

RAPPORT BELGE A LA 22EME ASSEMBLEE PLENIERE DU COSPAR

---

BANGALORE (INDE)

(29 mai - 9 juin 1979)

ORGANISATION ET MOYENS

Le rapport belge est présenté par le Comité National Belge de Recherche Spatiale (secrétariat : 3, Avenue Circulaire, B - 1180 BRUXELLES, Belgique) dépendant de l'Académie Royale de Belgique et de la Koninklijke Academie van België.

Le programme national en 1978 résulte de l'ensemble de divers programmes indépendants développés dans des facultés universitaires et dans des Institutions scientifiques belges.

A. Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (3, Avenue Circulaire,  
B-1180 Bruxelles).

## 1. Modèles de la stratosphère et de la mésosphère

Depuis plusieurs années un modèle mathématique de la stratosphère décrivant les principaux processus aéronomiques en relation avec la chimie, la photochimie et le transport a été développé. En particulier, la distribution dans le plan méridien des constituants minoritaires de la stratosphère a pu être établie. L'effort de cette année a porté sur le développement d'un modèle thermique simple afin de réaliser un couplage entre la chimie et la distribution de la température moyenne dans le plan méridien (et réciproquement). Le réchauffement lié à l'absorption UV par l'ozone a été calculé et le refroidissement lié à l'émission IR par l'ozone, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau a été paramétrisé. Ce modèle bidimensionnel, dans ses aspects chimiques et thermiques, a été utilisé pour estimer d'une part l'action des halocarbones industriels sur la couche d'ozone et d'autre part pour déterminer l'ordre de grandeur de l'effet sur les constituants de la stratosphère d'une variation du flux solaire ultraviolet en relation avec le cycle de 11 ans de l'activité solaire.

Un modèle bidimensionnel de la mésosphère (plus précisément s'étendant de 40 à 100 km et du pôle Nord au pôle Sud) a été entamé. L'accent est mis sur le comportement du monoxyde d'azote et des composés de l'oxygène et de l'hydrogène. Une paramétrisation de la pénétration du rayonnement solaire dans le domaine des bandes de Schumann-Runge de l'oxygène a dû être adoptée.

Enfin, un nouveau modèle unidimensionnel (domaine de définition de 0 à 100 km d'altitude) a été établi afin d'étudier en détail les mécanismes chimiques et photochimiques dans la stratosphère et la mésosphère.

## 2. Flux solaire ultraviolet

L'expérience "Solar spectrum from 180 to 3200 nm" a été proposée et acceptée pour le vol de la première charge utile SPACELAB (FSLP) qui est actuellement prévu pour août 1981.

Cette expérience a pour but de mesurer la valeur absolue du flux solaire de l'ultraviolet du proche infrarouge avec la meilleure précision compatible avec celle des étalons radiométriques disponibles au laboratoire.

Elle a aussi pour but de mesurer les variations à long terme du flux solaire au moyen des vols futurs de la navette spatiale au cours des années 1980. De telles mesures sont fondamentales pour l'Aéronomie de la stratosphère et de la troposphère, pour la climatologie et pour la physique solaire. Elles seront obtenues à l'aide d'un instrument spécialement développé dans ce but et qui comporte trois doubles monochromateurs équipés de réseaux holographiques concaves de 10 cm de distance focale.

Un étalonnage à l'aide de lampes au deutérium et au tungstène est prévu en cours de vol.

De plus, l'utilisation du Spacelab permet un réétalonnage de l'instrument après son vol en orbite.

Ceci devrait permettre d'améliorer la précision des mesures du flux solaire actuellement disponibles et qui présentent des désaccords trop importants pour les calculs de photodissociation, de bilan radiatifs et des modèles photosphériques.

### 3. Relations soleil-terre

La réponse du système terre-atmosphère vis-à-vis des différentes perturbations telles que la variation systématique ou aléatoire de l'influx solaire et de l'émissivité ou des fluctuations internes engendrées par le système climatique lui-même a été analysé. Une description globale en terme des modèles planétaires ou en terme des modèles unidimensionnels décrivant le bilan énergétique et le bilan de la vapeur d'eau a été adopté. L'intérêt de ces questions réside au fait que les tendances climatiques à long terme résultent, précisément, des effets combinés des perturbations externes et internes ainsi que des nombreuses rétro-actions prenant naissance au sein du système.

