



HAL
open science

**Rapport national sur les travaux français exécutés de
1975 à 1978 dans la discipline
"ionosphère-magnétosphère" : chapitre III de la Section
IV du rapport national présenté à l'A.G. de l'UGGI -
Canberra 1979**

Christian Béghin

► **To cite this version:**

Christian Béghin. Rapport national sur les travaux français exécutés de 1975 à 1978 dans la discipline "ionosphère-magnétosphère" : chapitre III de la Section IV du rapport national présenté à l'A.G. de l'UGGI - Canberra 1979. [Rapport de recherche] CRPE - Document de travail n° 1039, Centre de recherches en physique de l'environnement terrestre et planétaire (CRPE). 1979, 28 p. hal-02191372

HAL Id: hal-02191372

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02191372>

Submitted on 23 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RP 182 (31)

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES
DES TELECOMMUNICATIONS**

**CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**CENTRE DE
RECHERCHES
EN PHYSIQUE DE
L'ENVIRONNEMENT
TERRESTRE
ET PLANETAIRE**

CRPE

**DOCUMENT DE TRAVAIL
CRPE / 1039**

*Rapport National
sur les travaux français
exécutés de 1975 à 1978
dans la discipline
« Ionosphère-magnétosphère »*

*(chapitre III de la section IV
du Rapport National présenté à l'A.G.
de l'UGGI - Canberra 1979).*

par
C. BEGHIN



B

19 JUIN 1979

CENTRE DE RECHERCHE EN PHYSIQUE DE
L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE ET PLANETAIRE

Document de travail CRPE/1039

RAPPORT NATIONAL SUR LES TRAVAUX FRANCAIS
EXECUTES DE 1975 A 1978 DANS LA DISCIPLINE "IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE"
(Chapitre III de la Section IV du Rapport National présenté à l'A.G. de l'UGGI - Canberra 1979)

PAR

C. BEGHIN

C.R.P.E./P.C.E.
45045 - ORLEANS Cédex

Le Chef du Département PCE



C. BEGHIN

Janvier 1979

Le Directeur



J. HIEBLOT

RAPPORT NATIONAL SUR LES TRAVAUX FRANCAIS

EXECUTES DE 1975 A 1978 DANS LA DISCIPLINE "IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE"

(Chapitre III de la Section IV du Rapport National présenté à l'A.G. de l'UGGI - Canberra 1979)

PLAN

	Page
1. MOYENS ET METHODES SPECIFIQUES A L'ETUDE DE L'IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE	1
1.1. Moyens à partir du sol	1
1.2. Moyens in situ	2
1.3. Méthodologie	3
2. DESCRIPTION ET MODELISATION DU MILIEU	5
- Régions D, E et F	5
- Magnétosphère	6
3. ETUDE DES PHENOMENES DYNAMIQUES GLOBAUX	7
3.1. Relations ionosphère-atmosphère neutre	7
3.2. Relations ionosphère-magnétosphère	8
3.3. Relations magnétosphère-milieu interplanétaire	9
4. PROCESSUS MACROSCOPIQUES ET PHENOMENES PARTICULIERS	10
4.1. Caractéristiques, identification et propagation des ondes- localisation des sources	10
4.2. Interactions résonnantes ondes-particules	11
4.3. Instabilités ionosphériques et courants alignés	12
4.4. Processus déclenchés artificiellement	12

BIBLIOGRAPHIE

III. PHENOMENES MAGNETOSPHERIQUES

La finalité de cette discipline est de comprendre les phénomènes et les lois qui régissent la stabilité et la dynamique de tout l'environnement ionisé qui entoure la Terre depuis les basses couches de l'ionosphère jusqu'à l'onde de choc créée par notre planète dans le vent solaire. Les équipes françaises ont réalisé que ces objectifs ne seraient atteints que dans le cadre d'une étroite coopération nationale d'abord, puis internationale. On remarque d'autre part, surtout ces dernières années, un effort de coordination, de synthèse et d'analyse théorique qui a été notamment suscité par une Action Thématique Programmée, placée sous l'égide du CNRS dans le cadre de l'IMS (International Magnetospheric Study), effort qui devrait s'accroître encore dans les années à venir. On a, dans ce rapport, classé les travaux effectués tout d'abord en moyens et méthodes mis en oeuvre, puis description plutôt morphologique du milieu et étude des processus macroscopiques et phénomènes particuliers, tous travaux concourant de manière indispensable à la partie centrale de nos études : les phénomènes globaux fondamentaux (circulation générale des basses couches, circuits électro-moteurs et interaction planète-vent solaire).

1. MOYENS ET METHODES SPECIFIQUES A L'ETUDE DE L'IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE

1.1. MOYENS A PARTIR DU SOL

Les moyens mis en oeuvre dans les Observatoires métropolitains ou d'Outre-Mer, qui constituent un support indispensable à l'étude de la magnétosphère, font l'objet d'un compte-rendu au Chapitre IV. Nous ne soulignerons ici que les singularités propres à l'étude de l'ionosphère-magnétosphère ainsi que les travaux d'amélioration ou de conception de moyens ou méthodes nouvelles.

Parmi les moyens mis en oeuvre au sol, signalons tout d'abord la technique du radar à diffusion incohérente (P. BAUER, 1975) pour l'étude de la thermosphère et des processus dynamiques couplant très étroitement le milieu ionisé et l'atmosphère neutre, de la région D à la région F. Une amélioration importante est apparue dès 1975 avec le système quadristatique : le faisceau vertical de Saint-Santin observé par le grand réflecteur radioastronomique de Nançay est recoupé par les antennes de deux nouvelles stations à Monpazier et Mende. Ce dispositif donne accès aux trois composantes de la vitesse ionique, donc au champ électrique perpendiculaire au champ magnétique.

Les antennes des nouvelles stations permettent en outre une meilleure

résolution temporelle (P. BAUER et al., 1974). La haute résolution temporelle de la mesure de la raie de plasma, permettant d'obtenir les variations de densités et la température électronique, a été mise à profit en particulier pour l'étude des ondes de gravité (D. VIDAL-MADJAR et al., 1975). Toujours par la mesure de la raie de plasma, on a pu mesurer la fonction de distribution des photo-électrons (G. LEJEUNE et KOFMAN, 1977). Enfin l'étude de l'ionosphère aurorale par diffusion incohérente sera incontestablement liée au projet européen EISCAT à partir des années 80 (M. BLANC et PETIT, 1978).

Comme autres techniques permettant d'accéder aux mêmes régions, signalons celle du radar cohérent pour l'étude de la couche E (M. CROCHET, 1977), la rétrodiffusion des ondes décimétriques dans les liaisons grandes distances (A. BOURDILLON et al., 1977) et la technique du radar météorique (R. BERNARD, 1978). Enfin on a mis au point, sous l'égide de l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique, une Station Mobile de Réception des Signaux Géophysiques. Cette station comporte un grand nombre de capteurs (optiques, magnétiques, électromagnétiques) dont certains sont liés par télémesure à la station centrale. Elle a été utilisée au cours de deux campagnes : l'une en Norvège (Novembre-Décembre 1976), l'autre en Islande (Juillet-Septembre 1977), en liaison avec le satellite GEOS-1 (S. PERRAUT et al., 1978 a).

1.2. MOYENS IN-SITU

Dès le début de l'ère spatiale la discipline a largement utilisé les ballons, fusées sondes et satellites permettant l'investigation in-situ. Ces moyens, accessibles à la communauté française, sont essentiellement internationaux depuis 1975, sous l'égide du CNES (agence française), de l'ESA (agence européenne), de la NASA (agence US), de l'INTERCOSMOS (agence soviétique) etc.....

On trouvera dans l'analyse des travaux ci-dessous référence à nombre de ces moyens, citons cependant les plus importants d'entre eux qui feront date dans les grandes entreprises de la discipline par la participation qu'y ont prise plusieurs laboratoires français.

En janvier-février 1975 fut réalisée l'expérience ARAKS (F. CAMBOU et al., 1978) sous l'égide du CNES, de l'INTERCOSMOS et des TAAF consistant dans le tir de deux fusées sondes depuis l'île de Kerguelen pour étudier les phénomènes induits par l'injection artificielle de faisceaux d'électrons (voir § 4.4.). En avril 1977 fut lancé le premier satellite GEOS sous l'égide de l'ESA, qui, par suite d'une défaillance du lanceur américain ne fut pas placé sur orbite géostationnaire, mais fut suivi en juillet 1978 par GEOS 2, placé correctement sur orbite. Plusieurs équipes françaises ont été impliquées dans la totalité de la mission de

ces satellites : étude des ondes et du plasma magnétosphérique (K. KNOTT, 1975) (voir § 2, 3.2. et 4.1.).

Enfin en octobre 1977 a été lancé le couple de satellites ISEE A et B sous l'égide de l'ESA et de la NASA pour l'étude des interactions soleil-terre et des régions de transition, impliquant également trois équipes françaises (A.C. DURNEY, 1978) (voir § 1.3., 3.3. et 4.1.).

1.3. METHODOLOGIE

- Performances des instruments

L'extension des possibilités de la technique du radar à diffusion incohérente a été étudiée pour la mesure des courants alignés le long du champ magnétique grâce au déplacement Doppler de la raie plasma (P. BAUER et al., 1976), voire son utilisation à bord d'un engin spatial (M. BLANC et al., 1976).

