

Compte-rendu de l'Assemblée générale du CNFGG

du 2 février 1999



Sommaire

- [Allocution du Président](#)
- [Membres disparus](#)
 - [A la mémoire de Guy Camus](#)
 - [A la mémoire d'Ousseini Fambitakoye](#)
 - [Quelques souvenirs sur Jean Coulomb](#)
- [Admission de Nouveaux Membres](#)
- [Rapports des Sections](#)
 - [Section I](#)
 - [Section III](#)
 - [Section IV](#)
 - [Section V](#)
 - [Section VI](#)
 - [Section VII](#)
- [Le Prix de Géophysique 1999](#)

Allocution du Président

Chers collègues et amis,

C'est un grand plaisir pour moi de déclarer ouverte cette Assemblée Générale du CNFGG, la première que j'ai l'honneur de présider.

L'année 1998 a été marquée par la parution de la plaquette du CNFGG éditée par les soins de notre trésorier Roland SCHLICH. Cette plaquette contient une notice historique que nous devons à Gérard GRAU et Jean Pierre LEGRAND, de même que les diverses versions des Statuts du CNFGG (1926, 1951, 1984) et son règlement intérieur. On y trouve également tous les renseignements concernant le rapport quadriennal, le Prix de Géophysique, les subventions de voyage et les demandes d'adhésion. On y trouve aussi l'adresse du site WEB créé et maintenu par notre nouveau secrétaire général Jean Pierre BARRIOT. La plaquette et le site WEB seront très certainement utiles pour faire connaître l'existence et l'action du CNFGG

Nous pouvons également noter avec satisfaction qu'après les sections 2 (Sismologie), 3 (Volcanologie), 5 (Météorologie) et 6 (Hydrologie) qui avaient organisé en mars 1997 un séminaire "Le Normal et les extrêmes dans les

phénomènes naturels", les sections 4 (Géomagnétisme et aéronomie), 5 (Météorologie) et 7 (Sciences physiques de l'océan) ont organisé la semaine dernière des journées scientifiques consacrées à "L'Assimilation d'observations de la chimie atmosphérique dans les modèles". Ces journées qui ont été hébergées par le CNES et que j'ai eu l'honneur d'ouvrir ont connu un vif succès.

1999 est une année importante puisque les Congrès de l'UGGI et des sept Associations qui la compose se tiendront en Grande Bretagne, plus précisément à Birmingham au mois de Juillet prochain. Nous aurons à y traiter de problèmes administratifs (assemblées générales et élections) mais aussi scientifiques dans le cadre des nombreux symposiums et ateliers prévus. Vous savez qu'à cette occasion notre comité publie son rapport quadriennal. Il devrait comprendre cette année une bonne trentaine de communications qui feront le point sur la recherche menée en France dans les diverses disciplines de la Géophysique. A l'heure qu'il est les diverses communications devraient être dans les mains des bureaux de chaque section qui doivent en assurer la révision qui les remettront après révision au Secrétariat Général à la fin de ce mois de Février.

Vous savez sans doute que notre activité au sein de l'UGGI, comme celles des autres comités représentant la France dans les diverses Unions de la famille du CIUS/ICSU (Comité International des Unions Scientifiques) est supervisée par l'Académie des Sciences à travers le COFUSI (Comité Français des Unions Scientifiques Internationales). C'est en particulier le COFUSI qui paye les cotisations de la France aux diverses unions. Lors d'une réunion tenue dans cette même salle le 15 décembre dernier, M. ASSENMACHER, président du COFUSI a signifié aux divers comités concernés que la contribution française versée par le COFUSI serait désormais minorée de 10 %. Parallèlement le COFUSI entreprend un audit systématique pour déterminer la place occupée par les français dans les instances de direction des Unions et Associations. Il semble par ailleurs que des mouvements analogues se développent dans d'autre pays.

Les pays adhérents à l'UGGI payent une cotisation en fonction de la catégorie à laquelle ils prétendent. Jusqu'ici la France appartenait à la catégorie 8, en compagnie de l'Allemagne, de la Grande Bretagne et du Japon, seuls les Etats-Unis et la Russie appartenant à des catégories supérieures (respectivement 11 et 10). La minoration de la cotisation française, désormais plafonnée à 136 000 francs ne nous permettrait plus que de prétendre à la catégorie 7, à moins que le comité ne trouve par ses propres moyens de quoi compléter sa cotisation (ce qui représenterait cette année une somme de l'ordre de 14 000 francs). Une discussion approfondie concernant la place que nous pouvons et/ou devons occuper au sein de l'UGGI devra être menée au niveau du Conseil du CNFGG, en étroite liaison avec le COFUSI.

Décerner le prix de Géophysique est toujours un exercice difficile, tant il est délicat de comparer les nombreux travaux de grande qualité sélectionnés par nos différentes sections, mais agréable car il nous donne l'occasion de récompenser un jeune et brillant chercheur. C'est cette année la thèse sélectionnée par la section IV (Géomagnétisme et Aéronomie) qui a été retenue par le jury. Le prix de Géophysique 1998 sera donc décerné tout à l'heure à M. Roch SMETS pour la thèse qu'il a soutenu le 20 Mai 1998 devant l'Université de Paris XI Orsay intitulée "Dynamique des électrons aux frontières de la magnétosphère terrestre".

Cette année, c'est M. Pierre RIBSTEIN, membre de la section VI, Directeur de Recherche à l'IRD (ex ORSTOM) qui animera la partie scientifique de notre Assemblée Générale en nous présentant une conférence consacrée aux aspects hydrologiques et climatologiques des Neiges et Glaciers Tropicaux, du nom du programme de recherche qu'il a défini et qu'il dirige, et qui se déroule principalement en Amérique du Sud.

Très heureusement cette année, aucune disparition n'est à déplorer. Je vais donc pouvoir immédiatement céder la place au secrétaire Général, au Trésorier et aux représentants des sections, afin qu'ils puissent nous présenter leurs rapports. Je ne voudrais cependant pas oublier d'adresser mes remerciements les plus chaleureux aux membres de l'ancien bureau, en particulier à François BARLIER et à Sylvaine PERRAUT, qui ont bien voulu nous faire bénéficier de leur expérience et nous apporter leur soutien. Je tiens également, au nom de l'ensemble des membres du Comité, à remercier le secrétaire général Jean Pierre BARRIOT, notre trésorier Rolland SCHLICH et les deux vices présidents Jean-Louis CHEMINEE et Michel MENVIELLE, ainsi que les bureaux des différentes sections, pour leurs efficaces contributions à la vie du Comité National Français de Géodésie et de Géophysique.

LISTE DES MEMBRES DISPARUS

Nous avons cette année à regretter cinq décès :

- Mr. Guy Camus [Section 3],
- Mr. Marcel Chaigneau [Section 3],
- Mr. Jean Coulomb [Section 2],
- Mr. Ousseini Fambitakoye [Section 4].
- Mr. Albert Lacomme-Lahourquette [Section 1],

Nous présentons aux familles nos plus sincères condoléances, et joignons à cette annonce les notices nécrologiques qui nous sont parvenues.

L'Assemblée Générale a honoré la mémoire des membres disparus par une minute de silence.

Guy CAMUS (1941-1999)

Guy Camus nous a quitté prématurément à l'âge de 57 ans. Il est décédé accidentellement à son domicile de Clermont•Ferrand (France) le samedi 19 juin 1999. La communauté scientifique gardera le souvenir d'un chercheur dynamique, ouvert et disponible, et celle d'un homme chaleureux et généreux, pratiquant l'humour et le sport. Guy était un être jovial et enjoué avant la disparition de sa femme quelques années auparavant. Il laisse sa fille, ses deux petites filles et ses nombreux amis dans la peine, l'année de sa retraite.