Dans un premier stade le bilan thermique sous la forme écrite par North a été considéré

$$c \frac{\partial T}{\partial t} = Q(1 - \alpha) - (A + BT) + D \nabla^2 T \quad (1)$$

où

T : température

t : temps

c : inertie thermique

Q : constante solaire

$\alpha$  : albedo

A, B : coefficients de refroidissement infra-rouge

et D : coefficient de transport de chaleur

L'accroissement systématique de la constante solaire durant les dernières centaines de millions d'années a été introduit, et des scénarios plausibles d'évolution de transfert de chaleur D ainsi que de la température polaire ont été développés. Il a été démontré que la

diminution de cette dernière vers des valeurs inférieures à 0°C à l'approche du quaternaire implique que les coefficients du refroidissement infra-rouge A, B ont augmenté tandis que le coefficient D a diminué au cours du temps.

Ensuite, le couplage dynamique humidité-température au niveau d'un modèle planétaire à deux variables, de la forme a été étudié

$$c \frac{dT}{dt} = Q(1 - \alpha) - (A + BT) - L(E - r) \quad (2)$$

$$N \frac{dq}{dt} = E - r \quad (3)$$

LE : chaleur latente d'évaporation

Lr : chaleur latente de condensation

q : humidité spécifique

N : densité de colonne d'air (gr/cm<sup>2</sup>)

En utilisant des paramétrisations dues à Sasamori, on peut montrer que le régime climatique reste stable vis-à-vis des perturbations de T et de q qui peuvent être engendrées par la dynamique complexe du système. Toutefois, le comportement transitoire du système peut présenter des propriétés intéressantes et inattendues, telles que l'apparition des variations non-monotones de la température ou de l'humidité.

Ces recherches seront étendues à l'influence climatique du cycle de 11 ans de l'activité solaire, ainsi qu'aux répercussions générales des fluctuations aléatoires des différents paramètres caractéristiques intervenant dans les équations du bilan (1) à (3).

#### 4. Interaction du vent solaire avec les magnétosphères des planètes

Dans l'étude de la stabilité des discontinuités tangentielles du champ magnétique dans un plasma d'hydrogène considéré sans collisions,

il a été envisagé une analyse théorique de la variation de l'épaisseur caractéristique de ces discontinuités avec le rapport  $u (= T^+/T^-)$  de la température des ions à celle des électrons.

De cette analyse, il ressort que pour une valeur donnée du rapport  $u$ , il existe une variation critique de la densité de plasma de part et d'autre de la frontière ( $s = (n_1 - n_2)/n_1$ ;  $n_1 > n_2$ ), au-delà de laquelle la couche devient instable. A cette variation critique de la densité ( $s_c$ ) correspond une épaisseur minimale de la couche frontière ( $d$ ). Pour les couches électroniques l'instabilité qui s'établit en premier lieu est toujours l'instabilité modifiée à deux faisceaux qui entre en jeu lorsque la vitesse relative des ions et des électrons devient supérieure à la vitesse d'agitation thermique des ions. Ce résultat est aussi vrai pour les couches ioniques, lorsque  $u$  est inférieur à 2000.

Il a été démontré que les couches de nature électronique peuvent supporter une variation de densité optimale de seulement 2,6% ( $s = 0.026$ ) lorsque les températures des ions et des électrons sont identiques ( $u = 1$ ). Pour des valeurs de  $u$  différentes de l'unité la variation permise de la densité s'abaisse rapidement, si bien que les couches électroniques sont fortement instables, même pour de faibles gradients de densité. Par contre, les couches de nature ionique peuvent supporter une variation de densité optimale de 90% ( $s = 0.9$ ) lorsque  $u$  est compris entre 200 et 2000. Lorsque  $u$  est inférieur à 200, la variation maximale permise de la densité au-delà de laquelle la couche ionique devient instable, s'abaisse rapidement. Ainsi pour  $u = 1$  ( $T^+ = T^-$ ), la variation maximale permise de la densité est alors de 67,5% ( $s = 0.675$ ). Pour  $u$  supérieur à 2000, l'instabilité qui s'établit en premier lieu est alors l'instabilité ordinaire à deux faisceaux qui se produit lorsque la vitesse relative des ions et des électrons est supérieure à la vitesse d'agitation thermique des électrons. Dans ce cas également, la variation maximale permise de la densité au-delà de laquelle la couche ionique devient instable, s'abaisse rapidement. Par exemple, pour  $u = 10000$ , la variation maximale permise de la densité est de 65% ( $s = 0.65$ ).