Une technique d'asservissement rapide utilisant le principe de la sonde de Langmuir a été développée dans le but de mesurer le potentiel plasma par rapport au potentiel de référence d'un engin spatial avec une bonne résolution temporelle (J.L. MICHAU, 1977). La technique des sondes à plasma, basée sur la mesure de l'impédance mutuelle autour des résonances de plasma, a fait l'objet de nombreuses études théoriques et expérimentales soit pour élargir le champ des paramètres accessibles in-situ (densité, température, conductivité, vitesse de dérive et caractérisation des plasmas non maxwelliens), soit pour augmenter la précision des mesures (R. POTTELETTE et al., 1975 ; R. DEBRIE et al., 1976 ; E. MICHEL, 1976 ; L.R.O. STOREY et MALINGRE, 1976 ; R. DEBRIE et al., 1977 ; P.M.E. DECREAU et DEBRIE, 1977 ; M. MALINGRE et STOREY, 1977).

Cette technique a été mise en oeuvre sur fusées sondes (C. BEGHIN et al., 1976) et à bord des satellites GEOS (P.M.E. DECREAU et al., 1978 a). La comparaison avec d'autres techniques mises en oeuvre simultanément à bord de GEOS 1 a permis d'estimer la qualité des diagnostics du plasma thermique dans la magnétosphère (P.M.E. DECREAU et al., 1978 b) ainsi que l'identification d'ondes électrostatiques naturelles (P.J. CHRISTIANSEN et al., 1978 a). Parallèlement, on a étudié théoriquement le comportement d'antennes électriques vis-à-vis du micro-champ d'ondes électrostatiques d'un plasma en équilibre thermique en vue de développer des sondes donnant accès à la fonction de distribution (R. POTTELETTE et al., 1977).

La technique des sondes à relaxation, basée sur l'excitation des résonances du plasma, a de la même façon fait l'objet d'études systématiques sur son comportement autour de la fréquence plasma et des harmoniques de la fréquence à l'occasion de tirs sur fusées sondes (J. BITOUN et al., 1975 ; B. HIGEL, 1975 ; B. HIGEL et de FERAUDY, 1977). Installée à bord des satellites GEOS (J. ETCHETO, 1976)

et ISEE, et bénéficiant d'un système automatique de poursuite des résonances (B. HIGEL, 1978 b) cette technique s'est révélée extrêmement précise pour la mesure de la densité électronique, de l'intensité du champ magnétique et pour l'identification des ondes naturelles (J. ETCHETO et PETIT, 1977 ; J. ETCHETO et BLOCH, 1978 ; P.J. CHRISTIANSEN et al., 1978 a).

Une extension de cette technique aux très basses fréquences autour de la fréquence de résonance hybride basse, a été étudiée à partir des résultats du sondeur installé à bord du satellite ISIS 2 (M. HAMELIN et BEGHIN, 1976 ; M. HAMELIN, 1978).

Enfin, on a développé et mis en oeuvre une nouvelle technique de mesure de densité électronique intégrée entre les deux satellites ISEE A et B, basée sur la propagation de deux ondes au-delà de la fréquence plasma (C.C. HARVEY et al., 1978) ; cette technique, combinée avec le sondeur à relaxation, est destinée à l'étude du vent solaire et aux régions de transition.

- Traitement du signal

Des recherches sur la détermination de la fréquence instantanée d'un signal, ont conduit à la mise au point d'un appareil analogique fournissant amplitude, fréquence et phase instantanées d'un ou plusieurs signaux (C. BERTHOMIER, 1975, 1976 ; C. BERTHOMIER et CORNILLEAU-WEHRLIN, 1975). Cet appareil a été utilisé pour la détermination des directions de normales d'onde instantanées de signaux naturels TBF (N. CORNILLEAU-WEHRLIN et al., 1976), et a des applications dans d'autres domaines (C. DEMARS et al., 1978).

En étendant le concept de fréquence instantanée (et de temps de groupe) à un signal pourvu d'une largeur de bande (et d'une durée) intrinsèques, une méthode originale d'analyse du signal qui concentre l'énergie autour du point de puissance instantanée maximale a été développée (K. KODERA, 1976 ; K. KODERA et al., 1976 ; K. KODERA et al., 1978). Un organigramme de calcul a été mis au point, fondé sur la représentation complexe d'un signal polarisé à deux composantes et permettant de déterminer la polarisation instantanée de signaux variant dans le temps (K. KODERA, 1976). L'application de cette méthode à l'analyse des signaux UBF observés en deux points conjugués au sol a permis de mettre en évidence les caractéristiques complexes de la polarisation de ces ondes à diverses fréquences (K. KODERA et al., 1977 ; C. de VILLEDARY et al., 1977). Enfin cette méthode est en cours d'application aux signaux TBF et UBF détectés par les satellites GEOS.

Par ailleurs, des études théoriques ont montré comment on peut déterminer expérimentalement la répartition de la densité d'énergie des ondes, en fonction des variables fréquence et direction de la normale d'onde ; ces méthodes ont été appliquées à l'analyse des données du satellite OGO-5 sur le "souffle" TBF (F. LEFEUVRE, 1977) et sont en cours d'application pour l'analyse des données des satellites GEOS.

Enfin une méthode basée sur la mesure de cohérence et d'écart en temps a été développée pour préciser les relations entre les signaux de la gamme UHF captés au sol en des points éloignés (~ 1000 km) ou simultanément au sol et en satellite (A. KNOB et LACOUME, 1977 a et 1977 b).

2. DESCRIPTION ET MODELISATION DU MILIEU

- Régions D, E et F

En ce qui concerne les constituants neutres, le compte-rendu des recherches dans ces régions figure au chapitre précédent. On fera état ici essentiellement des aspects relatifs à la description et à la modélisation du milieu ionisé. Quant aux phénomènes électro-dynamiques et couplages entre les deux milieux, on en rendra compte aux paragraphes 3.1. et 4.3.

En combinant des données expérimentales de sources variées (freinage des satellites, diffusion incohérente, spectroscopie de masse in-situ etc.....) on a pu élaborer des modèles de la thermosphère (D. ALCAYDE et al., 1978) et comparer les mesures obtenues par différentes techniques. C'est ainsi que les mesures de température électronique tirées du spectre de diffusion incohérente ont été comparées avec celles des mesures in situ du satellite AE-C. L'écart systématique moyen de T_e , de 10 % en excès aux moyennes latitudes pour les sondes spatiales, est renforcé aux altitudes élevées et dans la plasmopause. Cet écart s'expliquerait par la distribution non-maxwellienne au niveau des sondes spatiales (R.F. BENSON et al., 1977). D'autre part, une comparaison des températures électroniques et ioniques de nuit à Saint-Santin fait apparaître un déficit de la température des électrons d'environ 15° K, expliqué par l'excès des pertes par conduction électrons-neutres sur les frottements électrons-ions (C. MAZAUDIER et BAUER, 1976).

En zones aurorale et polaire, un effort a été entrepris dans le cadre de la coopération franco-soviétique pour une meilleure connaissance de l'ionosphère de ces régions. C'est ainsi que le programme SAMBO I (1974) avait pour but d'étudier l'ionosphère aurorale en période d'orage magnétique par la multiplication des ballons volant simultanément, chacun des ballons se comportant comme un véritable observatoire flottant capable d'enregistrer à la fois le rayonnement X de freinage généré par les électrons précipités, les émissions lumineuses qui en résultent et les champs électriques ionosphériques qui leur sont associés (I.A. ZHULIN et al., 1978). En particulier la distribution du champ électrique ionosphérique dans les diverses phases orageuses et les situations calmes a été comparée aux prévisions des modèles théoriques. A la frontière Nord de la zone aurorale, des tirs de fusées sondes

soviétiques ont été effectués depuis l'île de Heyss (URSS) au cours des campagnes IPOCAMP I (1974) et II (1976), comportant des mesures de profils de densité et de température électroniques et de champs électriques (E. MICHEL et al., 1975 ; C. BEGHIN et al., 1976).

En ce qui concerne la modélisation de la région F, à partir du modèle CCIR qui fournit l'altitude $h_m F2$ de la concentration électronique maximum $N_m F2$ en fonction de l'année, du jour, du temps universel (TU), de la latitude et de la longitude et en introduisant la représentation en heure locale plutôt qu'en heure TU, on a mis en évidence des structures très simples qui s'expliquent dans le cadre de la dynamique de la région F. De plus, on a mis en évidence des situations où les quantités $h_m F2$ et $N_m F2$ sont complètement fausses en s'appuyant sur les données optiques - émission à 630 nm de $O(^1D)$ - obtenues par satellites et des explications physiques ont été données (J.W. KING et al., 1975).

- Magnétosphère

La description de la magnétosphère et l'étude des zones de transition (plasmopause, magnétopause et onde de choc) par mesures in-situ ont été rendues accessibles aux équipes françaises grâce aux satellites GEOS et ISEE. La densité et la température électroniques du plasma thermique ont été mesurées avec grande précision pour la première fois par techniques de sondage radioélectrique local (voir § 1.3). Typiquement des densités allant de 0,1 à 70 électrons/cm³ ont été mesurées avec une précision de quelques 10^{-3} el/cm³ (J. ETCHETO et BLOCH, 1978 ; B. HIGEL, 1978 b). La température du secteur diurne, entre 4 et 7 rayons terrestres, a été trouvée beaucoup plus basse qu'escomptée auparavant, typiquement 10.000 à 20.000° K (P.M.E. DECREAU et al., 1978 a). Par ailleurs, l'intensité du champ magnétique local (typiquement 100 γ) est mesurée à quelques 10^{-1} γ près. Une carte statistique de la plasmasphère diurne autour de la plasmopause a été établie et les modèles seront affinés au fur et à mesure des dépouillements en cours.

