

L'Etude Internationale de la Magnétosphère

(IMS - 1976-1978)

par E. AERTS *

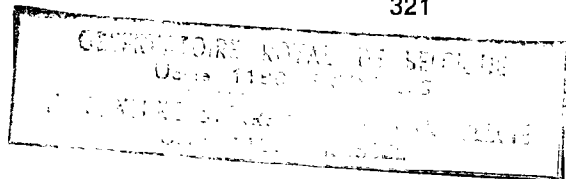
I. Historique

Vraisemblablement beaucoup de lecteurs se souviennent de l'Année Géophysique Internationale (AGI) de 1957-1958 et de son impact considérable sur nos connaissances géophysiques. Cette initiative purement scientifique constitue une étape importante dans l'histoire des sciences voire même de l'humanité. En effet, c'est en octobre 1954 lors de sa seconde assemblée générale à Rome que le Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale que présidait le Prof. S. CHAPMAN et dont le secrétariat était assumé par M. NICOLET, Directeur actuel de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IAS), proposait le lancement de satellites artificiels à des fins scientifiques pour compléter les campagnes de lancements de fusées-sondes. Dès lors, on peut dire que c'est grâce à l'action de l'AGI qu'a débuté la recherche spatiale qui a profondément influencé nos connaissances ainsi que la politique, le comportement et la pensée aussi bien de l'individu que de l'humanité entière.

L'AGI a été suivie d'une initiative semblable, c'est-à-dire les Années Internationales du Soleil Calme, mieux connues sous le sigle de IQSY, d'après l'anglais International Quiet Sun Years. Celles-ci ont duré de 1964 à 1965.

Pendant ces deux périodes d'importants réseaux d'observatoires géophysiques ont été constitués et les bases ont été posées pour une coopération scientifique étroite dans le domaine de la géophysique. Ultérieurement on a ressenti le besoin de consolider cette opération et de

* Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique.



remédier à un défaut majeur des entreprises précédentes, c'est-à-dire leur éphémérité. En plus, suite aux observations faites dans le cadre de l'AGI et de l'IQSY, il apparut qu'il existait un lien très étroit entre beaucoup de phénomènes géophysiques et l'activité solaire. Un premier symposium international consacré entièrement à ces relations eut lieu à Belgrade en 1966. Sa conséquence immédiate fut l'installation d'une commission spéciale par le Conseil International des Unions Scientifiques qui aura comme but de coordonner les études concernant les relations Terre-Soleil. Cette commission s'appelait en anglais : l'Inter-Union Commission of Solar-Terrestrial Physics, mieux connue sous le sigle de IUCSTP. Depuis 1973 la commission est devenue un comité spécial d'où le nouveau sigle SCOSTEP (Special Committee of Solar-Terrestrial Physics).

La première action de l'IUCSTP fut une nouvelle mobilisation du potentiel scientifique en vue d'une étude approfondie des conséquences de l'activité solaire pendant les années 1969-1971. Cette campagne portait le nom des Années Internationales du Soleil Actif. Toutefois, la campagne s'est soldée par une demi-échec puisque le degré d'activité du Soleil était beaucoup moindre que l'on n'avait espéré. En 1969 on décida également du principe d'entreprendre une étude générale de la magnétosphère à long terme. Ainsi naquit l'idée de l'étude internationale de la magnétosphère, mieux connue sous son sigle anglais IMS (International Magnetospheric Study).

Initialement, il était prévu que cette étude débiterait cette année et durerait jusqu'en 1977. Toutefois, comme un certain nombre de satellites, occupant une position clef, ne pourrait être lancé au moment prévu, l'IMS se situera dans les années 1976-1978. Entre-temps, l'action de l'IUCSTP ou plus récemment SCOSTEP se concentrait autour des projets suivants :

- 1) l'étude de la magnétosphère (IMS)
- 2) les problèmes solaires et planétaires, c.-à-d. les Solar and Interplanetary Programs (SIP)
- 3) les problèmes aéronomiques c.-à-d. Atmospheric Physics Programs (APP)
- 4) l'observation de l'environnement terrestre, c.-à-d. Monitoring the Sun-Earth Environment (MONSEE).