Dans le domaine du plan  $(u, s)$  dans lequel les transitions sont stables, l'épaisseur des couches ioniques est une fonction croissante avec  $u$  et décroissante avec  $s$ . Si  $\beta$  désigne le rapport de la pression cinétique à la pression magnétique, l'épaisseur des couches ioniques est aussi une fonction légèrement croissante avec le rapport bêta électronique considéré du côté 1 ( $\beta_1^-$ ).

Ces résultats théoriques expliquent pourquoi on n'observe pas la magnétopause avec une épaisseur inférieure à quelques dizaines de kilomètres. De plus, la magnétopause doit être essentiellement une couche de nature ionique, puisqu'aucune couche de nature électronique n'est capable de supporter le gradient de densité existant à la frontière de la magnétosphère. Avec des valeurs typiques existant à la magnétopause  $u = 10$ ,  $s = 0.8$ ,  $\beta_1^- = 1.5$ , l'épaisseur caractéristique de la magnétopause est trouvée égale à 2,5 fois le rayon de gyration des ions au centre de la couche frontière. Les mécanismes d'instabilité qui se produisent lorsque le gradient de densité devient trop élevé seraient responsables des ondes électromagnétiques engendrées à la magnétopause.

Ce modèle cinétique de discontinuités tangentielles a été appliqué à la description microscopique de la magnétopause et du bord intérieur de la couche frontière magnétosphérique. Ces frontières sont considérées comme des régions où s'interpénètrent deux plasmas d'origines différentes : l'un est le plasma froid du vent solaire et l'autre le plasma chaud de la magnétosphère. En particulier deux sortes de couches frontières peuvent être élaborées de manière compatible avec la présence de champs électriques de convection et de séparation de charges. Dans le premier type, la vitesse d'écoulement du plasma ne change pas d'orientation tandis que le champ magnétique subit une rotation. Dans le second type, la vitesse d'écoulement peut varier tant en intensité qu'en direction tandis que le champ magnétique reste unidirectionnel. Le premier type de ces couches frontières est représentatif de la magnétopause et le second décrit le bord intérieur de la couche frontière magnétosphérique.

## 5. PUBLICATIONS

- ACKERMAN, M., Stratospheric pollution related ultraviolet phenomena, *J. Phys. Paris*, 39, 221-226, 1978.
- ACKERMAN, M., FRIMOUT, D., MULLER, C. and WUEBBLES, D.J., Stratospheric methane measurements and predictions, *Pageoph.*, 117, 367-380, 1978/1979.
- BESSON, J., GIRARD, A., ACKERMAN, M. et FRIMOUT, D., Spectromètre pour la première mission Spacelab (communication présentée au Congrès de la Fédération Internationale d'Astronautique - Dubrovnik, 1978.
- BRASSEUR, G., Un modèle bidimensionnel du comportement de l'ozone dans la stratosphère, *Planet. Space Sci.*, 26, 139, 1978.
- BRASSEUR, G., Long term effect on the ozone layer of nitrogen oxides produced by thermonuclear explosions in the atmosphere, *Ann. de Géophys.*, 34, 301, 1978.
- BRASSEUR, G. and BERTIN, M., The action of chlorine on the ozone layer as given by a zonally averaged two-dimensional model, *Pageoph* 117, 436, 1978/1979.
- BURLAGA, L.F. and LEMAIRE, J., Interplanetary magnetic holes : theory, *J. Geophys. Res.*, 83, 5157-5166, 1978.
- DELABOUDINIÈRE, J.-P., DONNELLY, R.F., HINTEREGGER, H.E., SCHMIDTKE, G. and SIMON, P.C., Intercomparison/compilation of relevant solar flux data related to aeronomy, *COSPAR Technique Manual Series, Manual n°7*, February 1978.
- LEMAIRE, J., Kinetic versus hydrodynamic solar wind models, in "Pleins feux sur la physique solaire", edited by CNRS, Paris, proceedings of the "Deuxième assemblée européenne de Physique solaire", Toulouse, 9-16 mars 1978.
- LEMAIRE, J., La pénétration du vent solaire dans la magnétosphère, *Ciel et Terre*, 94, 61, 1978.