Guy Camus est né en Auvergne (Livradois) le 20 novembre 1941. Il a fait ses études essentiellement à Grenoble avant d'être nommé assistant en Géologie à l'Université de Clermont•Ferrand, le 1^{er} octobre 1967. Il fera toute sa carrière à Clermont•Ferrand, comme Maître de Conférences. A ses débuts, le laboratoire de Géologie dirigé par Maurice Roques était spécialisé dans l'étude des socles et la géochronologie. Jeune chercheur dynamique, Guy partit d'abord en mission à Kerguelen, mais fut rapatrié au Cap en Afrique du Sud pour une appendicite inopportune ! Il se tourna alors tout naturellement vers des zones moins hostiles et plus familières, les volcans de la Chaîne des Puys, dans son Auvergne natale. C'était un des berceaux de la volcanologie mondiale au début du XIXe siècle qui méritait une nouvelle

approche plus moderne. Avant tout homme de terrain, Guy Camus écarta les aspects pétrologiques et géochimiques pour une approche originale sur les pyroclastites, alors peu connues, la structure des édifices et les dynamismes éruptifs. Sous la direction de P.M. Vincent, il intégra les données de géophysique et de géochronologie, s'initia aux méthodes de la sédimentologie pour l'étude des pyroclastites et put soutenir sa thèse d'état en 1975. Il fut ensuite l'initiateur de la 1^e édition de la Carte Volcanologique de la Chaîne des Puys. C'est à cette époque que prit naissance l'équipe de volcanologie de l'Université de Clermont•Ferrand.

Guy Camus fut un des membres actifs du groupe qui relança la volcanologie à Clermont•Ferrand. Son domaine d'activité s'élargit alors aux volcans actifs, grâce aux programmes PIRPSEV du CNRS. Dans les années 80, Guy a participé à de nombreuses missions en Indonésie (Krakatau, Galunggung, Merapi), Turquie (Cappadoce), Mexique (Colima), Açores (Capelinhos), Italie (Vésuve, Champs Phlégréens), Polynésie, Madagascar, Martinique (Montagne Pelée), Canaries, Vanuatu ... Il a participé à l'encadrement de nombreuses thèses et mémoires. De nombreux étudiants étrangers, indonésiens, turcs ou malgaches, lui seront reconnaissants de les avoir accueillis chaleureusement et initiés à la recherche en volcanologie.

Guy Camus était un volcanologue complet, homme de terrain surtout mais aussi adepte des techniques modernes de laboratoire. Sa spécialité était l'étude des pyroclastites. Dans le domaine du phréatomagmatisme, il avait joué un rôle de pionnier avec Volker Lorentz dans les années 70. Plus tard, après l'éruption de 1981 du St Helens, avec P.M. Vincent, il réinterpréta la célèbre éruption de 1883 du Krakatau. Il étudia avec C. Robin les dépôts d'avalanches de débris du Colima (Mexique) et dès 1984, lança l'idée que les « brèches du Cantal » (Auvergne) représentaient des produits d'avalanches de débris de type St Helens. Guy s'intéressait aussi aux nuées ardentes comme celles de la Montagne Pelée. Il co•dirigea une thèse sur l'utilisation de l'analyse d'image à l'étude des produits de nuées ardentes. Dans les années 80, c'est surtout en Indonésie que Guy s'est investi. Il a dirigé plusieurs thèses (Merapi, Bromo•Tengger) et le Krakatau était son volcan fétiche. En 1981, il a assisté avec P.M. Vincent à l'éruption de l'Anak qui fut précédée d'un « mini-tsunami » qui inonda en pleine nuit leur campement sur la plage.

Guy Camus n'était pas qu'un chercheur, il était aussi un enseignant dynamique et rigoureux, un homme de communication. Il a dirigé de nombreux étudiants en thèse, DEA ou mémoires de Maîtrise. Son bureau était ouvert à tous, sa documentation personnelle, très riche et bien organisée, ainsi que son matériel informatique étaient à la disposition de tous. Guy était toujours disponible pour ses étudiants, collègues et amis et pour les géologues amateurs à la recherche de documents ou de sa participation active à des visites sur le terrain ou pour des conférences grand public. La vulgarisation des connaissances en volcanologie était une de ses préoccupations majeures et il a largement participé à l'aménagement du « Volcan à ciel ouvert », dans la carrière du Puy de Lemptégy (Chaîne des Puys).

Chacun gardera de Guy Camus l'image d'un scientifique ouvert, jovial, bon vivant, au franc parler, toujours souriant, amateur de course à pied, aimant la vie et ses plaisirs. Guy était surtout un homme généreux qui a su aider ses proches, ses amis et les étudiants en difficulté.

Alain Gourgaud

A la mémoire d'Ousseini Fambitakoye

Ousseini Fambitakoye est né en 1930 à Fambita, au Niger. Fils d'un chef coutumier, il a couru la brousse toute son enfance. Scolarisé assez tard, il se fait remarquer de ses enseignants et est envoyé comme boursier à l'école

normale William Ponty de Thiès, au Sénégal. Il fut alors un des deux premiers bacheliers du Niger. Venu à Paris pour ses études supérieures, il passe une licence de mathématiques, entreprend un troisième cycle qui est interrompu par la maladie, et se marie en 1956.

Elève ORSTOM en 1958 et 1959, il est affecté en 1960 à Bangui où il a la responsabilité de l'observatoire magnétique. Il revient en France en 1969 pour préparer sa thèse d'Etat sous la direction du Père Mayaud, et étudie l'électrojet équatorial à partir d'enregistrements magnétiques effectués entre 1968 et 1970 au Tchad et en République Centre Africaine. Il soutient sa thèse en 1976. Son travail, publié la même année, marque une étape importante dans ce domaine, et il a longtemps fait référence. Reparti en Afrique, à Dakar, en 1975, il travaille à Ibel sur les aquifères du Sénégal oriental, et sur la géothermie du bassin sédimentaire sénégalomauritanien. De retour en France en 1987, il reprend l'étude de l'ionosphère à partir d'enregistrements magnétiques au sol et participe activement à la préparation de la campagne de mesures effectuée en Côte d'Ivoire et au Mali dans le cadre de l'Année Internationale de l'Électrojet Équatorial (A.I.E.E.). Il repart en Afrique, à Abidjan, pour assurer la coordination des opérations de terrain avant de revenir en France, lors de son départ en retraite fin 1994. Depuis, il partageait son temps entre la région parisienne et sa maison dans les Cévennes, où il vient de décéder, emporté en quelques mois par la maladie.

Placé par son histoire au croisement de deux cultures, Ousseini Fambitakoye a su réussir une carrière dans un organisme de recherche Français, tout en restant fidèle à ses racines et à sa culture d'origine. Un exemple parmi tant d'autres : son implication lors de l'A.I.E.E. où il a toujours eu le souci d'associer étroitement les équipes Africaines et de faire en sorte que la réussite de cette campagne contribue au développement à l'Université d'Abidjan d'un pôle de recherche actif et reconnu au niveau international.

Rendre hommage à un ami disparu, ce n'est pas seulement retracer sa carrière et souligner ses réussites. C'est aussi, et peut être surtout, témoigner de la trace qu'il a laissée au plus profond de nous. Permettez nous donc de ne pas terminer sans dire quelques mots plus personnels.