Au sein des unions on a exprimé le vœu que l'action des programmes entrepris dans le cadre des trois derniers projets contribuera largement à résoudre les problèmes posés dans le cadre de l'IMS. Réciproquement on espère que la résolution de ces problèmes magnétosphériques contribuera beaucoup à la réussite des autres programmes.

Enfin, en 1974, lors de la réunion à Sao Paulo, le bureau du SCOSTEP a demandé aux délégués nationaux de propager l'idée de

l'IMS dans leurs pays respectifs. Etant impliqué dans l'IMS en tant que membre de l'IAS et par ma participation aux réunions à Londres et à Sao Paulo, j'ai cru répondre au mieux à cet appel par un article dans Ciel et Terre. Au nom de SCOSTEP en général et du comité directeur de l'IMS en particulier je remercie l'éditeur pour sa collaboration appréciée.

2. But de l'IMS

Il rentre dans les intentions de l'IMS d'organiser une vaste campagne d'observation bien orchestrée pendant quelques périodes bien précises et relativement courtes. Toutefois, l'IMS se garde d'imposer des programmes bien définis. Tout au contraire, elle se limite à jouer un rôle très passif tout en procurant les moyens nécessaires pour la mise en œuvre de telles campagnes. Celles-ci sont dues aux initiatives d'individus ou d'institutions qui se sont groupés spontanément. On a conçu toute une série d'observations au sol en liaison étroite avec quelques satellites spécifiques. Les moyens déployés consisteront en chaîne d'observatoires géophysiques, sondages au moyen de ballons et de fusées ainsi que des observations en avion. On espère ainsi obtenir une idée précise de l'enveloppe des phénomènes magnétosphériques. En pratique on essaiera de trouver une réponse aux différents problèmes non-résolus. Ceux-ci nécessitent généralement le discernement entre variations temporaires et spatiales des paramètres magnétosphériques tels que flux corpusculaires, spectres énergétiques, champs, etc... D'où la nécessité d'impliquer non seulement un satellite approprié, mais plusieurs. Comme l'envergure de cet article ne permet pas d'entrer dans les détails, signalons brièvement que les sujets suivants seront étudiés plus spécialement pendant l'IMS.

- 1) processus géophysiques dans les régions polaires
- 2) les problèmes de la plasmasphère
- 3) la formation de la plasmopause
- 4) l'interaction entre champs de radiations électromagnétiques et corpusculaires
- 5) expériences actives dans la magnétosphère.

Pour la réussite de cette campagne l'IMS publie un certain nombre de documents qui sont distribués périodiquement par l'intermédiaire du World Data Centre A (WDC-A), opéré par le National Space Science Data Center (NSSDC) des Etats-Unis, situé lui-même au Goddard Space Flight Center. Le WDC-A est un centre mondial de données géophysiques tandis que le NSSDC est le centre des données spatiales des Etats-Unis. En outre, il est entendu que les participants de l'IMS peuvent faire appel aux publications propres du NSSDC.

3. Importance de l'IMS

Ignorée il y a une vingtaine d'années, la magnétosphère est une découverte résultant directement de la recherche spatiale par satellites. Bien que la notion figurait déjà à l'état embryonnaire dans les travaux de CHAPMAN avant l'ère spatiale elle ne s'est vulgarisée qu'après la découverte des ceintures de radiation par VAN ALLEN et celle de la magnétopause par NESS. Résumant brièvement on peut dire que la magnétosphère constitue une cavité dans l'espace interplanétaire où le champ géomagnétique prédomine et qui doit sa forme aux actions conjuguées de celui-ci et du vent solaire. Avant la découverte de la magnétosphère on croyait que, tout comme le champ gravifique terrestre, l'action du champ géomagnétique s'étendait dans le vide jusqu'à l'infini. Grâce aux observations faites par satellites et sondes spatiales on sait maintenant que par la double présence du plasma magnétosphérique et du vent solaire l'action du champ géomagnétique est strictement limitée à la magnétosphère qui par son aspect ressemble à une queue de comète, quoique de composition fort différente.