En ce qui concerne le plasma chaud, les mesures effectuées à bord du satellite GEOS 1 ont montré que des électrons et des ions (~ 1 KeV) s'écoulent le long des lignes de force sur la face diurne de la magnétosphère, de l'ionosphère vers le plan équatorial, au cours des orages magnétiques. Un écoulement dans la direction opposée a été aussi mis en évidence, uniquement composé de protons. La transition entre ces 2 écoulements, au niveau du satellite GEOS, se produit en une fraction de seconde. Par ailleurs les fonctions de distributions électroniques ont été comparées aux émissions électrostatiques au-dessus de la gyrofréquence électronique. Ces nouveaux résultats, présentés lors de l'ESLAB Symposium à Innsbrück (juin 1978), seront édités en 1979.

3. ETUDE DES PHENOMENES DYNAMIQUES GLOBAUX

3.1. RELATION IONOSPHERE-ATMOSPHERE NEUTRE

- Transfert d'énergie du milieu neutre au milieu ionisé

L'étude des variations des profils de densité et de température ioniques a fait apparaître le transfert d'énergie de l'atmosphère neutre inférieure vers la thermosphère par l'intermédiaire d'ondes de gravité (F. BERTIN et al., 1975 ; L. BERTEL et al., 1976). Une étude théorique (D. VIDAL-MADJAR, 1978 a, 1978 b, 1978 c ; D. VIDAL-MADJAR et al., 1978) a porté sur la résolution des équations de transfert des ondes de moyennes et courtes périodes dont la source résulterait de l'interaction non-linéaire de deux ondes de l'aérojet troposphérique. Par ailleurs, des ondes acoustico-gravitationnelles engendrées par une éclipse totale de soleil ont été détectées pour la première fois à l'occasion de l'éclipse du 30 juin 1973 en Afrique et interprétées théoriquement (P. BROCHE et CROCHET, 1975 ; P. BROCHE et al., 1976).

- Couplages électro-dynamiques

Beaucoup plus nombreux, ces types de couplages font intervenir un transfert d'énergie du milieu ionisé au milieu neutre et vice-versa, via les forces électro-magnétiques, avec une source apparente soit dans la magnétosphère, soit dans l'atmosphère. Parmi ces processus, citons tout d'abord la travaux sur l'induction des courants et champs électriques produits aux basses et moyennes latitudes par effet dynamo ionosphérique (M. BLANC et AMAYENC, 1976). Une étude des variations diurnes et saisonnières de la dérive induite par champ électrique est en cours afin de dissocier les effets d'origine magnétosphérique liés à la convection ou à la co-rotation (J. TESTUD et al., 1975) des effets de marée troposphérique (R. BERNARD, 1978). Les données obtenues par la mesure des trois composantes de vitesse de dérive des ions ont permis d'étudier théoriquement les effets de transport des perturbations aurorales vers les moyennes latitudes (M. BLANC et al., 1977) et à l'échelle semi-globale vis-à-vis du renversement du champ magnétique interplanétaire (M. BLANC, 1978).

La campagne de lancements de ballons SAMBO 1 (voir § 2) a par ailleurs, fourni des mesures sur la dynamique du champ électrique horizontal des zones aurorales en périodes calme et d'orage (I.A. ZHULIN et al., 1978). D'autre part, l'électrojet équatorial a été étudié expérimentalement en latitude et longitude et dans le cadre d'une modélisation de ce type de circulation (M. CROCHET et al., 1976 ; M. CROCHET, 1977 ; J. GAGNEPAIN et al., 1976, 1977). De plus, le phénomène de contre-électrojet a été observé par radar cohérent pour la première fois en 1977.

Par ailleurs, la dynamique et l'extension longitudinale des irrégularités alignées de la région F ont été étudiées des latitudes moyennes aux latitudes aurorales ainsi que leur déplacement vers l'équateur en période d'activité magnétique (A. BOURDILLON et NICOLLET, 1977 ; A. BOURDILLON et al., 1977).

Enfin la variation longitudinale à heure locale constante de l'altitude de concentration maximum de la couche F ($h_m F2$) s'est trouvée corrélée avec celle de l'intensité de l'émission 630 nm de l'oxygène atomique dans les arcs tropicaux mesurée à bord du satellite OGO 4. On a montré que cette distribution particulière résulte de l'effet du vent neutre sur l'ionosphère qui, en fonction de la valeur de la déclinaison magnétique, modifie l'altitude $h_m F2$ expliquant ainsi les effets de longitude observés (G. THUILLIER et al., 1976) .

3.2. RELATIONS IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE

Le problème de la convection au sens large (établissement du circuit électrodynamique entre la magnétosphère et l'ionosphère et modification des caractéristiques de ce circuit par suite des interactions entre ondes et particules ou autres processus non linéaires tels que résistivité anormale, phénomènes de doubles couches...) a été abordé d'une part sous l'aspect de la morphologie du circuit global et d'autre part sous l'aspect de la stabilité du circuit vis-à-vis des interactions ondes-particules ou l'inverse (génération et stabilité des ondes).

A partir des résultats obtenus par le satellite franco-soviétique ARCADE 1 lancé en décembre 1971, l'évolution des spectres en énergie en fonction de la longitude a été étudiée ; elle a permis de montrer que les protons responsables des aurores observées dans le secteur diurne de la magnétosphère étaient originaires d'une région "source" située à l'arrière de la magnétosphère (Y.I. GALPERIN et al., 1976 b). Les variations de l'énergie moyenne des flux de protons de basse énergie mettent en évidence la convection magnétosphérique et les accélérations de type Betatron et Fermi qui l'accompagnent dans le plan équatorial de la magnétosphère (Y.I. GALPERIN et al., 1978). A partir des caractéristiques des précipitations diffuses des électrons de basse énergie ($E < 30$ KeV) dans le secteur nocturne avant minuit de la magnétosphère, on a démontré que la frontière équatoriale de ces précipitations est la projection aux altitudes ionosphériques de la frontière interne du feuillet de plasma (Y.I. GALPERIN et al., 1977 ; V.L. KHALIPOV et al., 1977). Frontière qui, à deux occasions (orages des 13-17 février 1974) était confondue avec la plasmopause et qui d'autre part coïncide avec celle de la dépression électronique de l'ionosphère mesurée à bord d'un autre satellite (M. ERCHOVA et al., 1977).

Par la technique d'analyse des sifflements radioélectriques (Y. CORCUFF, 1975 ; P. CORCUFF, 1977, P. CORCUFF et al., 1977) les mouvements de dérive équatoriale du plasma magnétosphérique ont été étudiés en période de sous-orage et de recouvrement magnétique. L'importance relative et les rôles respectifs des champs électriques d'induction et de convection ont notamment été déterminés (P. CORCUFF, 1978).

Les calculs théoriques (Y.I. GALPERIN et al., 1976 a) des émissions lumineuses des raies de l'hydrogène démontrent qu'il n'est pas possible de retrouver les propriétés initiales (énergie, angle) des faisceaux de protons à partir de profils lumineux expérimentaux obtenus au sol.

En ce qui concerne le problème de la convection étudiée sous le double aspect des trajectoires de particules énergétiques et de leurs interactions avec les ondes, les zones interdites de pénétration des protons ou des électrons après l'établissement d'un champ électrique de convection ont été déterminées (S.W.H. COWLEY et ASHOUR-ABDALLA, 1976 a, b). La variation des paramètres globaux du plasma chaud (anisotropie, énergie caractéristique) a été précisée (S.W.H. COWLEY et ASHOUR-ABDALLA, 1975, 1976 c). Parallèlement, on a déterminé la variation de la fonction de distribution angulaire des protons avec la longitude au cours d'un mouvement de convection (J. SOLOMON, 1975, 1976). On en a déduit la variation du taux d'amplification des ondes cyclotroniques avec la longitude (J. SOLOMON, 1977 ; J. SOLOMON et PELLAT, 1978).

Dans un domaine voisin, l'étude des "échos de dérive" observés au niveau de l'orbite géostationnaire sur les électrons de très haute énergie ($\sim 1 - 2$ MeV) a permis de justifier des modèles simples de champ magnétique non dipolaire et d'étudier les variations des paramètres caractéristiques de ces modèles avec la pression du vent solaire (G. CHANTEUR et al., 1977, 1978).

3.3. RELATIONS MAGNETOSPHERE-MILIEU INTERPLANETAIRE

Au moyen de l'utilisation combinée de mesures magnétiques au sol qui offrent une excellente couverture spatiale et temporelle et des données obtenues par des sondes interplanétaires, on a poursuivi l'étude du couplage magnétosphère-milieu interplanétaire. Ceci a permis la mise en évidence de l'influence de la polarité du champ magnétique interplanétaire sur la variation annuelle et diurne de l'activité magnétique (A. BERTHELIER, 1976).

Par ailleurs, des mesures de champ électrique en ballon ont montré le rôle de la composante azimuthale du CMI (Champ Magnétique Interplanétaire) sur la convection au niveau du cornet polaire ainsi que le comportement à grande échelle de la convection en zone aurorale (HOLEWORTH et al., 1977). L'étude détaillée des mesures d'absorption ionosphériques à Dumont d'Urville (J. LAVERGNAT et al., 1976 ; M. SYLVAIN et al., 1978 ; J. VASSAL et al., 1976) a permis d'identifier certains phénomènes typiques du cornet polaire. Enfin le dépouillement des données du satellite ISIS 2 ainsi que l'analyse des ionogrammes effectués à partir du sol ont mis en évidence deux anomalies de la région F caractéristiques de la frontière calotte polaire-zone aurorale (D. ROUX, 1977).