Nous avons rencontré Ousseini Fambitakoye au hasard de nos chemins professionnels, et ses qualités humaines, sa jovialité bourrue et amicale, son humour et sa capacité d'adaptation l'ont rapidement fait devenir pour nous plus qu'un collègue. Nous avons travaillé directement avec lui durant les dernières années de sa carrière, dans le cadre de l'A.I.E.E. Sa position entre les cultures et les mentalités européennes et africaines a grandement facilité notre contact avec les équipes africaines, et son sens de la « palabre » a souvent été précieux.

Durant ces quelques années, il a laissé pleinement s'exprimer son désir profond et sincère d'aider Français et Africains à se comprendre et à se rencontrer, par-delà les différences de culture. Bien que se disant « paysan des Cévennes », il gardait des liens étroits avec son village d'origine où il se rendait régulièrement, et qu'il a aidé et soutenu jusqu'à la fin. Ousseini restera pour nous un messager de tolérance et d'humanité.

Un sage s'est éteint dans un village des Cévennes, où il s'était retiré.

Jacques Vassal et Michel Menvielle

Ousseini FAMBITAKOYE, Directeur de Recherche en retraite, docteur es sciences, nous a quitté le 27 janvier 2000 après des mois de lutte contre la maladie. Né à Fambita (Niger), il a suivi un cursus africain jusqu'à l'école William PONTY au Sénégal qui l'a conduit en mathématiques à la Sorbonne. Entré en 1958 à l'ORSTOM, il a consacré sa carrière de chercheur en géophysique externe, à l'étude du champ magnétique terrestre au cours d'affectations successives en Centrafrique, en France et au Sénégal.

Découvreur passionné de « l'électrojet équatorial », il racontait avec enthousiasme le mécanisme et les effets de ces courants ionosphériques. Ses travaux étaient reconnus dans le monde. Durant ses dernières années d'activité à Paris et Abidjan, il était responsable de la participation française au projet d'étude du champ géomagnétique, dans le cadre de l'Année Internationale de l'électrojet équatorial (AIEE).

Il nous laisse le souvenir d'un homme qui, par le verbe et la raison, savait ramener les problèmes de la connaissance et de la société aux principes essentiels de la vie. Un sage s'est éteint dans une vallée des Cévennes où il cultivait son jardin.

René Mourgues

Quelques souvenirs sur Jean Coulomb

2^e Président du CNES, décédé le 26 février 1999

Par Jacques Blamont

Jean Coulomb, né à Blida le 7 novembre 1904, avait déjà parcouru une brillante carrière universitaire lorsqu'il devint Président du CNES en octobre 1962. Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure (promotion 1923), il avait contribué, avec son maître Charles Maurain, créateur de l'Institut de Physique du Globe de Paris, à l'expansion de ce laboratoire avant de devenir son directeur en 1941, professeur à l'Université de Paris, directeur général du CNRS en 1957 et membre de l'Académie des Sciences en 1960. Il fut responsable de l'orientation vers la recherche spatiale que je pris en octobre de cette année, lors de mon élection à l'Université de Paris, en me faisant donner la responsabilité scientifique des tirs de Véronique. Lorsque le CNES fut fondé, en mars 1962, son premier Président, Pierre Auger ne garda ce poste que quelques mois car il visait la direction des affaires spatiales européennes et devint en effet Président de l'ESRO. Ironique retour des choses, il me revint à moi, devenu directeur scientifique et technique du très jeune CNES, de convaincre à mon tour le puissant directeur général du CNRS d'accepter la présidence d'un organisme naissant à la recherche de son être...

À ce moment de l'organisation du CNES, qui ne comptait que quelques dizaines de personnes était la suivante : sous le directeur général, le général Robert Aubinière, l'administration était confiée au Secrétaire Général Edouard Salé ; tout ce qui touchait aux relations extérieures, à Michel Bignier ; tout ce qui était scientifique et technique à moi-même. Dès le premier jour, le professeur Coulomb prit une décision sur un sujet où nous hésitions entre plusieurs options, l'installation de ma Direction — et donc la création d'un centre technique du CNES — au Centre d'essais en vol de Brétigny.

La collaboration entre Jean Coulomb et le général Aubinière fut toujours exemplaire et ne connut jamais aucun nuage. Les territoires avaient été partagés : à J. Coulomb la stratégie et à R. Aubinière le soin de faire marcher la machine — ou plutôt de la mettre en marche. Le professeur Coulomb était doué de qualités exceptionnelles qui lui donnaient une autorité incontestée : d'une honnêteté intellectuelle totale, d'un désintéressement absolu quant à sa personne et à sa carrière, d'un courage intransigeant dans le choix des options et la conduite des affaires, il se présentait naturellement comme la référence d'une action impeccable. Et le général Aubinière me répétait encore récemment qu'il avait toujours signé ses instructions « *Le Directeur général, par ordre* ». Le CNES, marqué par la pratique de ses premiers chefs, a toujours souhaité posséder à sa

tête un attelage semblable.

Et pourtant, Jean Coulomb, homme d'avant-guerre, était arrivé chez nous sans rien connaître à l'espace. Qui d'ailleurs y comprenait quelque chose en dehors des quelques dirigeants du CNES enfant ? Mais il aimait la jeunesse, l'invention, l'audace, le futur. Venant du CNRS, il se convertit aussitôt à la philosophie que nous avions forgée : construire un organisme qui resterait petit, ferait seulement ce que les autres ne sauraient pas faire, sous-traiterait la science aux scientifiques et la technique aux industriels, en s'employant à former les uns et les autres. Cette philosophie restée la nôtre, responsable de notre succès, a fait du CNES une Agence d'objectif unique dans le paysage français. Qu'on ne s'imagine pas que la tâche était facile. L'administration unanime autour de nous répétait « Le CNES est un organisme qui ne devrait pas exister ». Tout restait à inventer et à faire. Je me souviens qu'en 1963, à Brétigny, dans une baraque en bois, alors qu'avec mes collaborateurs j'avais expliqué au président du CNES le programme que nous mettions en œuvre pour pouvoir lancer Diamant : fabrication d'un satellite (très petit) entièrement français, création d'un centre de calcul d'orbite, développement d'un réseau mondial de télémesures et de poursuite, mise au point des procédures orbitales, il s'écria « Et vous voulez faire tout ça ! Mais vous n'y arriverez pas... ». Deux heures après cependant convaincu, il nous exhortait à l'effort. Son appui, grâce à notre ministre Gaston Palewski, nous portait jusqu'au bureau du Général de Gaulle.

Deux anecdotes illustreront l'ouverture de son esprit et son courage : lorsqu'en septembre 1963, je lui apportai l'idée que le CNES pourrait adopter un programme de collecte satellitaire de données, qui devait devenir d'abord Eole, lancé en 1971, puis Sarsat-Cospas et Argos aujourd'hui célèbres, il accepta immédiatement d'entamer les études et de pousser le concept jusqu'au bout. Autre exemple : en 1966, il donna devant mes yeux au ministre Alain Peyrefitte sa démission au cas où D2A, le premier de nos satellites vraiment raffiné, porteur de notre future politique de développement industriel, serait supprimé. Et le programme survécut.