- LEMAIRE, J. and ROTH, M., Penetration of solar wind plasma elements into the magnetosphere, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 40, 331, 1978.
- LEMAIRE, J., RYCROFT, M.J. and ROTH, M., How can the IMF direction control the mean radial distance of the magnetopause? Proceedings of the "Solar-terrestrial Physics Symposium, Innsbruck, 29 mai - 3 juin, 1978.
- LEMAIRE, J. and SCHERER, M., Field aligned distribution of plasma mantle and ionospheric plasmas, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 40, 337, 1978.
- NICOLIS, C., The effect of solar output, infrared cooling and latitudinal heat transport on the evolution of the earth's climate, *Tellus*, 1979.
- NICOLIS, C., Some evolution and stability trends deduced from energy and water vapor balance models, *Comptes Rendus du Colloque international "Evolution des atmosphères planétaires et climatologie de la terre"*, Ed. CNES, Nice, Octobre 1978.
- ROTH, M., Structure of tangential discontinuities at the magnetopause : the nose of the magnetopause, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 40, 323-329, 1978.
- SCHERER, M., Open ion-exosphere with an asymmetric anisotropic velocity distribution, *Bull. Cl. Sci. Acad. Roy. Belg.*, 64, 539-561, 1978.
- SIMON, P., Irradiation solar flux measurements between 120 and 400 nm. Current position and future needs, *Planet. Space Sci.*, 26, 355-365, 1978.
- VERCHEVAL, J., Détermination des conditions de lancement de Spacelab en vue de satisfaire les exigences d'un projet d'expérience par spectrométrie d'absorption, *ESA Journal*, 2 (1), 19-26, 1978.

B. Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège (5, Avenue de Cointe, 4200 Liège-Cointe).

1. Etude de la composition de l'ionosphère aurorale par mesures simultanées de satellite et de fusée

Une étude de la composition de l'ionosphère aurorale a été entreprise en collaboration avec le groupe du Space Physics Research Laboratory de l'Université du Michigan. Elle est basée sur les observations effectuées simultanément par une fusée-sonde et le satellite Atmosphère Explorer C. La détermination expérimentale du spectre des électrons précipités, de la température et de la composition thermosphérique neutre a permis de calculer sans hypothèses préalables la composition ionique à l'aide d'un modèle numérique dépendant du temps. L'effet de la croissance de l'oxyde d'azote engendrée par la précipitation a été mise en évidence et la composition calculée a été comparée aux mesures du spectromètre de masse obtenues "in situ" par la fusée. L'accord est très bon sauf en ce qui concerne les ions  $N_2^+$ .

Une source possible d'atomes métastables  $O(^1D)$  a été proposée pour tenter de résoudre le déficit en photons  $\lambda$  6300 Å résultant des sources classiques. La réaction  $N(^2D) + O_2 \rightarrow NO + O(^1D)$  apparaît comme une sérieuse possibilité compte tenu de la population vibrationnelle de NO produit par cette réaction en laboratoire.

2. Morphologie des ions métalliques dans les couches E et F subtropicales

Des mesures de la distribution des ions  $Mg^+$  dans la thermosphère équatoriale ont été effectuées par le satellite Atmosphère Explorer-E depuis novembre 1975 jusqu'à ce jour. Ces données ont été obtenues à

l'aide du canal à 2800 Å de l'expérience visible Airglow Experiment mesurant la fluorescence de MgI dans la lumière solaire. La distribution des ions en temps local, altitude, latitude et saison a été étudiée systématiquement entre 140 et 500 km. Quelques profils jusqu'à 100 km ont été également dépouillés. Les résultats indiquent que, quoique variable en densité et altitude, la morphologie générale peut s'expliquer par la théorie de "l'effet fontaine" développée pour expliquer l'anomalie équatoriale. Il reste cependant difficile d'interpréter la présence d'ions métalliques dans la couche F quelques minutes après le lever du soleil.

### 3. Spectroscopie aurorale - Fusée aurorale S23

Deux polychromateurs construits par l'Institut Météorologique suédois (Stockholm) sont destinés à être embarqués à bord de fusées Black Brend pour l'observation des émissions N<sub>2</sub> et NO aurorales. L'Institut d'Astrophysique dispose à bord, d'un canal centré sur les bandes du système LBH (1400-1500 Å). La calibration absolue des instruments a été effectuée à Liège. Les lancements sont prévus pour le début 79.