D'autre part, l'étude de la dynamique du vent solaire et des ondes de choc associées aux éruptions solaires d'août 1972 s'est poursuivie à partir des données de l'expérience CALIPSO-1 lancée en 1972 (F. CAMBOU et al., 1975 b, M. SROCZYNSKA, 1976 ; BOSQUED et al., 1977). La forme des ondes de choc a été déterminée en comparant les résultats de plusieurs satellites et des observations de radiosources (C. d'USTON et al., 1977 a, b ; V.V. TEMNY et al., 1977 ; O.L. VAISBERG et al., 1975 ; G.N. ZASTENKER et al., 1975). Si une onde de choc quasi-sphérique est observée pour les éruptions du 2 août 1972, les ondes de choc suivantes sont non sphériques (G.N. ZASTENKER et al., 1978).

Enfin la mesure des particules énergétiques (K.A. ANDERSON et al., 1978) par le couple de satellites ISEE A et B a démontré que les frontières de la magnétosphère (magnétopause, choc frontal) n'étaient pas stables mais se déplacent à des vitesses variables de quelques km/s à 90 KM/S. Les traversées de l'onde de choc sont identifiées par de grandes augmentations des flux de protons de 2 à 30 KeV ; le résultat nouveau est qu'un flux stable d'électrons accompagne le flux de protons repartant vers l'espace interplanétaire. Les publications de ces résultats récents seront édités en 1979.

4. PROCESSUS MACROSCOPIQUES ET PHENOMENES PARTICULIERS

4.1. CARACTERISTIQUES, IDENTIFICATION ET PROPAGATION DES ONDES, LOCALISATION DES SOURCES

Dans le domaine des perturbations magnétiques de fréquence quasi nulle l'étude des caractéristiques équatoriales des débuts brusques d'orages magnétiques, d'abord effectuée (J. ROQUET, 1975) à partir des données d'Addis-Abéba et de Bangui (1958 à 1972), a été développée (J. ROQUET, 1976) en utilisant les données des 9 stations de la chaîne méridienne Tamanrasset - Binza.

L'enregistrement au sol des variations géomagnétiques UBF (P_c et P_i) a été poursuivi dans les stations de Chambon-la-Forêt et de Garchy (France), ainsi qu'à Addis-Abéba (Ethiopie), accompagné d'interprétations théoriques relatives au rayonnement de sources de pulsation dans un modèle simple de magnétosphère (M. SIX, 1975). Par ailleurs, on a mis en évidence une dérive du point d'émergence des $P_c 1$ dans l'ionosphère, en liaison avec la dérive des particules sources (F. GLANGEAUD et LACOUME, 1976 ; F. GLANGEAUD et al., 1978). Enfin, la diffusion horizontale de ces ondes à partir de leur ligne de force de piégeage a été expliquée en terme de propagation guidée dans des conduits horizontaux, en utilisant la méthode "full-wave" (C. ALTMAN et FIJALKOW, 1978).

Toujours dans la gamme UBF, des pulsations ont été observées à bord des satellites GEOS, avec mesure de leur polarisation et parfois comparaison avec les enregistrements au sol (S. PERRAUT et al., 1978 b ; R. GENDRIN et al., 1978).

Dans le domaine TBF les sifflements reçus par différents satellites au-dessus de l'Europe, entre 300 et 2000 km d'altitude, ont été étudiés (M. TIXIER, 1976 ; M. TIXIER et CHARCOSSET, 1978). Leurs caractéristiques peuvent s'expliquer par divers modes de propagation des ondes TBF dans la magnétosphère : modes non guidé et quasi transverse aux basses latitudes ($L < 2$), modes guidé et partiellement guidé aux moyennes latitudes ($1,5 < L < 3$). Par ailleurs, les mesures d'ondes TBF artificielles effectuées par le satellite FR1, groupées et organisées en fonction de différents paramètres géophysiques, ont montré l'étroite relation existante entre la direction de propagation de l'onde et certaines caractéristiques à grande échelle de l'ionosphère telles que ses variations en longitude et heure locale (L. CAIRO et CERISIER, 1976 ; J.C. CERISIER, 1977).

A bord des satellites GEOS, on a mis en évidence différents types d'ondes électromagnétiques TBF (N. CORNILLEAU-WEHRLIN et al., 1978 a) et les relations qu'elles présentent avec les ondes similaires observées simultanément ou non au sol en un point conjugué (N. CORNILLEAU-WEHRLIN et al., 1978 b). On a également étudié la réception d'un émetteur TBF de grande puissance situé aux Etats-Unis (N. CORNILLEAU-WEHRLIN et al., 1978 c).

Toujours à bord de GEOS, et dans le domaine de fréquences supérieures à la gyrofréquence électronique locale, on a identifié les principales émissions naturelles électrostatiques : $(n + 1/2)f_{ce}$, f_{pe} , f_q (P.J. CHRISTIANSEN et al., 1978 a, b).

Enfin des observations d'ondes naturelles ont été effectuées à bord du satellite ISEE dans le vent solaire, en relation avec la fréquence de plasma locale, résultats récents qui seront édités en 1979.

4.2. INTERACTIONS RESONNANTES ONDES-PARTICULES

Un article de synthèse sur les observations et les théories des interactions (linéaire et non linéaire) dans le domaine des ondes TBF a été publié (R. GENDRIN, 1975 a).

Dans le domaine des interactions électromagnétiques (instabilités cyclotroniques), on a poursuivi l'étude du rôle joué par le plasma froid dans l'amplification des ondes. On a montré que les régions préférentielles d'interactions entre protons et ondes UBF n'étaient pas toujours localisées sur le bord interne de la plasmopause, mais que dans de nombreux cas, les émissions pouvaient prendre naissance à des valeurs de L élevées (R. GENDRIN, 1975 b ; S. PERRAUT et al., 1976).

Les ondes électrostatiques engendrées au voisinage des multiples demi-entiers de la gyrofréquence électronique ont également été étudiées (M. ASHOUR-ABDALLA, 1975 ; M. ASHOUR-ABDALLA et al., 1975). Pour des fonctions de

distribution particulières des électrons chauds, il a été possible de calculer les fréquences et nombre d'ondes des modes les plus instables en fonction des rapports de densité et de température des plasmas "chaud" et "froid" (M. ASHOUR-ABDALLA et KENNEL, 1975, 1976 a et b).

La phase non linéaire des interactions a été étudiée principalement dans le cas de l'interaction d'une distribution d'électrons avec une onde monochromatique intense se propageant dans le mode des sifflements. On a appliqué un formalisme mis au point antérieurement et obtenu une théorie analytique complète de la génération des ondes TBF déclenchées (A. ROUX, 1975 ; A. ROUX et PELLAT, 1976, 1978).

4.3. INSTABILITES IONOSPHERIQUES ET COURANTS ALIGNES

Les instabilités de plasma à deux faisceaux et en champs croisés engendrées dans l'électrojet équatorial ont été étudiées au Tchad et en Ethiopie (C. HANUISE et CROCHET, 1977 et 1978).

L'étude théorique des irrégularités de la couche E de l'ionosphère équatoriale s'est poursuivie, du point de vue des phénomènes non-linéaires (A. ROGISTER et JAMIN, 1975) et de la convection en milieu faiblement inhomogène en faisant ressortir l'influence prépondérante de la composante de vitesse de groupe des ondes, parallèle au champ magnétique (E. JAMIN et KENNEL, 1976).

Dans la couche E, à la frontière entre la calotte polaire et l'anneau auroral, on a mis en évidence des instabilités associées à des fluctuations de densité de forte intensité ($\sim 10\%$) mesurées in-situ au cours de la campagne IPOCAMP 1 (C. BEGHIN et al., 1976) suscitant leur étude dans le cadre de deux autres campagnes (1976 et 1979).

Dans la couche F de moyenne latitude des instabilités associées à des fluctuations de densité de faible intensité ($< 1\%$) ont été mises en évidence in-situ au cours des campagnes EIDI (B. HIGEL, 1975).

Dans la magnétosphère enfin, des fluctuations de densité ($\geq 1\%$) de courte échelle ($\geq 150 - 300$ m) ont été mises en évidence dans les zones de transition : plasmopause et flots de plasma détachés (B. HIGEL, 1978 b).

Une étude théorique sur la fonction de distribution des vitesses des électrons dans un courant aligné a montré qu'elle peut s'écarter très significativement de la forme couramment admise d'une maxwellienne déplacée (N. SINGH, 1978).

4.4. PROCESSUS DECLENCHES ARTIFICIELLEMENT

Dans la basse ionosphère, les ondes acoustiques engendrées par explosions nucléaires ont été étudiées et un modèle précis d'excitation et de propagation de ces ondes a été élaboré (P. BROCHE, 1977).

Dans un autre domaine une expérience d'interaction onde-onde dans l'ionosphère à partir du sondeur à diffusion incohérente de Saint-Santin a montré que les effets non linéaires pouvaient être utilisés à des fins de diagnostic du plasma ionosphérique : densité et vitesse électroniques du plasma froid (J. LAVERGNAT et al., 1977).

Amorcée avec l'expérience ZARNITZA (F. CAMBOU et al., 1975 a), la participation des équipes françaises aux expériences actives d'injection de faisceaux de particules dans la magnétosphère s'est poursuivie avec l'expérience ARAKS. Deux tirs de fusée ont eu lieu depuis les îles Kerguelen. L'un dirigé vers le nord magnétique où l'accent était mis dans les mesures ondes, l'autre dirigé vers l'est magnétique dont l'objectif était plus particulièrement l'étude des particules avec comme principale retombée la détermination exacte du point géomagnétique conjugué, point miroir des particules. Par ailleurs, il s'est avéré que le problème de la dynamique d'un faisceau d'électrons était un problème complexe dont l'incidence sur les retombées géophysiques des telles expériences était fondamentale. Des résultats nouveaux sur l'influence de la neutralisation du canon à électrons ont été obtenus (F. CAMBOU et al., 1978). En ce qui concerne les ondes déclenchées, on a fait une analyse détaillée des processus d'émission cohérente ainsi que des instabilités en dimensions finies (J. LAVERGNAT et al., 1977 ; PELLAT et al., 1976).