A côté de son action quotidienne qui contribua grandement à permettre au CNES d'acquiescer dès ses premiers pas l'estime de tous ses partenaires, il me semble que l'apport principal de Jean Coulomb à l'histoire du CNES est une idée que l'ancien Directeur général du CNRS me donna pour gérer les personnels scientifiques, à savoir utiliser la ligne « *Ressources affectées du CNRS* », laissée sans trop de surveillance par le ministère des finances. Non seulement l'idée fut exploitée pour créer de toutes pièces dans les laboratoires extérieurs travaillant pour l'espace un personnel technique et scientifique, qui, en 1968, s'élevait jusqu'à 450 personnes, mais le Général Aubinière accepta pour résoudre notre problème de croissance d'utiliser le système du CNES lui-même : plus de 150 ingénieurs furent ainsi employés provisoirement, en quelques mois et deux ans selon le cas, comme personnels contractuels au service d'Aéronomie du CNRS sans jamais y avoir mis les pieds. Et ainsi, au départ de Jean Coulomb, le Centre de Brétigny disposait de 27 000 m² de bâtiments pérennes et comptait des centaines d'agents. Politique décrite en Amérique par une citation de l'Amiral Farragut : « *Damn the torpedoes, full speed ahead !* ».

Un grand chef s'est éteint. Peut-être aurait-il dit « Et vous voulez faire tout cela ! » si nous avions eu le temps de lui exposer le grand défi que le CNES s'est donné cette année à lui-même : la participation à égalité avec NASA à l'exploration de Mars. Deux heures après il nous aurait exhortés à l'effort.

Document reproduit de « Cnes qui se passe, n°97 »

Avec l'aimable autorisation du Prof. Blamont.

Nouveaux Membres_

Section 1 :

Muriel	Llubes	Université de la Rochelle
Pierre	Touboul	ONERA/DMPH, Chatillon
Bernard	Valette	Université de Savoie, LGIT

Section 2 :

Daniel	Amorèse	Université de Caen
Olivier	Bellier	Université de Paris Sud, Lab. de Géologie Dynamique Interne
Rodolphe	Catin	Ecole Normale Supérieure, Paris
Eric	Clévéde	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Françoise	Courboulex	CNRS/UNSA, Géosciences Azur, Valbonne
M.P.	Douin	Université Louis Pasteur, EOST, Strasbourg
Hugues	Dufumier	Ecole Normale Supérieure, Paris
Luce	Fleitout	
Tony	Monfret	CNRS/UNSA, Géosciences Azur, Valbonne
Julie	Perrot	Université de Brest, Plouzane
Satish	Singh	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Jean	Schmittbuhl	Ecole Normale Supérieure, Paris
Pierre	Vacher	Université de Nantes, Lab. de Planétologie et Géodynamique

Section 3 :

Jean-Luc	Le Pennec	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Philippe	Lesage	Université de Savoie, Lab. de Géophysique Interne et Tectonophysique
Thomas	Staudacher	Obser. Volcanologique du Piton de la Fournaise, La Réunion

Section 4 :

Jean-Pascal	Cogné	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Emmanuel	Dormy	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Yves	Gallet	Université Pierre et Marie Curie, IPGP, Paris
Philippe	Ricaud	INSU, Observatoire de Bordeaux
Jean-Pierre	Issartel	CEA, Lab. de Détection et de Géophysique

Section 5 :

Néant

Section 6 :

Anne-Laure	Cognard-Plancq	Université d'Avignon, Lab. d'Hydrogéologie
Alain	Jigorel	INSA, Lab. des Matériaux et Géologie, Rennes
Laurence	Maurice-Bourgoin	IRD, La Paz, Bolivie
Jean-Denis	Taupin	Université Pierre et Marie Curie, Paris

Section 7 :

Néant

RAPPORTS DES SECTIONS

Section I - Géodésie

ACTIVITÉS DES ORGANISMES :

- **BGI, BRGM, ESGT, GRGS, IERS, IGN, IPG Strasbourg, SHOM.**
- **Gravimétrie (g absolu, groupe CNIG).**
- **Missions spatiales pour l'amélioration du champ de pesanteur.**
- **Appel d'offre IERS.**

QUELQUES ASPECTS À SOULIGNER :

- **Coordination des participations à des services internationaux.**
 - **Réseaux de géodésie spatiale et observatoires géodésiques fondamentaux.**
 - **Restructuration de l'AIG.**
-

Section III - Volcanologie et Chimie de l'Intérieur de la Terre

Assemblée de la section le mardi 24 novembre 1998 à l'IPG de Paris :

Renouvellement du bureau :

Président : Jean François Lenat, CRV, Univ. Blaise Pascal, 5, rue Kessler , 63038 Clermont-Ferrand

Vice-Président : Jean Claude Tanguy, Univ. ParisVI et IPGP, 4, Avenue de Neptune, 94107 Saint Maur des Fossés, Cedex

Secrétaire : Georges Boudon, IPGP, Observatoires Volcanologiques, 4, place jussieu, 75252 Paris Cedex 05

Réunion spécialisée sur le thème des précurseurs volcanologiques

mardi 24 novembre (annexe 1)

Réunion spécialisée co-organisée avec la section de Volcanologie de la SGF :

les éruptions pliniennes (annexe 2)

Programmes de recherche en volcanologie :

Programme PNRN :

Plusieurs projets de recherches ont été financés dans le cadre du Programme National sur les Risques Naturels (INSU-CNRS), notamment sur les volcans de la Soufrière de Guadeloupe et du Piton de la Fournaise.

Participation à de nouveaux Programmes Européens :

1999-2000 : EMEWS : European Mobile Early Warning System : programme regroupant une majorité des centres en charge du suivi opérationnel des volcans en Europe et visant à définir une norme européenne en matière de système d'alerte volcanologique mobile (norme intégrant les différents maillons depuis le capteur jusqu'à la visualisation en temps réel des données) (laboratoires français participants français : IPGP, laboratoire de géophysique Interne et tectonophysique de Grenoble, Laboratoire d'instrumentation Géophysique de Chambéry, LEAS – Saint Ismier)

Programme EMPEDOCLE (ESA) : Interférométrie radar sur l'Etna (participations de l'IPGP et du CRV).

Les programmes Européens annoncés dans le compte rendu 1997 se sont terminés en 1998.

4/ Coopérations Internationales :

Eruption de Soufriere Hills à Montserrat (petites Antilles)

Poursuite de la collaboration engagée entre les Observatoires Volcanologiques de l'IPGP et l'Observatoire de Montserrat.

Participation de plusieurs chercheurs français à différentes études menées sur l'éruption de Montserrat.

France – Indonésie : Poursuite du programme de coopération franco-indonésien dans le cadre d'un accord entre le Ministère de l'Environnement (Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques) en France et le Ministère de la Géologie et des Ressources Minières en Indonésie et soutenu par le Ministère des Affaires Etrangères et l'Ambassade de France à Djakarta. Les actions sont principalement axées sur le volcan Merapi, sélectionné dans le cadre de la décennie des risques, et ont pour but d'aider nos partenaires Indonésiens dans la surveillance et l'évaluation de l'aléa volcanique et de progresser dans la compréhension du dynamisme éruptif. Des chercheurs de plusieurs universités participent à ce programme (Chambéry, Clermont-Ferrand, Grenoble, IPGP, Orléans...).

France – Amérique Centrale : Continuité du programme de coopération du Ministère des Affaires Etrangères. Plusieurs études ont été réalisées notamment au Costa Rica sur le volcan Arenal (sismicité, pétrogéochimie des laves) et au Guatemala sur le volcan Santiaguito (installation d'un réseau sismique et étude de l'éruption plinienne de 1902).

France – Equateur : Coopération entre l'Orstom et les Institus de Recherches Equatorien pour le suivi de la réactivation du volcan Pichincha en Equateur.