### 4. Enregistrements spectrophotométriques de flux stellaires dans l'ultra-violet

Les travaux de dépouillement des données de l'expérience S2/68 embarquée à bord du satellite TD1 se sont poursuivis en vue de la publication d'un second catalogue de flux stellaires ultraviolets. Ce catalogue contient une partie des données obtenues pendant les périodes du 19 février 1973 au 30 septembre 1973 et du 16 février 1974 au 6 mai 1974.

Ce catalogue constitue un complément au "Ultraviolet Bright-Star Spectrophotometric Catalogue" publié en 1976. Le complément "supplement to the Ultraviolet Bright-Star Spectrophotometric Catalogue"

contient les flux entre 1360 Å et 2540 Å (par pas de 20 Å) de 435 étoiles.

En outre la totalité des données observées par le télescope S2/68 au cours de sa période active ont été rassemblées dans un catalogue "Catalogue of Stellar Ultraviolet Fluxes" qui après dégradation de la résolution en vue d'une meilleure précision statistique donne les flux de 31215 étoiles dans quatre bandes spectrales de 330 Å de large centrées sur 2740 Å, 2365 Å, 1965 Å et 1565 Å.

## 5. Classification Stellaire

Durant l'année 1978, l'établissement d'une classification spectrale à deux dimensions dans l'ultraviolet à partir des données de l'expérience S2/S68 s'est poursuivie. Elle a essentiellement consisté en l'étude des étoiles du type A et F et a notamment permis de définir des objets particuliers dans le domaine de longueur d'onde concerné.

## 6. Etude des spectres ultraviolets d'étoiles Ap

Lors des premières observations, par satellite, du spectre ultraviolet des étoiles Ap, il est apparu que ces étoiles présentaient une forte déficience de flux dans cette région spectrale. Ces résultats ont été confirmés sur la base des données de l'expérience S2/68-TD1. La déficience a été attribuée, pour les étoiles ApSi, aux raies d'auto-ionisation du Si II. En l'absence de données de laboratoire sur le spectre atomisé du Si II l'analyse était basée sur des hypothèses. En vue d'améliorer cette situation Petrini (Nice) a entrepris le calcul du spectre complet du Si II découvrant l'existence de nombreux niveaux élargis autoionisés donnant naissance à des raies larges dont certaines sont fortes ( $gf \gtrsim 1.0$ ). Les calculs préliminaires permettent de prévoir que l'absorption ultraviolette dans les étoiles ApSi serait due à ces raies.

Les étoiles Ap à SrCrEu présentent également une bande d'absorption large située entre 1450 Å et Ly  $\alpha$ . Cette bande d'absorption a été identifiée aux raies d'autoionisation du FeI décrites par Hansen et al. (1977). Le spectre synthétique calculé sur cette base correspond bien aux observations.

Les variations spectrales dans l'ultraviolet de 6 étoiles Ap ont été examinées au moyen des données de S2/68. Dans le domaine spectral de l'expérience (1350-2750 Å), l'amplitude maximum de variation apparaît autour de 1400 Å. Dans tous les cas, la région de courte longueur d'onde ( $\lambda < 1600$  Å) varie en opposition de phase avec la région visible. Cette variation est interprétée comme due à la modulation du spectre autoionisé de Si II produit par une abondance variable apparente de Silicium. Il est confirmé que la température effective de l'étoile reste constante, la variation résultant d'une modulation des caractères particuliers de composition chimique apparente des étoiles.

#### 7. Analyse d'observations par satellites d'atmosphères d'étoiles

A faible résolution, le spectre ultraviolet des étoiles chaudes (types O et B) montre une dépression aux environs de 1550 Å. Pour les types B1 ou plus tardifs, la majeure partie de cette absorption provient de Fe III et, pour les étoiles O, de C IV.

Six spectres ultraviolets (1520-1560 Å) d'étoiles B 0 et B 0.5 ont été obtenus grâce au satellite Copernicus. Ils ont permis de montrer que :

- 1°) Le doublet de C IV est présent pour toutes les étoiles de l'échantillon.
- 2°) Le doublet de C IV est renforcé dans les classes de haute luminosité et pour les étoiles B0.