- BIBLIOGRAPHIE -

- ALCAYDE D., "Structure et thermodynamique de la thermosphère à moyenne latitude", Thèse de Doctorat ès Sciences Physiques, Toulouse, 1975.
- ALCAYDE D. et P. BAUER, "Modélisation des concentrations d'oxygène atomique observées par diffusion incohérente", Ann. Géophys., 33, 305-320, 1977.
- ALCAYDE D., J. FONTANARI et P. AMAYENC, "Bilan thermodynamique de la thermosphère à moyenne latitude", Ann. Géophys., 33, 289-303, 1977.
- ALCAYDE D., P. BAUER, A. HEDIN, J.E. SALAH, "Compatibility of seasonal variations in mid-latitude thermospheric models at solar maximum and low geomagnetic activity", J. Geophys. Res., 83, 1141-1144, 1978.
- ALTMAN C. and E. FIJALKOW, "Propagation of PC1 micropulsations in horizontal ionospheric ducts", Space Research XVIII, Pergamon Press, 305-308, 1978.
- AMAYENC P., D. ALCAYDE and G. KOCKARTS, "Solar EUV heating and dynamical processes in the mid-latitude thermosphere", J. Geophys. Res., 80, 2887-2891, 1975.
- AMAYENC P., "Mouvements thermosphériques de grande échelle - Etude par diffusion incohérente à moyenne latitude", Thèse d'Etat, Paris VI, 1975.
- ANDERSON K.A., R.P. LIN, G.K. PARKS, C.S. LIN, H. REME, J.M. BOSQUED and F. MARTEL, "An experiment to Study Energetic Particle Fluxes In and Beyond the Earth's Outer Magnetosphere", Geoscience Electronics, GE-16, 213-216, 1978.
- ASHOUR-ABDALLA M., "Instability theory of electrostatic half-harmonic electron gyrofrequency waves in the magnetosphere" : a review, Ann. Geophys., 31, 151-158, 1975.
- ASHOUR-ABDALLA M., G. CHANTEUR and R. PELLAT, "A contribution to the theory of the electrostatic half-harmonic electron gyrofrequency waves in the magnetosphere", J. Geophys. Res., 80, 2775-2782, 1975.
- ASHOUR-ABDALLA M. and C.F. KENNEL, "VLF electrostatic waves in the magnetosphere", in Physics of the Hot Plasma in the Magnetosphere, ed. by B. Hultqvist and L. Stenflo, Plenum Pub. Co., New-York, 201-227, 1975.
- ASHOUR-ABDALLA M. and C.F. KENNEL, "VLF electrostatic waves in the magnetosphere of Earth and Jupiter", in "The Scientific Satellite Programme during the IMS", ed. by K. Knott and B. Battrik, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland, 305-325, 1976 a.
- ASHOUR-ABDALLA M. and C.F. KENNEL, "Convective cold upper hybrid instabilities", in "Particles and Fields in the Magnetosphere", ed. by B.M. McCormac, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland, 181-196, 1976 b.

- BAUER P., WALDTEUFEL, P., VIALLE, C., "The french quadrastatic incoherent scatter facility", *Radio Science*, 9, 2, 1974.
- BAUER P., "Theory of waves incoherently scattered", *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A 280, 167-191, 1975.
- BAUER P., K. COLE and G. LEJEUNE, "Field-aligned currents and their measurement by incoherent scatter technique", *Planet Space Sci.*, 24 (5), 479-485, 1976.
- BEGHIN C., J.J. BERTHELIER, J. COVINHES, R. DEBRIE, M. HAMELIN, C. RENARD, A. GONFALONE, Y.F. IVANOV, A.A. POKHUNKOV, V.P. TESLENKO and G.F. TULINOV, "Electron temperature and density profiles and fluctuations of electron density obtained by a rocket experiment in the polar ionosphere", *Space Research XVI*, Akademie-Verlag, Berlin, 453-456, 1976.
- BENSON F., P. BAUER, L.H. BRACE, H.C. CARLSON, J. HAGEN, W.B. HANSON, W.R. HOEGY, M.R. TORR, R.H. WAND, V.B. WICKWAR, "Electron and ion temperatures. A comparison of ground based incoherent scatter and AE.C satellite measurements", *J. Geophys. Res.* 82, 36, 1977.
- BERNARD R., "Etude de la variabilité des marées atmosphériques - Mesure par radar météorique et sondeur à diffusion incohérente", Thèse de Doctorat d'Etat, Paris VI, 1978.
- BERTEL L., F. BERTIN et J. TESTUD, "De la mesure du contenu électronique intégré appliqué à l'observation des ondes de moyenne échelle", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 37 (3), 261-270, 1976.
- BERTHELIER A., "Influence of the polarity of the interplanetary magnetic field on the annual and diurnal variations of magnetic activity", *J. Geophys. Res.*, 81, 25, 4546-4551, 1976.
- BERTHOMIER C., "Sur une méthode d'analyse de signaux", *Ann. Géophys.*, 31, 239-252, 1975.
- BERTHOMIER C. et N. CORNILLEAU-WEHRLIN, "Publication de la notion de signal analytique à la détermination de l'amplitude et de la fréquence instantanée d'un signal", *Ann. Télécom.*, 30, 224-230, 1975.
- BERTHOMIER C., "Représentation d'un signal dans un plan fréquence instantané-temps", Thèse d'Etat, Paris VI, 1976.
- BERTIN F., J. TESTUD and L. KERSLEY, "Medium scale gravity waves in the ionospheric F-region and their possible origin in weather disturbance", *Planet Space Sci.*, 23 (3), 493-507, 1975.
- BERTIN F., K.A. HUGUES and L. KERSLEY, "Atmospheric waves induced by an eclipse", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 39 (4), 457-461, 1977.
- BERTIN F., J. TESTUD, "Jet stream et ondes de gravité, une étude expérimentale", *La météorologie*, Nov. 1977.
- BITOUN J., L. FLEURY and B. HIGEL, "Theoretical study of gyroresonances with application to rocket experiments", *Radio Sci.*, 10, 875-889, 1975.

- BLANC M. and P. AMAYENC, "Contribution of incoherent scatter radar to the study of middle and low latitude electric fields", in Atmospheric Physics from Spacelab Edit. Burger (Reidel, Netherlands), 61-90, 1976.
- BLANC M., P. BAUER and G. LEJEUNE, "Field-aligned currents measured by incoherent scatter on board of Spacelab", in Atmospheric Physics from Spacelab, Edit. Burger (Reidel, Netherlands), 281-296, 1976.
- BLANC M., P. AMAYENC, P. BAUER, C. TAIEB, "Electric fields induced drifts from the french incoherent scatter facility", J. Geophys., Res., 82, 87, 1977.
- BLANC M., "Mid-latitude convection electric fields and their relation to ring current development", Geophys. Res. Lett. 5/3, 203-206, 1978.
- BLANC M. et M. PETIT, "Un "chat" bien adapté au Grand Nord", La Recherche, 90, 576-579, 1978.
- BOSQUED J.M., A. ZERTZALOV, C. d'USTON, O.L. VAISBERG, "Study of alpha component dynamics in the solar wind using the Prognoz satellite", Solar Physics, 51, 231, 1977.
- BOURDILLON A., M. NICOLLET, "Observation d'une P.I.I. par la propagation directe $1F_D$ ", Ann. Géophys., 33 (3), 321-328, 1977.
- BOURDILLON A., J. DELLOUE, M. GARNIER, M. NICOLLET, "Etudes radio-électriques de la propagation des perturbations ionosphériques itinérantes de moyenne période entre Tromsøe et Valensole", Ann. de Géophys., 33 (3), 269-280, 1977.
- BROCHE P., M. CROCHET, "Génération of atmospheric gravity waves by the 30 June 73 Solar eclipse in Africa", J.A.T.P., 37, 1371-1374, 1975.
- BROCHE P., M. CROCHET and J.C. de MAISTRE, "Gravity waves generated by the 30 June 1973 Solar eclipse in Africa", J.A.T.P., 38, 1361-1364, 1976.
- BROCHE P., "Propagation des ondes acoustico-gravitationnelles excitées par des explosions", Ann. Géophys., 33 (3), 281-288, 1977.
- BROCHE P., M. CROCHET and J. GAGNEPAIN, "Neutral winds and phase velocity of the instabilities in the equatorial electrojet", J.G.R., 83, 1145-1146, 1978.
- CAIRO L. et J.C. CERISIER, "Experimental study of ionospheric electron density gradients and their effect on VLF propagation", J. Atmosph. Terr. Phys., 38, 27-36, 1976.
- CAMBOU F., V.S. DOKOUKINE, V.N. ICHENKO, G.G. MANAGADZE, V.V. MIGULIN, O.K. NAZARENKO, A.T. NEXMYANOVITVH, A.Kh. PYATSI, R.S. SAGDEEV, I.A. ZHULIN, "The ZARNITZA rocket experiment on electron injection", Space Research XV, Akademie Verlag, Berlin, 491-500, 1975 a.
- CAMBOU F., O.L. VAISBERG, H. ESPAGNE, V.V. TEMNY, D. d'USTON, G.N. ZASTENKER, "Characteristics of interplanetary plasma near the Earth observed during the solar events of August 1972", Space Research XV, Akademie Verlag, Berlin, 461-469, 1975 b.