France - Ethiopie : Poursuite du programme Corne de l'Afrique. Plusieurs missions ont été réalisées au printemps 1998, dans l'Afar, le rift Ethiopien et sur le volcanisme des trapps.

5/ Activité des Observatoires Volcanologiques -IPGP :

** L'année 1998 a été marquée par une éruption du Piton de la Fournaise. Elle a débuté le 9 mars 1998 et s'est terminée le 21 septembre 1998. Elle a duré 196 jours et représente la plus longue éruption observée sur ce volcan depuis le début du siècle. Cette éruption a été parfaitement suivie par l'Observatoire du Piton de la Fournaise et par de nombreux chercheurs de l'IPGP et d'autres Universités. Outre les aspects de surveillance et de suivi, elle a permis à toutes les équipes impliquées d'obtenir de nombreuses données tant sur le plan géophysique que pétrologique et géochimique*

** L'activité à la Soufrière de Guadeloupe a été marquée par plusieurs petites crises sismiques et une recrudescence de l'activité fumerollienne. Plusieurs opérations de suivi ont été menées par l'Observatoire Volcanologique de la Soufrière et des chercheurs de l'IPGP*

La France a été assez peu représentée au congrès international de volcanologie du Cap. On note toutefois une participation et la présentation de plusieurs communications des chercheurs de l'Université de la Réunion et de l'Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise. De plus, une excursion pré-congrès (1^{er} – 8 juillet) a été organisée par ces mêmes chercheurs sur différents sites volcaniques de l'île de la Réunion.

Annexe 1 :

Journée organisée par les sections de Volcanologie du Comité National de Géodésie et Géophysique et de la Société Géologique de France

Mardi 24 novembre 1998

Institut de Physique du Globe - Salle bleue

Tour 24 - 14, 2^{ème} étage - 4, Place Jussieu. 75252 Paris cedex 5

Précurseurs Volcanologiques

13h30 Introduction

13h35 Jouniaux L. - Electrofiltration dans les roches volcaniques

14h00 Labazuy Ph. - Suivi des déformations à long terme par la méthode de l'inclinométrie portable : méthodologie et résultats préliminaires

14h25 Briole P. - Déformations précurseurs d'éruptions. Exemples du Piton de la Fournaise et de l'Etna

14h50 Sapin M., J.C Lépine, A. Hirn, V. Ferrazzini, N. Rousseau, K. Aki, J. Battaglia et T. Staudacher - Sismicité associée à l'éruption de mars 89 au Piton de la Fournaise

Pause

15h25 Allard P., G. Hammouya, P. Jean Baptiste, F. Parello et M. Semet - Signaux géochimiques avant et pendant l'éruption de Soufriere Hills, Montserrat : interprétation et implications pour les volcans français des Antilles

15h50 Cioni R., L. Gurioli, A. Sbrana et G. Vougioukalakis - Precursors to the plinian eruptions of Thera (1628 BC) and Vesuvius (79 AD) data from archeological areas

16h15 Lardy M. et L. Sigaud - Approche méthodologique pour la surveillance du volcan Lombenben, île de Ambae (Vanuatu) à l'aide d'une image satellitale SPOT*

Halbwachs M. - Nouvelles stations de surveillance hydro-acoustiques sur les lacs de cratères du Kelut et du volcan Lombenben, île de Ambae (Vanuatu)

Lardy M., D. Charley et J. Tabbagh - Suivi de l'activité strombolienne du Yasur (Ile de Tanna, Vanuatu) de 1993 à 1998

16h50 Kieffer G. - Le contexte volcanologique des explosions phréato-magmatiques terminales à l'Etna

17h15 Clôture

* *Communications groupées*

Annexe 2:

Les éruptions pliniennes

Réunion organisée par les sections de Volcanologie de la Société Géologique de France et du Comité National Français de Géophysique et Géodésie

Jeudi 19 mars 1998

Société Géologique de France

77 rue Claude Bernard - Paris

10h : Introduction : Présentation du nouveau bureau, hommage à H. Tazieff

10h15 : C. Jaupart - La fragmentation et la dynamique des panaches pliniens.

10h45 : B. Villemant et G. Boudon - Le processus de dégazage dans les éruptions pliniennes: exemple de l'eau et des halogènes dans l'éruption de la Montagne Pelée.

11h15 : La destabilisation d'un volcan par un crypto-dôme : un processus à l'origine de certaines éruptions pliniennes. F. Donnadieu et O. Merle

pause déjeuner

14h00 : J-C Thouret, J-Ph. Eissen, J. Davila et J-L. Bourdier - Séquence et dynamisme éruptifs, évolution pétrologique et conséquence de l'éruption plinienne et ignimbritique du volcan Huaynaputina (Sud Pérou) en 1600.

14h30 : J-C. Tanguy et P. de Saint-Ours - Les éruptions pliniennes de 1994-97 à Rabaul.

15h00 : J-M. Bardinzeff et P. de Saint-Ours - La crise volcanique de 1994-1998 de Rabaul, Papouasie-Nouvelle Guinée : les impacts humains d'une éruption pliniennes.

15h30 : C. Principe, A. Paiotti, J.-C. Tanguy et M. Le Goff - Archéomagnétisme et successions des éruptions du Vésuve.

16h00 : Conclusions – bilan des 4 années écoulées – Prévisions pour les 4 années à venir (réunions spécialisées - excursions - bulletin).

Section IV - Géomagnétisme et Aéronomie

Assemblée Générale de la section :

L'Assemblée Générale s'est tenue le 11 décembre 1998 à l'IPG de Paris.

Roch Smets, candidat de la section et lauréat du prix de géophysique, a présenté ses travaux. Ce prix honore la section 4 et en particulier la communauté magnétosphérique.

Discussion sur le rôle du CNFGG. Il est apparu une demande de la part des jeunes chercheurs présents de voir le CNFGG jouer un rôle d'instance de discussions et de propositions sur l'avenir de la recherche et des chercheurs en France.

Journées scientifiques sur l'assimilation des données chimiques dans les modèles :

Organisées par les sections 4, 5 et 7 du CNFGG les 27-28 janvier au siège du CNES à Paris.

- Environ 80 participants dont de nombreux jeunes*
- Niveau élevé des contributions et des discussions*
- Proposition de reconduire cette formule l'an prochain avec un centrage sur l'assimilation de données en océanographie*

Bureau de la Section

Président: Alain Hauchecorne

Vice-président: Michel Menvielle

Secrétaire: François Bertin

Missions spatiales

OERSTED

- Variation séculaire du champ magnétique terrestre, dynamique du noyau*
- Plusieurs équipes françaises sont impliquées. La France fournit le magnétomètre scalaire*
- Lancement prévu ce mois-ci*

CASSINI

- Sonde en orbite autour de Saturne sous responsabilité NASA et sonde de descente Huygens dans l'atmosphère de Titan (sous responsabilité ASE), lancement en octobre 1997.*
- Etude de l'atmosphère (chimie organique de Titan, détection d'éclairs)*

- *Nature du sol*
- *Plasma autour de Saturne (ondes et particules)*
- *1 PI et plusieurs co-I français*

Campagne de mesures

THESEO (Third European Stratospheric Experiment on Ozone)

- *Campagne européenne pour l'étude des processus physiques et chimiques à l'origine de la diminution de l'ozone aux latitudes moyennes.*
- *Période centrale janvier-avril 1999.*
- *Large participation française :*
 - *coordination de 4 projets (sur 13) ;*
 - *ballons à Kiruna, avions, stations sol ;*
 - *modélisation chimique et dynamique.*

Section V - Météorologie et Physique de l'Atmosphère

J.L. Fellous, S. Janicot

La vie de la section V

Total de la section : 66 membres (nous n'avons pas enregistré de nouveaux membres ni de démissions; 2 exclusions à noter a priori).