- 3°) Les raies de Fe III restent présentes mais sont nettement plus faibles que pour les types B1-B2.
- 4°) Des profils P Cygni très importants apparaissent dans les étoiles supergéantes.

L'importance des contributions relatives de C IV et Fe III de même que la présence éventuelle de profils P Cygni se révèle ainsi un critère sensible de classification spectrale des étoiles des types B0 à B20.

#### 8. Alignement optique des expériences à bord du satellite EXOSAT

Après la réalisation d'une maquette de certification, l'ESA a autorisé la réalisation d'un système modulaire destiné à aligner simultanément les expériences et les appareils auxiliaires montés à bord du satellite EXOSAT. Cet instrument est composé principalement de deux tables optiques orientables à quelques secondes d'arc près, de deux autocollimateurs à laser et d'un jeu d'unités optiques qui génèrent les nombreux faisceaux lumineux nécessaires. Un miroir plan de 1 mètre de diamètre, dont le polissage fait partie du contrat, permet de contrôler le parallélisme des faisceaux.

La mise en fabrication de l'équipement est programmée en 1979. Le système a été conçu de façon à pouvoir opérer sous vide; il peut répondre aux nécessités d'alignement de la plupart des satellites actuellement prévus par l'ESA.

#### 9. Définition de la méthode d'étalonnage du FOC (Faint Object Camera)

L'année 78 a vu le départ du programme d'étude et de construction du FOC. Cet instrument scientifique développé par l'ESA doit être intégré à bord du ST (Space Telescope). Dans le cadre de ce programme, l'Institut d'Astrophysique a été chargé d'étudier les principes

et la procédure d'étalonnage du FOC et de préparer et réaliser cette opération. L'année 78 a été essentiellement consacrée à la définition du mode d'étalonnage.

#### 10. PDA

Le projet d'étalonnage du détecteur bi-dimensionnel de photons (PDA) a, durant l'année 1978, permis la définition des techniques particulières à utiliser avec de tels détecteurs. En parallèle, de très nombreux tests ont été faits avec des entités représentatives en vue de mieux définir tous les modes de fonctionnement. Ces tests ont également permis de mieux comprendre le fonctionnement complexe desdites entités.

#### 11. Programme d'observations solaires par ballons stratosphériques

L'année 1978 a vu le programme d'observations solaires par ballons stratosphériques de l'Institut d'Astrophysique de Liège se concrétiser par la réalisation de 2 vols effectués en septembre-octobre, à partir de la National Scientific Balloon Facility, Palestine, Texas (USA).

La plus grande partie du temps d'observation en altitude a été consacrée à des mesures infrarouges dans des domaines spectraux où les molécules telluriques  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{HOCl}$  présentent des caractéristiques d'absorption intenses.

Au stade actuel de l'exploitation de ces données, nous avons déduit un profil de concentration de  $\text{HCl}$  entre 20.6 et 40 km d'altitude, dont le maximum ( $2.1 \times 10^{-9}$  ppv) se situe au-dessus de 35 km. Des taux de mélange moyens au-dessus de 30.5 km ont également été déduits pour :

$\text{CH}_3\text{Cl} : (1.3 \pm .6) \times 10^{-10} \text{ ppv}$

$\text{HF} : (4.8 \pm .3) \times 10^{-10} \text{ ppv}$

$\text{CO} : (1.6 \pm .4) \times 10^{-8} \text{ ppv}$

Pour  $\text{CH}_4$ , la diminution stratosphérique déjà observée précédemment a été confirmée ( $0.9 \times 10^{-6} \text{ ppv}$  à 31 km;  $0.4 \times 10^{-6} \text{ ppv}$  à 38 km;  $0.3 \times 10^{-6} \text{ ppv}$  au-dessus de 40 km).

Des observations régulières, à partir de la station du Jungfraujoch (Suisse), ont été poursuivies en 1978 en vue de mettre en évidence une éventuelle variation du contenu tellurique de HF et de HCl durant les dernières années; une augmentation moyenne d'environ 10% par an a été notée pour HF en 1977 et 1978; l'augmentation de HCl est moins évidente.