Suite aux observations intenses qui suivirent cette découverte sensationnelle, on s'aperçut très vite que la magnétosphère constituait un laboratoire de plasmas unique en son genre qui faisait d'elle un lieu idéal pour éprouver des théories cosmologiques. En fait on peut y observer maintes réactions, impossibles à réaliser dans les laboratoires terrestres à cause de l'ambiguïté des enceintes expérimentales. On y observe également les mêmes processus qui se produisent à grande échelle dans l'univers, plus particulièrement à l'intérieur des atmosphères stellaires, les pulsars, les novae, etc... Le même environnement se retrouve d'ailleurs autour de la planète géante, cette étoile ébauchée, dénommé Jupiter.

Nous n'ignorons pas que maints phénomènes ayant leur siège dans la magnétosphère sont projetés sur la voûte céleste que constitue l'atmosphère supérieure et qui offre le spectacle toujours changeant d'émissions lumineuses fascinantes des aurores boréales et du ciel nocturne, des émissions sonores tel que le chant d'oiseaux au crépuscule matinal, des perturbations électromagnétiques insolites et des changements de température aussi inexplicable qu'imprévus.

Puisque la moisson est abondante, on a souvent récolté aveuglément. Dorénavant, il s'avère nécessaire d'explorer plus systématiquement surtout dans la situation actuelle où les fonds mis à la disposition de la recherche spatiale deviennent de plus en plus maigres. D'ailleurs la complexité de l'ensemble des problèmes magnétosphériques est telle qu'une entreprise multidisciplinaire et supranationale s'impose. La résolution de certains problèmes par leur nature exige parfois la mise en œuvre de moyens qui dépassent les possibilités d'un seul pays. Ceci

n'exclut pas aux petits pays de contribuer à la réussite de l'entreprise. En plus, les connaissances accrues de la magnétosphère permettent d'envisager des expériences actives. C'est-à-dire que les scientifiques ne se résignent plus à observer et attendre patiemment qu'un phénomène se produise ; ils ont maintenant les moyens d'exciter certains processus à leur gré et de les observer dans des conditions contrôlées. Tout ceci exige une coordination très poussée avec des moyens sophistiqués, que seule une organisation supranationale comme SCOSTEP est capable de réaliser.

4. Satellites impliqués

Parmi tous les satellites envisagés le satellite géostationnaire GEOS de l'Agence Spatiale Européenne (ASE) occupe une position prépondérante. Il sera lancé à partir de l'aire de tir du Centre Spatial J.F. Kennedy près du Cap Canaveral au moyen d'une fusée Delta. Ce satellite pèse 260 kg et est réalisé dans les ateliers de l'European Space Research and Technology Centre (ESTEC) à Noordwijk (Pays-Bas). Il est destiné à faire une étude intégrée de la distribution des plasmas chauds de la magnétosphère, des particules énergétiques à l'exclusion des particules cosmiques galactiques, des champs et du rayonnement électromagnétique. Il est stabilisé par rotation de telle sorte que son axe est perpendiculaire au plan de son orbite qui doit coïncider avec celui de l'équateur. Compte tenu de son orbite géostationnaire il se situera entre la plasmopause et l'extrémité côté terre de sa couche de plasma dans la queue magnétosphérique. Enfin, le satellite se situera initialement à 15° Ouest pour dériver à 50° Est.