- CAMBOU F., J. LAVERGNAT, V. V. MIGULIN, A. I. MOROZEV, B. E. PATON, R. PELLAT, A. Kh. PYATSI, H. REME, R. Z. SAGDEEV, W. R. SHELDON and I. A. ZHULIN, "ARAKS - Controlled or puzzling experiment", *Nature*, 271, 723-726, 1978.
- CERISIER J. C., "Comments on "The theory of VLF Doppler signatures and their relation to magnetospheric density structure" by B. C. EDGAR, *J. Geophys. Res.*, 82 (22), 3337-3338, 1977.
- CHANTEUR G., R. GENDRIN and S. PERRAUT, "Experimental study of high-energy electron drift echoes observed on board ATS-5", *J. Geophys. Res.*, 82, 5231-5242, 1977.
- CHANTEUR G., R. GENDRIN and S. PERRAUT, "High-energy drift echoes at the geostationary orbit", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 40, 367-371, 1978.
- CHRISTIANSEN P. J., M. P. GOUGH, G. MARTELLI, J. J. BLOCH, N. CORNILLEAU-WEHRLIN, J. ETCHETO, R. GENDRIN, D. JONES, C. BEGHIN, P. DECREAU, "GEOS-1 : Identification of natural magnetospheric emissions", *Nature*, 272, 682-686, 1978 a.
- CHRISTIANSEN P. J., M. P. GOUGH, G. MARTELLI, J. J. BLOCH, N. CORNILLEAU-WEHRLIN, J. ETCHETO, R. GENDRIN, C. BEGHIN, P. DECREAU, D. JONES, "GEOS-1 : Observations of electrostatic waves and their relationships with plasma parameters", *Space Sci. Rev.*, 22, 383-400, 1978 b.
- CORCUFF P., "Méthodes d'analyse des sifflements électroniques : 1. Application à des sifflements théoriques", *Ann. Géophys.*, 33, 443, 1977.
- CORCUFF P., CORCUFF Y. et TARCSAI G., "Méthodes d'analyse des sifflements électroniques : 2. Application à des sifflements observés au sol", *Ann. Geophys.*, 33, 455, 1977.
- CORCUFF P., "Contribution à l'étude de la convection magnétosphérique et de la dynamique de la plasmasphère (en particulier, au moyen de données de satellites et de sifflements radioélectriques)", Thèse d'Etat, Poitiers, 1978.
- CORCUFF, Y., "Probing the plasmopause by whistlers", *Ann. Geophys.*, 21, 53, 1975.
- CORNILLEAU-WEHRLIN N., J. ETCHETO and R. K. BURTON, "Detailed analysis of magnetospheric ELF chorus : preliminary results", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 38, 1201-1210, 1976.
- CORNILLEAU-WEHRLIN N., R. GENDRIN, F. LEFEUVRE, A. BAHNSEN, E. UNGSTRUP, R. J. L. GRARD, D. JONES and W. GIBBONS, "VLF electromagnetic waves observed on board GEOS-1", *Space Sci. Rev.*, 22, 371-382, 1978 a.
- CORNILLEAU-WEHRLIN N., R. GENDRIN and M. TIXIER, "VLF waves : conjugated ground-satellite relationships", *Space Sci. Rev.*, 22, 409-432, 1978 b.
- CORNILLEAU-WEHRLIN N., R. GENDRIN and R. PEREZ, "Reception of the NKL (Jim Creek) transmitter on board GEOS-1", *Space Sci. Rev.*, 22, 443-452, 1978 c.

- COWLEY S.W.H. and M. ASHOUR-ABDALLA, "Adiabatic plasma convection in a dipole field : variation of plasma bulk parameters with L", *Planet Space Sci.*, 23, 1527-1549, 1975.
- COWLEY S.W.H. and M. ASHOUR-ABDALLA, "Adiabatic plasma convection in a dipole field : electron forbidden zone effects for a simple electric field model", *Planet Space Sci.*, 24, 805-819, 1976 a.
- COWLEY S.W.H. and M. ASHOUR-ABDALLA, "Adiabatic plasma convection in a dipole field : proton forbidden zone effects for a simple electric field model", *Planet Space Sci.*, 24, 821-833, 1976 b.
- COWLEY S.W.H. and M. ASHOUR-ABDALLA, "The structure of the outer radiation zone in a simple model of the convecting magnetosphere", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 38, 1047-1053, 1976 c.
- CROCHET M., C. POMAN and C. HANUISE, "Radar profiles of the equatorial electrojet", *Geophys. Research Letters*, 3, 673-676, 1976.
- CROCHET M., "Radar studies of longitudinal differences in the equatorial electrojet : a review", *J.A.T.P.*, 39, 1103-1117, 1977.
- DEBRIE R., ARNAL Y. and ILLIANO J.M., "Measurement of low electronic temperatures in unmagnetized plasmas", *Phys. Lett.*, 56 A, 95-96, 1976.
- DEBRIE R., DECREAU P.M.E. and ARNAL Y., "Measurement of low electronic temperature in weakly magnetized plasma", *Phys. Lett.*, 61 A, 457-458, 1977.
- DECREAU P.M.E. et DEBRIE R., "Diagnostics dans les plasmas de densité et température électroniques faibles par mesure d'impédance mutuelle (sonde quadripolaire) et d'impédance propre (dipôle double sphère)", *Rev. Phys. Appl.* 12, 1043-1047, 1977.
- DECREAU P.M.E. BEGHIN C. and PARROT M., "Electron density and temperature as measured by the mutual impedance experiment on board GEOS 1", *Space Sci. Rev.*, 22, 581-596, 1978 a.
- DECREAU P.M.E., ETCHETO J., KNOTT K, PEDERSEN A., WRENN G.L. and YOUNG D.T., "Multi-experiment determination of plasma density and temperature", *Space Sci. Rev.*, 22, 633-646, 1978 b.
- DEMARS C., C. BERTHOMIER and M. GOUSTARD, "A few results about the ontogenesis of the "great call" of gibbons (*Hylobates Concolor*)" in "Recent Advances in Primatology", 1, Academic Press, London, 827-830, 1978.
- DURNEY A.C., "The international Sun-Earth Explorer (ISEE) Mission", ESA/ASE, Bulletin n° 12, 12-23, 1978.
- ERCHOVA M., M. ZOZIMOVA, J. CRASNIER, E. BLANC, J.A. SAUVAUD, "Mesure par spectrométrie de masse effectuée à bord du satellite OREOL 2", *Kosmich, Issled (La Recherche Spatiale, en russe)*, 38, 279-286, 1977.
- ETCHETO J., "Diagnostics of spatial plasmas with a relaxation sounder", in "The scientific satellite program during the IMS", ed. by K. Knott and B. Battrock, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland, 1976.

- ETCHETO J. et M. PETIT, "Une nouvelle méthode de caractérisation du plasma magnétosphérique", C.R. Acad. Sci., série B, 285, 329, 1977.
- ETCHETO J. and BLOCH J.J., "Plasma density measurement from the GEOS 1 relaxation sounder", "Space Sci. Rev.", 22, 597-610, 1978.
- GAGNEPAIN J., M. CROCHET, A. RICHMOND, "Theory of longitudinal variations in the equatorial electrojet", J.A.T.P., 38, 279-286, 1976.
- GAGNEPAIN J. A.D. RICHMOND, M. CROCHET "Comparison of equatorial electrojet models", J.A.T.P., 39, 1119-1124, 1977.
- GALPERIN Yu.I., R.A. KOVRAZHKIN, Yu.I., PONOMAREV, J. CRASNIER, J.A. SAUVAUD, "Pitch angle distributions of auroral protons", Ann. Geophys., 32, 109-115, 1976 a.
- GALPERIN Yu.I., N.V. JORJIO, R.A. KOVRAZHKIN, F. CAMBOU, J.A. SAUVAUD, J. CRASNIER, "On the origin of auroral protons at the day-side auroral oval", Ann. Geophys., 32 (2), 117-129, 1976 b.
- GALPERIN Yu.I., J. CRASNIER, Y.V. LISSAKOV, L.M. NIKOLAENKO, V.M. SINITSIN, J.A. SAUVAUD, V.L. KHALIPOV, "Zone aurorale diffuse : 1°, Modèle de la frontière équatoriale de la zone diffuse des précipitations des électrons auroraux dans le quadrant de soir, avant minuit", Kosmich. Issl. (Recherche Spatiale, en russe), XV, 421, 1977.
- GALPERIN Yu.I., V.A. GLADYSHEV, N.V. JORJIO, R.A. KOVRAZHKIN, F. CAMBOU, J.A. SAUVAUD, J. CRASNIER, "Adiabatic acceleration in the plasmashet", J. Geophys. Res., 83, 2567-2573, 1978.
- GENDRIN R., "Waves and wave-particle interactions in the magnetosphere : a review", Space Sci. Rev., 18, 145-200, 1975 a.
- GENDRIN R., "Is the plasmopause a preferential region for proton precipitation ?", Ann. Geophys., 31, 127-136, 1975 b.
- GENDRIN R., S. PERRAUT, H. FARGETTON, F. GLANGEAUD and J.L. LACOUME, "ULF waves : conjugated ground-satellite relationships", Space Sci. Rev., 22, 433-442, 1978.
- GLANGEAUD F. and LACOUME J.L., "Localization of PC 1", J.A.T.P., 38, 1147-1155, 1976.
- GLANGEAUD F., KNOB, A., LACOUME, J.L., TROITSKAYA, V., KRILOV S. and GROBINE W., "Movement and distribution of the energetic particles which generate PC 1", J.A.T.P., 40, 379-387, 1978.
- HAMELIN M. and C. BEGHIN, "Electromagnetic waves in a multi-component plasma near the lower hybrid frequency", J. Plasma Physics, 15 (1), 115-131, 1976.
- HAMELIN M. "Contribution à l'étude des ondes électrostatiques et électromagnétiques au voisinage de la fréquence hybride basse dans le plasma ionosphérique", Thèse d'Etat, Orléans, 1978.
- HANUISE C. and M. CROCHET, "Multifrequency HF radar studies of plasma instabilities in Africa", J.A.T.P., 39, 1097-1101, 1977.
- HANUISE C. and M. CROCHET, "Oblique HF radar studies of plasma instabilities in the equatorial electrojet in Africa", J.A.T.P., 40, 49-59, 1978.