## 12. PUBLICATIONS

- CUCCHIARO, A., JASCHEK, M., JASCHEK, C. : An atlas of ultraviolet spectra; 1978, Publ. Obs. de Strasbourg et Inst. d'Astrophysique de Liège.
- CUCCHIARO, A., MACAU-HERCOT, D., JASCHEK, M., JASCHEK, C. : Spectral classification from the ultraviolet line features of S2/68 spectra. III. Early A-Type Stars; 1978, Astron. and Astrophys. Suppl. 33, 15.
- CUCCHIARO, A., MACAU-HERCOT, D., JASCHEK, M., JASCHEK, C. : Spectral classification from the ultraviolet line features of S2/68 spectra; IV. Late-Type Stars; 1978, Astron. and Astrophys. Suppl. 35, 75.
- GERARD, J.C., MONFILS, A. : The MgII equatorial airglow altitude distribution; 1978, J. Geophys. Res., 83, 4389.
- GERARD, J.C., RUSCH, D.W., HAYS, P.B., FESEN, C.L. : Satellite measurement of the Mg<sup>+</sup> equatorial day airglow, E.O.S. Trans. A.G.U., 59, 1147 (abstract).
- JAMAR, C., MACAU-HERCOT, D., PRADERIE, F. : Absolute ultraviolet spectrophotometry from the TD1 satellite. X. The ultraviolet spectrum of the Ap Stars; 1978, Astron. and Astrophys., 63, 413.
- JAMAR, C. : Ultraviolet variations of the Ap Stars; 1978, Astron. and Astrophys., 70, 379.
- MACAU-HERCOT, D., JAMAR, C., MONFILS, A., THOMPSON, G.I., HOUZIAUX, L., WILSON, R. : Supplement to the ultraviolet bright star spectrophotometric catalogue; 1978, E.S.A. SR 28.
- MALAISE, D. : Investigations on the requirements on alignment and on the necessary installations for the years 1980-1990. E.S.A. Contrat ESTEC 3260/77 (1977).
- MALAISE, D. : Universal alignment system. ESTEC TTM/78/3143 (1979).
- THOMPSON, G.I., NANDY, K., JAMAR, C., MONFILS, A., HOUZIAUX, L., CARNOCHAN, D.J., WILSON, R. : Catalogue of stellar ultraviolet fluxes 1978, Publ. of S.R.C.

RUSCH, D.W., GERARD, J.C., SHARP, W.E. : The reaction of  $N(^2D)$  with  $O_2$  as a source of  $O(^1D)$  atoms in aurorae, 1978, Geophys. Res. Lett. 5, 1043.

RUSCH, D.W., GERARD, J.C. : Satellite measurements of the  $N(^2D)$  emission in aurorae; E.O.S. Trans. A.G.U., 59, 1151 (abstract).

C. Institut Royal Météorologique de Belgique (3, Avenue Circulaire,  
B-1180 Bruxelles).

### 1. Section de Télémétries

La Belgique participe au financement de l'exploitation du système Meteosat, satellite météorologique européen (ESA). Une station SDUS (secondary data users station) a été construite et mise en service à l'I.R.M. - Uccle. Les données (images sectorisées) sont transmises par ligne téléphonique à Zaventem (aéroport national).

La station capable de recevoir des images en haute résolution était en 1978 opérationnelle et les images en provenance du satellite américain NOAA, équipé avec un radiomètre VHRR (Very high resolution radiometer), ont été utilisées pour la prévision du temps.

### 2. Section radiométrie

#### Constante solaire, bilan radiatif de la terre, divergence du flux radiatif

Le programme de recherche a pour but d'obtenir les termes du bilan radiatif qui interviennent en météorologie dynamique, dans l'équation de l'énergétique de la circulation générale de l'atmosphère.

L'un de ces termes est la Constante Solaire. Elle sera déterminée à l'aide d'un radiomètre absolu développé à l'IRM qui sera installé à bord de Spacelab 1. Le prototype de vol est en cours d'essais, la construction de cet instrument se fait en étroite collaboration avec le "Space Science Department" de l'ESTEC. Une première série de tests de caractérisation ont été faits en 1978 au Centre Radiométrique International à Davos (CH). D'autres tests ont eu lieu, après modification au

"Table Mountain Observatory" (Californie, USA) à l'occasion de l'étalonnage par rapport aux radiomètres PMO2 et notre radiomètre CROM2L de l'instrument qui sera installé à bord du "Solar Maximum Mission Satellite".