D'autres éléments importants seront les éclaireurs magnétosphériques internationaux. Ce seront deux satellites jumelés dont un du type IMP, c'est-à-dire de la catégorie des Explorers, qui pèsera 270 kg et qui sera construit par la NASA. C'est la version mère. L'autre plus petit, et dès lors aussi nommé la version fille, pèsera 120 kg. Il sera construit par l'ASE. Ils seront lancés simultanément en novembre 1977 également au champ de tir J.F. Kennedy de même qu'avec une fusée Delta. Ces deux satellites doivent parcourir des orbites très elliptiques rapprochées ayant une inclinaison de 28°, un périégée de 500 km et un apogée de 131.000 km. Leur mission principale consistera à discerner les effets temporaires des effets spatiaux des variations des paramètres magnétosphériques aux environs de la magnétopause. Récemment la mission a été rebaptisée en ISEE (International Sun-Earth Explorer).

Un autre engin spécialement conçu dans le cadre de l'IMS est le petit satellite japonais EXOS-B qui ne pèse que 70 kg. En principe, il doit être lancé au cours de l'année 1978 à l'aide d'une fusée japonaise

Mu-3S depuis l'aire de lancement à Kagoshima. Ses éléments orbitaux correspondent à une inclinaison de 30° , un périégée de 500 km et un apogée de 300.000 km. Il est destiné à observer la plasmasphère par des méthodes directes. On espère également pouvoir établir une relation entre les champs de rayonnements électromagnétiques et corpusculaires dans des plasmas magnétiques en turbulence (Rep. Ion. Space Research in Japan, vol. 28, pp. 1-9, 1974).

Une paire de satellites qui aura une mission comparable aux éclaireurs magnétosphériques américano-européens sont les DUALS russes, qui doivent être lancés cette année en août. Comme d'habitude les Soviétiques ont été très parcimonieux au sujet d'informations. Nous savons toutefois qu'ils parcoureront des orbites très elliptiques et que le grand axe pointerait vers le point neutre septentrional de la magnétosphère. Il est probable que des Cosmos ou d'Intercosmos seront également mis en œuvre dans le cadre de l'IMS.

D'autres satellites, qui n'ont pas été lancés intentionnellement dans le cadre de l'I.M.S. pourraient néanmoins contribuer à cette entreprise. Il s'agit par exemple des deux sondes solaires allemandes HELIOS de 210 kg. La première a été lancée le 10 décembre 1974 et la seconde est prévue pour janvier 1976. Toutes les deux sont destinées à explorer l'espace interplanétaire entre 0,3 et 1 U.A.

D'un autre côté on pourra espérer être informé sur l'interaction entre la magnétosphère et l'ionosphère dans les régions polaires par l'intermédiaire du satellite japonais EXOS-A. C'est un engin de la même taille qu'EXOS-B. Il doit être lancé en 1977 et son orbite doit être déclinée de 60 à 65° par rapport au plan équatorial. Le périégée et l'apogée se situeront respectivement aux environs de 250 km et 5.000 km. De plus amples informations concernant l'ionosphère pourront être attendues d'un troisième satellite japonais, notamment l'ISS et du premier satellite indien. Le premier engin est de petite taille, ne pèse que 85 kg et sera lancé en 1976. Il parcourra une orbite circulaire à 1.000 km d'altitude qui sera inclinée de 70° . C'est un sondeur ionosphérique d'où son sigle (Ionospheric Sounding Satellite) (Rep. Ion. Space Research in Japan, vol. 28, pp. 1-9, 1974).

Le second engin, qui pèse 300 kg, a été mis sur orbite par les Soviétiques cette année. Il parcourra également une orbite circulaire, à 600 km, dans le plan équatorial.

Enfin les satellites aéronomiques Atmospheric Explorers AE-D et AE-E de la NASA, le D2-B du Centre National d'Etudes Spatiales français (CNES) et les SRATS japonais apporteront leur contribution à l'entreprise générale de l'I.M.S. Le sigle SRATS provient de l'appellation anglaise complète : Solar Radiation and Thermospheric Satellite, ce qui prouve bien qu'il s'agit d'un satellite aéronomique.