Dans le cadre de l'Assemblée Générale de la section V, l'organisation d'une présentation du projet ESQUIF sur l'étude des pointes de pollution atmosphérique en région parisienne a réuni environ une soixantaine de personnes, montrant ainsi l'actualité de ce sujet.

Aucune mission n'a été subventionnée en 1998, le seul candidat ayant dû se désister pour cause de maladie. Quatre candidatures pour des subventions de missions pour 1999 se sont manifestées cette année.

Collaboration avec les autres sections du CNFGG

Suite à une réflexion entamée à la précédente assemblée générale, deux journées scientifiques sur le thème de "L'assimilation d'observations de la chimie atmosphérique" ont été organisées, en collaboration avec les sections IV et VII, les 28-29 Janvier 1999 au siège du CNES à Paris. Une

participation d'environ 80 personnes a montré là aussi que le thème de la chimie atmosphérique est fortement d'actualité. Ces journées ont permis à des communautés scientifiques différentes de se rencontrer et de confronter leur expérience sur la question de l'application de techniques générales d'assimilation aux processus spécifiques de la chimie atmosphérique. Ces journées devraient avoir une suite en 1999.

Rapport quadriennal

Quatre articles de synthèse ont été programmés initialement pour illustrer un éventail d'activités scientifiques dans le domaine de la météorologie et de la physique de l'atmosphère. Un désistement de dernière minute n'a permis que de proposer trois articles :

- Les premiers résultats scientifiques de POLDER sur ADEOS.*
- L'expérience FASTEX : une chasse aux cyclogénèsses secondaires.*

3. Dynamique atmosphérique et conditions de surface : l'exemple de la mousson Ouest-Africaine.

Faits marquants en 1998

Décision d'engagement du programme EPS/METOP (trois satellites météorologiques polaires européens EUMETSAT) embarquant IASI (sondeur infra-rouge) fourni par le CNES.

Un rapport sur l'évaluation de la couche d'ozone indique que le protocole de Montréal a eu un effet sur la diminution de l'abondance de composés chlorés depuis 1994, mais la concentration en brome continue d'augmenter. En considérant l'évolution prévue de la concentration des substances appauvrissant la couche d'ozone et l'évolution des conditions atmosphériques, on risque d'attendre encore 20 ans de plus pour détecter de façon précise l'amorce d'un rétablissement de la couche d'ozone.

D'après le "Permanent Service for Mean Sea Level", le niveau des mers s'est élevé de 10-25 cm/siècle sur les derniers 100 ans.

Organisation régulière de forum de prévision saisonnière opérationnelle dans les régions tropicales.

Section VI- Sciences Hydrologiques

L'Année 1998 a été une année de transition pour les manifestations scientifiques internationales impliquant l'Hydrologie, dans l'attente de la 22ème Assemblée Générale de l'UGGI à Birmingham en juillet 99. Néanmoins de nombreuses réunions ou congrès dignes d'intérêt ont eu lieu et les subventions du CNFGG ont permis à nos chercheurs de jouer un rôle actif dans trois catégories de manifestations. Celles-ci étaient importantes car correspondant à des préoccupations actuelles où

les besoins en connaissance sont de plus en plus nécessaires , à savoir :

- acquis scientifiques à l'échelle régionale sur la connaissance de la variabilité des ressources en eau et ses conséquences,*
- environnement , changement climatique et prise en compte des risques,*
- progrès dans les techniques informatiques appliquées à l'Hydrologie et à l'Hydraulique.*

μ A la première catégorie appartient la Conférence internationale ABIDJAN'98, Variabilité des ressources en eau en Afrique au XXème siècle qui s'est tenue en Côte-d'Ivoire du 16 au 19 Novembre 1998. Cette réunion d'hydrologues et de climatologues africains, européens et américains s'est déroulée sous le patronage international des organisations suivantes : AISH, OMM, Union Européenne, Coopération Française, AAH, UNESCO/PHI, Académie Suisse des Sciences Naturelles, Coopération Suisse, IRD (ex-Orstom), Fondation Tropenbos de Wageningen.

Environ 150 participants ont assisté à une cinquantaine de présentations orales et ont pu consulter une quarantaine de posters ainsi que différentes présentations de logiciels. Les articles scientifiques correspondants ont fait l'objet d'une publication dans la collection des livres rouges de l'AISH (publication n°252).

Cette conférence a été suivie d'une réunion de l'AAH (Association Africaine des Hydrologues) à laquelle la plupart des Responsables des Services Hydrologiques des pays Africains, tant francophones qu'anglophones, étaient présents. Enfin une réunion du groupe FRIEND a traité essentiellement des zones humides.

Trois chercheurs ont bénéficié d'une subvention du CNFGG, soit:

- Melle Isabelle POCCARD - 25 ans - Doctorante au Centre de recherches de Climatologie à l'Université de Bourgogne (CNRS UPRESA 5080) à Dijon. Sa communication était intitulée " Connexions des températures de surface du Pacifique et de l'Atlantique avec la dynamique atmosphérique et la pluviométrie an Afrique boréale " (Session Précipitations)

- M. Alain LARAQUE - 40 ans- Chargé de recherche à l'IRD (ex-Orstom) en poste à Brasilia (Brésil) qui a présenté une communication portant sur " l'Origine des variations de débits du Congo à Brazzaville durant le XXème siècle " (Session Ecoulement)

- M. Hocine BENDJOURI - 55 ans- Maître de conférences au Laboratoire de géologie Appliquée à l'Université Pierre et Marie Curie à Jussieu qui a fait un exposé sur " La procédure de segmentation, dix ans après... " (Session Relations précipitations-écoulement)

L'objectif de ces réunions était de présenter les synthèses des travaux menés en hydrologie et climatologie durant le XXème siècle sur le continent africain. Des liaisons ont pu être établies à plus grande échelle avec les phénomènes El Niño, ENSO et les STO (Températures de Surface des Océans) de l'Atlantique et du Pacifique, ainsi qu'avec l'influence anthropique.

La confrontation des diverses approches spatio-temporelles a permis de mettre en évidence la

grande convergence des différentes études sur les pseudo périodicités hydroclimatiques, d'amplitudes et de durées différentes qui caractérisent les chroniques hydro pluviométriques de ce continent. Il est à noter en particulier une description précise de la sécheresse hydroclimatique actuelle, apparue vers la fin des années 1960.

D'autre part, un état des lieux des "données terrain" a pu être établi : leur acquisition, l'état des réseaux de mesures et leur suivi actuel, la qualité des données, leur contrôle, l'alimentation des banques de données informatiques et leur diffusion. Les différents projets régionaux du WHYCOS (Système mondial d'observation du cycle hydrologique) de l'OMM pour le continent Africain ont été présentés : MED-HYCOS, AOC-HYCOS, CONGO-HYCOS, NIL-HYCOS, IGAD-HYCOS, SADC-HYCOS.

A ce titre, il est à signaler la place prépondérante de la France dans ce domaine grâce en particulier à l'implication des équipes de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD ex-Orstom) oeuvrant sur ce continent. Citons le rôle majeur de l'Observatoire Hydrologique de Ouagadougou de l'antenne IRD de cette capitale, qui centralise en temps réel les données pluviométriques et hydrologiques obtenues en Afrique Occidentale et Centrale pour les mettre ensuite à disposition de la communauté internationale à partir d'un site WEB, excellente "vitrine" du travail des scientifiques et des réseaux de collecte des données.