- HARVEY C.C., ETCHETO J., DE JAVEL Y., MANNING R., PETIT M.,
"The ISEE electron density experiment", I.E.E.E., Trans.
Geo. Sci. Electr., G.E., 231, 1978.
- HEDIN A., J.E. SALAH, J.V. EVANS, C.A. REBER, G.P. NEWTON,
N.W. SPENCER, D.C. KAYSER, D. ALCAYDE, P. BAUER,
L. COGGER and J.P. MC CLURE, "A global thermospheric model
based on mass spectrometer and incoherent scatter data - N₂ density
and temperature", Jour. Geophys. Res., 82, 2139-2147, 1977.
- HEDIN A., P. BAUER, H.G. MAYR, G.R. CARIGNAN, L.H. BRACE,
H.C. BRINTON, A.D. PARKS, D.T. PELZ, "Observations of
neutral composition and related ionospheric variations during a
magnetic storm in February 1974", J. Geophys. Res., 82, 3182, 1977.
- HERISICHI D.J. and J.P. LEGRAND, "The intensity variations of solar and
galactic cosmic rays with azimuthal angle in the polar region",
Planet Space Sci., 24, 281-285, 1976.
- HIGEL B., "Non stationnarités des signaux de résonance des plasmas ionosphé-
rique et magnétosphérique", Ann. Télécom., 30, 7-8, 239-246, 1975.
- HIGEL B. and H. de FERAUDY, "Experimental and theoretical first approach to f_H
plasma resonance from a relaxation sounding rocket experiment",
Radio Sci., 12, 879-889, 1977.
- HIGEL B., "Small scale irregularities of electron density in the F-region from f_N
resonances observed by a rocket borne relaxation sounding experiment",
Radio Sci., 13, 5, 901-916, 1978 a.
- HIGEL B., "Small scale structure of magnetospheric electron density through on-
line tracking of plasma resonances", Space Sci. Rev., 22, 611-632, 1978 b.
- HOLEWORTH, J.J. BERTHELIER, D.K. CULLERS, U.V. FAHLESON,
C.G. FALTHAMMAR, M.K. HUDSON, L. JALONEN, M.C. KELLEY,
P.J. KELLOG, P. TANSKANEN, M. TEMERIN, F.S. MOZER, "The
large scale ionospheric electric field : its variation with magnetic
activity and relation to terrestrial kilometric radiation", J. Geophys.
Res., 82, (19), 2735-2742, 1977.
- HOURI A., "Contribution à l'étude des mécanismes intervenant dans les émissions
naturelles TBF à partir d'un ensemble d'enregistrements au sol",
Thèse de Doctorat d'Etat, Paris VI, 12/7/1976.
- JAMIN E. and C.F. KENNEL, "Effects of parallel propagation on equatorial
electrojet irregularities", J. Geophys. Res., 81, 4612, 1976.
- KHALIPOV V.L., Yu.I. GALPERIN, J. CRASNIER, Y.V. LISSAKOV,
L.M. NIKOLAENKO, V.M. SINITSINE, J.A. SAUVAUD,
"Zone aurorale diffuse : 2°, Formation et dynamique de la limite
polaire de la principale chute de concentration ionosphérique
subaurorale", Kosmich. Issled (Recherche Spatiale, en russe),
XV, 708, 1977.
- KING J.W., SAMUEL J.C., THUILLIER G., "Accuracy of the CCIR F2 layer
model at low and middle latitudes", Electronics Letters, 11,
(16) , 1975.

- KNOB A. et LACOUME J.L., "Etude de la précision de l'estimation de la densité spectrale de puissance croisée obtenue par transformation de Fourier de la fonction de corrélation", *Annales des Télécom.*, 32, 7-8, 248-256, 1977 a.
- KNOB A. et LACOUME J.L., "Etude des relations statistiques entre deux signaux temporels par analyse interspectrale", *Compte-rendus du GRETSI*, Nice, ed. by Zimmermann, (70-1) à (70-7), 1977 b.
- KNOTT K., "Payload of the GEOS Scientific Geostationary Satellite", *ESA/ASE Scientific and Technical Review*, 1, 173-196, 1975.
- KODERA K., "Analyse numérique de signaux géophysiques non-stationnaires", Thèse d'Université, Paris VI, 1976.
- KODERA K., C. de VILLEDARY and R. GENDRIN, "A new method for the analysis of non-stationary signals", *Phys. Earth Planet. Interiors*, 12, 142-150, 1976.
- KODERA K., R. GENDRIN and C. de VILLEDARY, "Complex representation of a polarized signal and its application to the analysis of ULF waves", *J. Geophys. Res.*, 82, 1245-1255, 1977.
- KODERA K., R. GENDRIN and C. de VILLEDARY, "Analysis of time-varying signals with small BT values", *IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ASSP-26, 64-76, 1978.
- LAVERGNAT J., J.J. BERTHELIER, M. SYLVAIN, J. VASSAL, "Discussion critique de l'application des mesures d'absorption par riomètre à l'étude de l'ionosphère", *Ann. de Géophys.*, 32 (4), 391-400, 1976.
- LAVERGNAT J., P. BAUER, J.Y. DELAHAYE, R. NEY, "Non linear sounding of the ionospheric plasma", *Geophys. Res. Lett.*, 4 (10), 417-420, 1977.
- LAVERGNAT J., D. LEQUEAU, R. PELLAT, A. ROUX, "Instabilités non linéaires rayonnées dans un plasma par un faisceau d'électrons", *C.R. Acad. Sc.*, B, 284, 417-419, 1977.
- LEFEUVRE F., "Analyse de champs d'ondes électromagnétiques aléatoires observés dans la magnétosphère, à partir de la mesure simultanée de leurs six composantes", Université d'Orléans, Thèse de Doctorat d'Etat, 19/12/1977.
- LEJEUNE G. and KOFMAN W., "Photoelectron distribution determination from plasma line intensity measurement obtained at Nançay (France), *Planet and Space Sci.*, 25, 123-133, 1977.
- MALINGRE M. et STOREY O., "Influence du rayon des électrodes sur l'impédance de transfert d'une sonde quadripolaire", *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 284, série B, 519-522, 1977.
- MAZAUDIER C. and P. BAUER, "Nocturnal disequilibrium of the F2 region ionosphere at Middle latitudes", *J. Geophys. Res.*, 81, 3447-3451, 1976.
- MICHAU J.L., "Control system for maintaining a Langmuir probe at plasma potential", *Rev. Sci. Instr.*, 48 (9), 1174-1178, 1977.
- MICHEL E., C. BEGHIN, A. GONFALONE et I.F. IVANOV, "Mesures de densité et de température électroniques sur fusée dans l'ionosphère polaire par l'étude du cône de résonance", *Ann. Géophys.* 31, fasc. 4, 463-471, 1975.
- MICHEL E., "Analytical derivation of the HF electrostatic potential created by an oscillating point source in a streaming water-bag plasma", *J. Plasma Phys.*, 15, 3, 395-408, 1976 .

- NICOLLET M., "Onde de gravité et vents thermosphériques", Ann. Géophys., 32 (4), 457-466, 1976.
- PELLAT R., J. LAVERGNAT et A. SAINT-MARC, "Instabilités rayonnées dans un plasma par un faisceau d'électrons", C.R. Acad. Sci., 282, 201, 1976.
- PERRAUT S., R. GENDRIN and A. ROUX, "Amplification of ion-cyclotron waves for various typical radial profiles of magnetospheric parameters", J. Atmosph. Terr. Phys., 38, 1191-1199, 1976.
- PERRAUT S., R. GENDRIN, C. de VILLEDARY, D. FOUASSIER, J. LAVERGNAT, J.P. MEUNIER, B. MORLET, J. BITTERLY, Y. CORCUFF, M. TIXIER, F. GLANGEAUD, M. FEHRENBACH, G. WEILL, "French mobile station for recording geophysical data : description ; initial results of the conjugated campaign in association with GEOS-1", in "European sounding rockets, balloons and related research, with emphasis on experiments at high latitudes", ESA SP/135, ed. by B. Battrick and M. Halvorsen, 97-108, 1978 a.
- PERRAUT S., R. GENDRIN, P. ROBERT, A. ROUX and C. de VILLEDARY, "ULF waves observed with magnetic and electric sensors on GEOS-1", Space Sci. Rev., 22, 347-370, 1978 b.
- POTTELETTE R., ROOY B. and FIALA V., "Theory of the mutual impedance of two small dipoles in a warm isotropic plasma", J. Plasma Phys., 14, 209-243, 1975.
- POTTELETTE R., CHAULIAGUET C. and STOREY O., "Theoretical cross-spectrum of the microfield measured by two small dipoles in a warm isotropic plasma", J. Plasma Phys., 17, 201-231, 1977.
- ROGISTER A. and E. JAMIN, "Two dimensional non linear processes associated with "Type 1" irregularities in the equatorial electrojet", J. Geophys. Res., 80, 1820, 1975.
- ROQUET J., "Sur l'amplification des débuts brusques d'orages magnétiques à Addis-Abéba", Bull. Geophys. Obs., Addis-Abéba, 15, 91-98, 1975.
- ROQUET J., "Débuts brusques d'orages magnétiques en région équatoriale", Comm. 5ème Symp. Inter. Aéron. Equat. Townsville (Australie), Conf. Digest 8-7 , 1-6, 1976.
- ROUX A., "Piégeage des particules dans une onde monochromatique d'amplitude finie. Application à l'interprétation de phénomènes magnétosphériques et d'expériences en laboratoire", Thèse d'Etat, Paris, 1975.
- ROUX A. and R. PELLAT, "A study of triggered emissions", in "Magnetospheric Particles and Fields", ed. par B.M. Mc Cormac, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, 209-221, 1976.
- ROUX A. and R. PELLAT, "A theory of triggered emissions", J. Geophys. Res., 83, 1433-1441, 1978.
- ROUX D., "Perturbation du profil de l'ionosphère supérieure antarctique en été local au niveau du cornet polaire", C.R. Acad. Sci., 285, série B, 183-186, 1977.

