnant parfaitement mais devenus aveugles pour un malheureux obturateur bloqué ...

Les mouvements de pointage du télescope étaient pilotés par l'interaction de



**3. Ferdinando (Duccio) Macchetto fut le premier Directeur de l'Observatoire IUE du côté européen, avant de s'occuper du Télescope Spatial Hubble. Il appuya de son autorité, envers les autres partenaires spatiaux d'IUE, la plupart des procédures novatrices décrites dans le texte. (cliché STScI)**

volants d'inertie et de gyroscopes. La position exacte était actualisée à chaque étape observationnelle. Pas de GPS là-haut ! C'est donc dire l'importance de la précision des coordonnées de chaque cible observée et de la nécessité de vérifier celles-ci (et les champs d'identification correspondants) lors d'une phase de préparation obligatoire (« *training* »), préalable à chaque séance observationnelle des astronomes visiteurs.

Qui pouvait garantir que ces coordonnées étaient exactes ? Mais bien sûr une base de données comme celle du Centre de Données de Strasbourg (CDS) où les plus grands catalogues avaient été intégrés après avoir subi des vérifications croisées. Vilspa fit donc œuvre de pionnier en établissant, dès le début de ses opérations, une collaboration avec le CDS, puis, dès l'apparition des premiers réseaux de données, en ouvrant une connexion internationale – pas du tout évidente à l'époque. En janvier 1981, Vilspa devint ainsi la première station étrangère opérationnellement connectée sur la base Simbad du CDS (Heck 2006).

Au-delà de la sécurité des observations, leur rentabilité était une préoccupation ma-

jeure. IUE avait été conçu pour une durée de vie opérationnelle initiale de trois ans et son carburant, l'hydrazine, utilisé pour « recharger » les volants d'inertie avait été prévu pour un maximum de cinq ans. Le fait que la durée de vie effective ait été portée à près de 19 ans en dit long sur l'optimisation maximum des pointages réussie par les équipes d'exploitation qui économisèrent ainsi le plus de carburant possible et prolongèrent d'autant les possibilités opérationnelles.

Les agences spatiales se mirent aussi d'accord sur une politique de traitement de données qui allait inspirer les procédures modernes de gestion des archives évitant, comme cela se produisait trop souvent alors, que des données disparaissent à jamais sur les étagères ou dans les tiroirs des observateurs initiaux. Et l'acquisition de ces données n'était pas non plus toujours enregistrée dans les cahiers d'observation ...

Une procédure d'IUE fut de déclarer les spectres publiquement disponibles un an après leur collecte. Cela signifiait aussi qu'un service ad hoc devait être mis sur pied par les agences spatiales, fournissant l'accès aux données archivées. Ceci, à son tour, impliquait non seulement le traitement de grandes quantités de données ou de devoir transférer celles-ci sur de nouveaux supports en fonction de l'évolution des technologies, mais aussi d'avoir une politique cohérente à propos des identificateurs des objets observés.

Cette politique nouvelle mit fin à de longues habitudes de cachotteries pratiquées par certains observateurs sur l'identité exacte des objets de leurs programmes – par crainte que les visiteurs suivants ne devinent leurs intentions scientifiques, comme si celles-ci ne devaient déjà pas être explicitées au niveau des comités de sélection de programmes !

À nouveau ici, le Catalogue des Identifications Stellaires (CSI) du CDS, puis la base Simbad lorsqu'elle fut disponible en ligne, firent des merveilles : à partir d'une identification, il était en effet possible de connaître toutes les autres et d'enregistrer en priorité l'identificateur le plus commun dans les cahiers d'observations – typiquement le numéro HD pour les étoiles et le numéro NGC pour les galaxies. Finies les trop fréquentes choses du genre Mon\_Etoile\_27 ou Galaxie\_Amoi\_19 ! La facilité avec laquelle ces règles furent acceptées est un hommage à l'intelligence des astronomes européens et, au-delà, de leurs collègues américains qui leur emboîtèrent le pas.

Ces standardisations permirent aussi d'éviter des répétitions inutiles d'observations, à charge des comités de sélection de programmes de faire la police en la matière. Au total, plus de personnes furent satisfaites et plus d'investigations scientifiques de plus longue portée furent possibles.

Les archives d'IUE furent des archives vivantes, leur constitution s'étalant sur près de deux décennies au cours desquelles le traitement d'images évolua fortement, de même que les techniques de gestion et de conservation. Les leçons d'IUE – résultant des réflexions et solutions apportées aux contraintes de ces archives dynamiques – se retrouvent dans les projets modernes d'observatoires dits « virtuels » (Benvenuti 2002).

On réalisa aussi que toutes ces procédures utilisées pour un satellite en orbite géosynchrone pouvaient très bien être appliquées au pilotage à distance d'un télescope situé à « seulement » quelques milliers de kilomètres sur la surface de la Terre – faisant ainsi des économies de voyages, de logistique, d'énergie et de fatigue humaine. Les « télé-observations » étaient nées.

La souplesse d'utilisation d'IUE permit aussi de réagir de façon optimale aux cibles occasionnelles (en anglais, les *targets of opportunity*) comme comètes, supernovæ, etc., pour lesquelles des collaborations simultanées avec d'autres instruments au sol et spatiaux furent développées (voir par exemple Peterson et al. 2001).

La notion même et le rôle des astronomes-résidents permirent le développement d'un nouveau concept, le *service observing* (voir par exemple Comerón 2004), par lequel un instrument peut-être programmé de la façon la plus souple possible pour en maximiser le retour scientifique.

Pour la petite histoire, les féministes retiendront peut-être qu'IUE semble avoir été le premier observatoire où des femmes ont assuré, tant du côté américain qu'européen, les responsabilités élevées d'astronome-résident pilotant un oiseau de plusieurs millions de dollars de concert avec les divers chaînons assurant le contrôle du télescope et des divers équipements du satellite, de même que la gestion des télécommunications, des systèmes au sol, de la coordination inter-agences et de la logistique à divers niveaux.

### Bibliographie

- Benvenuti, P. 2002, Some Thoughts about the Virtual Observatory Concept, in *Organizations and Strategies in Astronomy* – Vol. 3, Ed. A. Heck, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 107-119.
- Comerón, F. 2004, Observing in Service Mode: The Experience at the European Southern Observatory, in *Organizations and Strategies in Astronomy* – Vol. 5, Ed. A. Heck, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 141-158.
- Heck, A. 2006, The Progressive World Penetration of the Strasbourg Astronomical Data Center (1970-1990), in *Organizations and Strategies in Astronomy* – Vol. 7, Ed. A. Heck, Springer, Dordrecht, 315-354.
- Kondo, Y. et al. (Eds.) 1987, *Exploring the Universe with the IUE Satellite*, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, x + 788 pp. (ISBN 90-277-2380-X).
- Peterson, K.A. et al. 2001, Coordinating Multiple Observatory Campaigns, in *Organizations and Strategies in Astronomy* – Vol. 2, Ed. A. Heck, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 103-120.
- Stickland, D.J. 1996, The International Ultraviolet Explorer: An Appreciation, *Observatory* 116, 343-344.
- Wilson, A. 2001, *ESA Achievements (2nd Edition) -- More than Thirty Years of Pioneering Space Activity*, ESA BR-200, European Space Agency Publ. Division, Noordwijk, 280 pp. (ISBN 92-9092-782-8 -- ISSN 0250-1589)