La France s'est également affirmée par l'organisation de ces journées où la francophonie a dominé (il y avait une traduction simultanée français-anglais), et a pu montrer son avancée et sa maîtrise dans la connaissance des phénomènes hydroclimatiques de ce continent. Grâce à un de ses outils de rayonnement scientifique comme l'IRD, la France a joué un rôle moteur avec une capacité déterminante de dialogue et "d'assembler" au sein des réseaux de mesures africains, et au sein de la communauté scientifique africaine comme internationale.

μ Au titre de la seconde catégorie on relève deux colloques,

· le premier par ordre chronologique, était intitulé International Conference on Hydrology in a changing environment et s'est tenu à Exeter (Royaume-Uni) du 6 au 10 Juillet 98.

Organisé par la British Hydrological Society, ce colloque reflétait des thèmes majeurs d'action de l'Unesco et de l'OMM. 250 participants de 70 nations ont présenté 164 papiers qui couvraient 6 domaines: les processus hydrologiques globaux, les interactions écologiques et hydrologiques, le risque en hydrogéologie, Hydrologie et risques environnementaux, Gestion des aménagements et évaluation de la ressource en pays secs, l'Hydrologie des grandes cités.

Le bénéficiaire de la subvention était M. Nicolas GENDREAU - 28 ans -Ingénieur au Cemagref de Lyon qui a présenté un papier intitulé " Protection objectives in flood risk prevention ". La communauté scientifique française était également représentée par le LTHE de Grenoble et le Cergrene. Quelques réflexions du missionnaire :

Les scientifiques en hydrologie travaillent beaucoup sur la prévision et très peu sur la prévention. De plus, en matière de risque, il y a peu de relations entre les hydrologues et les autres disciplines telles que l'économie, la sociologie... D'autre part, en terme d'outil ou de méthode, beaucoup de recherches sont axées sur les modèles pluie-débit, notamment autour des concepts de Topmodel, et

sur les données Radar.

Il est très important de pouvoir échanger des données hydrologiques et météorologiques, de diffuser les résultats et de passer de l'annonce de crue à l'alerte : il est essentiel que les gens soient sensibilisés aux risques et doivent être éduqués notamment pour comprendre les notions telles que l'incertitude. Le risque étant la combinaison de l'aléa et de la vulnérabilité il faudrait que les hydrologues travaillent également sur la vulnérabilité.

Il est nécessaire d'avoir une vision large des risques mais il n'y a pas de formation institutionnelle sur les risques naturels En hydrologie, il y a un grand fossé entre la connaissance scientifique et les outils opérationnels utilisé par les bureaux d'étude. Les opérationnels n'ont pas changé leurs pratiques depuis 20-25 ans alors que l'hydrologie a énormément évolué.

· Le second, intitulé Deuxième Conférence internationale sur l'eau et le Climat a eu lieu à Espoo, près d'Helsinki, en Finlande du 17 au 20 Août. Cette conférence avait pour objet de passer en revue les faits nouveaux intervenus depuis 1989, date de la première Conférence limitée à l'Europe, en matière d'étude de la variabilité et de l'évolution du climat et de leurs incidences sur l'Hydrologie et les ressources en eau. Parrainée, entre autres par l'Unesco, l'OMM et l'AISH, cette manifestation a réuni 300 représentants de 50 pays différents.

Le bénéficiaire d'une subvention était M. Etienne LEBLOIS -36 ans- Ingénieur du GREF, Chargé de recherche au Cemagref- Division Hydrologie-Hydraulique de Lyon qui a présenté une communication sur le thème de " l'usage d'outils d'analyse hydrologique opérationnelle dans la valorisation des sorties de modèles atmosphériques et hydrologiques couplés ". L'objectif de tels outils étant de traduire les chroniques de débits issues de modèles de changement climatique en termes intelligibles pour les décideurs.

Au plan national, cette conférence a permis au missionnaire de découvrir le travail effectué au sein du LNH (Direction des Etudes et Recherches d'EdF) sur le sujet. L'approche présente une assez grande similitude avec celle poursuivie au sein du programme Gewex-Rhône (sous égide PNEDC/PNRH). On peut espérer une intercomparaison à terme entre les deux approches. En attendant, on constate que les scientifiques français délivrent des messages compatibles entre eux sur la scène internationale, ce qui est plutôt rassurant.

En ce qui concerne les approches mécanistes (modélisation des processus) ou statistiques basées sur la recherche d'analogues on ne note pas d'avancée significative. Les scientifiques s'interrogent également sur la manière de transmettre leurs maigres certitudes, si nuancées, aux décideurs afin qu'elles puissent être valorisées (quelle suggestion d'action ?). Leur crainte est les doutes importants qui subsistent servent de prétexte pour continuer à privilégier le court terme. Une voie pourrait être de procéder à des actions estimées bénéfiques quoi qu'il puisse arriver car contribuant à la stabilité des hydrosystèmes.

L'idée de confronter explicitement les évolutions hydrologiques attendues à la capacité des sociétés à les gérer semble par contre extrêmement rare, peut-être parce que la capacité des sociétés à faire face à une ressource en eau modifiée ou à des risques de crues augmentés est assez difficile à évaluer, et touche aux sciences humaines et sociales, donc exige une interdisciplinarité très marquée.

μ Au titre de la troisième catégorie figure la Conférence Hydrosoft'98 qui s'est tenue à Côme en Italie du 16 au 18 Septembre 98. Ce congrès, qui était le 7^{ème} de la série HydroSoft, était dédié aux techniques informatiques appliquées en Hydraulique et Hydrologie. Il était organisé par le Wessex Institute of Technology (WIT) et le Centro Di Cultura Scientifica "Alessandro Volta".

Le bénéficiaire d'une subvention était M. François DELCLAUX - 46 ans - Ingénieur de recherche de l'IRD à Montpellier qui présentait une communication intitulée " une approche pour intégrer un système de règles floues dans la modélisation hydrologique ".

La première partie du congrès, a été consacrée à la modélisation hydrodynamique sous plusieurs aspects : hydraulique maritime et souterraine, écoulements à surface libre, transfert de polluants. Ces modélisations utilisent de plus en plus des grilles spatiales irrégulières décrivant plus précisément les frontières du milieu physique. Ceci se traduit généralement par une ré-écriture complète des équations dans de nouveaux systèmes de coordonnées.

Une partie de la conférence était plus spécifiquement consacrée aux méthodes numériques mise en œuvre en Mécanique des Fluides : traitement de la couche limite, équations de la diffusion-convection, écoulement laminaire.

Une autre part importante du congrès fut dédiée au calcul de réseau hydraulique sous plusieurs aspects : design d'un réseau, optimisation des écoulements, opération et réhabilitation de réseaux. A cet égard, les techniques d'algorithmes génétiques semblent extrêmement prometteuses.

Le dernier point abordé concerne les outils associés à la gestion du risque et à la prise de décision. Cette partie regroupe l'utilisation de techniques informatique variées: programmation Objet, SIG, interface utilisateur. Les systèmes présentés tendent plus vers les progiciels opérationnels que le simple outil de calcul.

En résumé, ce congrès a balayé très large dans le champ de l'utilisation de l'Informatique au service de l'Hydraulique et l'hydrologie ; la variété des thèmes abordés a présenté un état de l'art général sur la mise en œuvre de nouvelles techniques (algorithmes génétiques, par exemple).