Les travaux relatifs à la détermination des autres composantes du bilan radiatif c'est-à-dire l'éclairement énergétique sortant et le rayonnement solaire réfléchi se poursuivent. Sur le plan instrumental, l'étude et le développement de radiomètres appropriés (pyrradiomètre et pyranomètre) est en cours. Sur le plan de la mise en oeuvre des plateformes d'observation, satellites ou autres, nous poursuivons notre collaboration avec l'ESA notamment en ce qui concerne le satellite SEOCS et aussi le projet BIRAMIS. Ce dernier devrait permettre la mesure directe du bilan radiatif. Enfin à Alpach (A), ont été jetées les bases d'un Système International Coordonné de satellites pour la mesure du Bilan Radiatif associant les efforts américains et européens.

Les travaux ayant pour but d'observer directement la divergence du flux, tant au sol qu'en altitude, se poursuivent également.

## PUBLICATIONS

- CROMMELYNCK, D., "Utilisation d'un accéléromètre Super Cactus monté sur satellite pour l'observation "directe" du bilan radiatif". European Workshop on Space Oceanography, Navigation and Geodynamics, Schloss Elmau (D) 1978 ESA SP 137 April 1978.
- CROMMELYNCK, D., en collaboration "Sun Earth Observatory and Climatology Satellite (SEOCS) Report on the Phase A Study" European Space Agency DP/PS (78) Paris 1978.
- CROMMELYNCK, D. et NICODEME, O., "Caractéristiques du moniteur de pointage pour le radiomètre absolu de l'expérience 1 ES 021 (SPACELAB) IRM Note Technique n°31, 1978.
- CROMMELYNCK, D., en collaboration "Toward an Internationally Coordinated Earth Radiation budget Satellite Observing system : Scientific Uses and Systems Considerations" Report to ICSU and to JOC for GARP (Report of results of Specialists Meeting on Satellite Observing System for Radiation Budget studies, organized by COSPAR Working Group 6, held at Alpach, AUSTRIA, May 1978). Septembre 1978.

D. Observatoire Royal de Belgique (3, Avenue Circulaire,  
B-1180 Bruxelles).

Géodésie spatiale et Astronomie fondamentale

a. Observations

L'équipement de mesure de l'effet Doppler affectant les signaux radioélectriques transmis par les satellites sur les couples de fréquence 150-400 Mhz et 162-324 Mhz a poursuivi des observations continues.

La station, connue sous le nom de TRANET 021 est intégrée depuis 1972 dans le réseau Tranet organisé par DMATC (Defence Mapping Agency Topographic Center). La participation de l'Observatoire vise plus particulièrement la détection du mouvement du pôle et les fluctuations de la vitesse de rotation de la Terre.

De plus la station a participé à des campagnes particulières sur les satellites Beacon et Seasat tandis que les observations de GEOS 3 ont été poursuivies toute l'année. Des satellites observés le nombres de passages exploités est repris au tableau suivant :

Type de satellite	Passages exploités	But
Transit	5185	Mouvement du pôle
Beacon	1070	Etude des couches basses de l'atmosphère
GEOS-3 Seasat	2190	Géοide terrestre

b. Analyse

- L'analyse des observations acquises au cours de la campagne européenne EDOC-2 a été terminée par la méthode dite du "Single point positioning". Elle est basée sur l'éphéméride fournie par DMATC. Les coordonnées de 37 stations européennes furent ainsi déterminées.
- Une méthode d'analyse par "arc cours" est en développement; cette méthode est destinée à condenser, in situ, les observations Doppler.

## PUBLICATIONS

- PAQUET, P., "Earth Kinematics, General review and needs, techniques and future possibilities", Proceedings of the European Workshop on Space, Oceanography, Navigation and Geodynamics (SONG) ESA-SP-137.
- CAZENAVE, A. et PAQUET, P., "Earth Kinematics Panel - Chairman's report", Proceedings of the European Workshop on Space, Oceanography, Navigation and Geodynamics (SONG) ESA-SP-137.
- PAQUET, P., "Variations of the Doppler results with software and time", Proceedings of the Royal Society "Discussion meeting on satellite Doppler tracking" (sous presse).
- PAQUET, P., "L'utilisation de l'heure en géodésie spatiale", Ciel et Terre, vol. 94, n°5, 1978.