- SALAH J.I., J.V. EVANS, D. ALCAYDE, P. BAUER, "Comparison of exospheric temperatures at Millstone Hill and Saint-Santin", *Ann. Geophys.*, 32, 257-266, 1976.
- SINGH N., "Electron distribution function in a plasma with a constant electric field", *Plasma Phys.*, 20, 927-941, 1978.
- SIX M., "Périodes de résonance des lignes de force dans le mode guidé, pour un modèle simple de magnétosphère", *C.R. Acad. Sci.*, 280, Série B, 21-24, 1975.
- SOLOMON J., "Drift of particles and waves-particle interactions", in "The Magnetospheres of the Earth and Jupiter", ed. par V. Formisano, D. Reidel Pub. Co., 153-159, 1975.
- SOLOMON J., "On the azimuthal drift of substorm injected protons", *J. Geophys. Res.*, 81, 3452-3454, 1976.
- SOLOMON J., "Injections de particules énergétiques dans la magnétosphère ; conséquences sur les déformations des fonctions de distribution et sur les interactions de gyrorésonance", Thèse d'Etat, Paris, 1977.
- SOLOMÒN J. and R. PELLAT, "Convection and wave-particle interactions", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 40, 373-378, 1978.
- SROCZYNSKA M., "Non sphericity of the matter flow in the solar wind", *Ann. Geophys.*, 32, 376, 1976.
- STOREY O. and MALINGRE M., "A proposed method for the direct measurement of enhanced resistivity" in "European Programs on Sounding Rocket and Ballon Research in the auroral zone", ASE, Rapport ESA-SP-115, 387-409, 1976.
- SYLVAIN M., J.J. BERTHELIER, J. LAVERGNAT, J. VASSAL, "F. lacuna events in Terre Adélie and their relationship with the state of the ionosphere", *Planet Space Sci.*, 26, 785-789, 1978.
- S-300 EXPERIMENTERS, "Measurements of electric and magnetic wave fields and of cold plasma parameters on board GEOS-1. Preliminary results", *Planet Space Sci.*, 26, 1978.
- TAIEB C., G. SCIALOM and G. KOCKARTS, "Daytime valley in the F1 region observed by incoherent scatter", *Planet Space Sci.*, 23 (3), 523-531, 1975.
- TEMNY V.V., G.N. ZASTENKER, E.G. EROSHENKO, C. d'USTON, J.M. BOSQUED, O.L. VAISBERG, F. CAMBOU, "Caractéristiques énergétiques et structure du plasma et du champ magnétique derrière l'onde de choc liée à l'éruption solaire du 4 août 1972", *Kosmich. Issled.*, XV, 212, 1977.

- TESTUD J., P. AMAYENC and M. BLANC, "Middle and low-latitude effects of auroral disturbances from incoherent scatter", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 37, 989-1010, 1975.
- THUILLIER G., KING J.W., SLATER A.J., "An explanation of the longitudinal variation of the O¹D (-630 nm) tropical nightglow intensity", *J. of Atm. and Terr. Physics*, 38, 155, 1976.
- TIXIER M., "Contribution à l'étude de la propagation des ondes radioélectriques de très basse fréquence rayonnées par l'éclair", Thèse d'Etat, Poitiers, 1976.
- TIXIER M. and CHARCOSSET G., "Partly ducted whistlers over Europe", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 40, 601, 1978.
- USTON (d') C., V.V. TEMNY, G.N. ZASTENKER, J.M. BOSQUED, E.G. EROSHENKO, O.L. VAISBERG and F. CAMBOU, "Energetic properties of interplanetary plasma at the Earth's orbit following the August 4, 1972 flare", *Solar Physics*, 51, 217, 1977 a.
- USTON (d') C., G.N. ZASTENKER, V.V. TEMNY, J.M. BOSQUED, "The shape and the energy of the interplanetary shock waves associated to August 1972, solar flares", *Contributed papers to the study of travelling interplanetary phenomena, 1977*, Air Force Geophysics Laboratory Report n° AFGL-TR-77-0309, 151-160, 1977 b.
- VAISBERG O.L., G.N. ZASTENKER, F. CAMBOU, V.V. TEMNY, M.Z. KHOKHLOV, "Propagation for solar-flare-generated shock waves on August 1972 by solar wind measurements", *Kosmich. Issled.*, 13, 1039, 1975 (en russe).
- VASSAL J., J.J. BERTHELIER, J. LAVERGNAT and M. SYLVAIN, "A study of ionospheric absorption events at very high latitudes", *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 38, 1289-1297, 1976.
- VIDAL-MADJAR D., W. KOFMAN et G. LEJEUNE, "Mesures de la raie de plasma par diffusion incohérente à Nançay et premiers résultats morphologiques", *Ann. Géophys.*, 31 (2), 227-234, 1975.
- VIDAL-MADJAR D., "Gravity wave in the lower thermosphere with the french incoherent scatter facility", *J. of Atmosph. and Terr. Phys.*, 40, 685-689, 1978 a.
- VIDAL-MADJAR D., "Theoretical study of propagation of short periodic gravity waves within the thermosphere. Application to the plasma line measurement and to Faraday rotation experiment", *J. of Atmosph. Terr. Phys.* 40, 1-12, 1978 b.
- VIDAL-MADJAR D., "Les ondes de gravité de moyenne échelle dans le thermosphère : Etude expérimentale et théorie de leur propagation et de leur production par le jet stream de la tropopause", Thèse de Doctorat d'Etat, Paris VI, 5/10/1978 c.
- VIDAL-MADJAR D., BERTIN F. et TESTUD J., "Sur le jet stream de la tropopause en tant que source des ondes de gravité observées dans la thermosphère", *Ann. Géophys.*, 34, 1-7, 1978.

- VILLEDARY (de) C., K. KODERA et R. GENDRIN, "Représentation complexe de signaux polarisés à large bande ; application à l'analyse de signaux géophysiques naturels", GRETSI, ed. par Zimmerman, Nice, 1-5, 1977.
- WRIGHT J.W., P. AMAYENC and G. VASSEUR, "The interpretation of ionospheric radio drift measurements IX Direct comparison between field-aligned ion drifts by incoherent scatter and kinesonde measurements", J. Atmosph. Terr. Phys., 38, 731-738, 1976.
- ZASTENKER G.N., O.L. VAISBERG, F. CAMBOU, V.V. TEMNY, N.Z. KHOKHLOV, "Propagation of solar flare generated shock waves on August 1972 by solar wind measurements", Kosmich. Issled. (en russe), 13, 859, 1975.
- ZASTENKER G.N., J.M. BOSQUED, A.V. DJATCHKOV, C. d'USTON, S.A. ROMANOV, V.V. TEMNY, O.L. VAISBERG, "Solar wind parameters during STIP intervals I and II according to VENERA 9 and VENERA 10 measurements", Contributed papers to the study of travelling interplanetary phenomena/1977, Air Force Geophysics Laboratory Report n° AFGL-TR-77-0309, 151-160, 1977.
- ZASTENKER G.N., V.V. TEMNY, C. d'USTON, J.M. BOSQUED, "The shape and energy of the shock waves from solar flares on August 2, 4 and 7, 1972", J. Geophys. Res., 83, 1035-1041, 1978.
- ZERTZALOV A., J.M. BOSQUED, C. d'USTON, A. OMETCHENKO, O.L. VAISBERG, "La mesure de la composante alpha du vent solaire à partir du satellite Prognoz", Kosmich. Issled. (La Recherche Spatiale), 14, 463, 1976.
- ZHULIN I.A., I.M. KOPAEV, V.E. KOREPANOV, L.L. LAZUTIN, M.I. PUDOVKIN, A.V. TSVETKOV, A. BOUTONNET, J.P. TREILHOU, "On some results of the balloon stratospheric electric field during the SAMBO-1 experiment", Ann. Geophys., 3, 181, 1978.

CRPE
*Centre de Recherches
en Physique de l'Environnement
terrestre et planétaire*

*Avenue de la Recherche scientifique
45045 ORLEANS CEDEX*

Département PCE
*Physique et Chimie
de l'Environnement*

*Avenue de la Recherche scientifique
45045 ORLEANS CEDEX*

Département ETE
*Etudes par Télédétection
de l'Environnement*

*CNET - 38-40 rue du général Leclerc
92131 ISSY-LES-MOULINEAUX*