• Admissions 1999

NOM	ADRESSE

<p>· CORBONNOIS Jeannine</p> <p>(née en 1951)</p> <p>Professeur des Universités</p> <p>Docteur 3ème Cycle</p> <p>Habilitation à Diriger des Recherches</p>	<p>Université de Metz , CEGUM, Ile du Saulcy</p> <p>UFR de Lettres et Sciences Humaines</p> <p>57045 METZ Cedex 01</p> <p>Tél : 03 87 31 59 78 Fax : 03 87 31 59 70</p> <p>Mél : corbonnois@zeus.univ-metz.fr</p>
<p>· GIODA Alain</p> <p>(né en 1955)</p> <p>Chargé de Recherches à l'IRD</p> <p>Docteur 3ème Cycle</p>	<p>IRD y SENAMHI</p> <p>Casilla postal 2352</p> <p>COCHABAMBA Bolivie</p> <p>Tél : 591 4 247003 Fax : 591 4 256321</p> <p>Mél : gioda@maonlinebbs.com</p>
<p>· LARAQUE Alain</p> <p>(né en 1958)</p> <p>Chargé de recherches à l'IRD</p> <p>Docteur de l'Université</p>	<p>IRD, CP 7091</p> <p>Lago Sul CEP 71619-970</p> <p>BRASILIA DF Brésil</p> <p>Tél : 5561 248 5323 Fax : 5561 248 5378</p> <p>Mél : alain.laraque@apis.com.br</p>
<p>· Etienne LEBLOIS</p> <p>(né en 1961)</p> <p>Chargé de recherches au CEMAGREF</p> <p>Docteur de l'Université</p> <p>Ingénieur du GREF et de l'ENITRTS</p>	<p>CEMAGREF Division Hydrologie/Hydraulique CP 220</p> <p>3 bis, Quai Chauveau 69336 LYON Cedex 09</p> <p>Tél : 04 72 20 87 89 Fax : 04 72 47 78 75</p> <p>Mél : leblois@lyon.cemagref.fr</p>

<p>· MOGUEDET Gérard</p> <p>(né en 1946)</p> <p>Professeur des Universités</p> <p>Docteur es Sciences</p>	<p>Labo Sciences de l'Environnement et de l'Aménagement - Faculté des Sciences</p> <p>35 rue de la Barre 49000 ANGERS</p> <p>Tél : 02 41 36 54 49 Fax : 02 41 36 54 55</p> <p>Mél : moguedet@univ-angers.fr</p>
--	---

· *Démissions 1998*

Yves BENDERITTER, Jean-Marie MASSON, Huguette VIVIAN

Section VII - Océanographie_

OCÉANOGRAPHIE SATELLITAIRE :

Couleur :

MODIS, satellite américain dédié à la mesure de la couleur de l'océan qui a été lancé en 1999 continue de fonctionner.

On prévoit le lancement de POLDER2 en 2001 sur ADEOS2 et de MERIS sur ENVISAT en 2001. Des recherches sont entreprises pour améliorer les algorithmes de couleur.

Vents :

Le lancement du diffusiomètre Américain Q-SCAT qui préfigure SEAWINDS sur ADEOS2 a été lancé en août 1999.

Les programmes Européen ENVISAT et Franco-Américain JASON se mettent en place.

MODÉLISATION :

Mise en place d'un modèle de l'Océan Atlantique dans sa globalité au 1/6° CLIPPER. Dans sa version ultime CLIPPER doit être couplé à l'atmosphère. Maquette d'un projet CIPPER au 1/12 : Atlantique Nord + Méditerranée (1/16).

Le programme MERCATOR se met en place.

Les modèles couplés océan atmosphères sont en cours d'exploitation.

*On dispose de 2*100 ans de Run.*

D'excellents résultats ont été obtenus sur El Nino : LMD+LODYC et sur la NAO.

La modélisation biologique est en plein développement. Des travaux sur l'assimilation de données de couleur de l'océan sont initiés.

L'assimilation de données dans les modèles numériques entre dans une phase opérationnelle. Développement de routines "simples" (routine SOFA OI+ Kalman Filter) qui peuvent être implémentées sur différents modèles.

OBSERVATIONS À LA MER :

Mise en place du programme POM (Etude des subductions dans l'Atlantique Nord-EST) dans le cadre du PATOM.

Mise en place de suivi à long terme systématique dans les stations marines (Roscoff, Arcachon, Marseille, Villefranche, Banyuls, Vimereux). Vers un "corps" de physiciens de l'INSU pour assurer ce suivi ?

Exploitation des données de TOPEX/POSEIDON :

Transport du courant des Malouines.

Réflexions d'ondes de Kelvin en Rossby dans le Pacifique EST et de Rossby en Kelvin dans le Pacifique Ouest.

Dynamique de méso-échelle de la Méditerranée.

La bouée CARIOCA donne d'excellents résultats sur la mesure de P.CO2 Océanique et permet de calibrer les mesures satellitaires.

PROGRAMMES EUROPÉENS :

Préparation du 5ème PCRD dont le premier appel d'offre est sorti et le deuxième est prévu pour février 2000.

RÉUNIONS INTERNATIONALES :

IUGG 1999

AGU Ocean Science Meeting 2000-01

IGARS	Hawaï	2000-07
COSPAR	Pologne	2000-07
EGS	Nice	2000-04

PRIX DE GÉOPHYSIQUE 1999

Roch SMETS

DYNAMIQUE DES ÉLECTRONS AUX FRONTIÈRES DE LA MAGNÉTOSPHERE TERRESTRE

UNIVERSITÉ D'ORSAY -PARIS 11-

Thèse de Doctorat soutenue le 20 Mai 1998

Résumé : *La magnétosphère terrestre résulte de l'interaction du champ magnétique interplanétaire porté par le vent solaire avec le champ magnétique d'origine planétaire. La cavité magnétosphérique ainsi constituée n'est pas fermée et il est admis qu'il existe des transferts de masse et d'énergie entre le vent solaire et la magnétosphère interne. Ces transferts s'effectuent au niveau des régions de reconnexion magnétique, où la pression magnétique est très faible. Les rayons de giration des particules autour des lignes de champ magnétique sont alors très grands et peuvent être de l'ordre de ou supérieurs au rayon de courbure des lignes de champ magnétique. Le transport du plasma s'effectue alors de manière non-adiabatique (rupture des invariants du mouvement défini dans le cadre de la mécanique Hamiltonienne) et il en résulte une déformation des fonctions de distribution. Nous avons étudié cette déformation des fonctions de distribution dans les régions de reconnexion pouvant exister dans la queue lointaine de la magnétosphère, puis au voisinage d'un plasmioïde. A l'aide de simulations numériques particulières, nous avons prédit des signatures caractéristiques des fonctions de distribution que l'on retrouve dans les observations des satellites GEOTAIL et INTERBALL. Plusieurs modèles analytiques ont été développés afin de déterminer la localisation et la topologie des sites de reconnexion.*

Reconnexion magnétique dans les plasmas non-collisionnels

Une frontière importante dans la magnétosphère est celle existant entre les lobes et le feuillet de plasma (cf. Figure 1). Dans l'ionosphère, les schémas de convection déduits des mesures radars mettent en évidence un mouvement du plasma dans la direction anti-solaire dans les lobes (en blanc dans la Figure 1), et dans la direction solaire à plus basse latitude dans le feuillet de plasma (en grisé). Puisqu'il s'agit essentiellement du même plasma, ceci implique l'existence de processus

permettant de reconnecter deux lignes de champ ouvertes des lobes pour former une ligne de champ fermée dans le feuillet de plasma, et une ligne de champ libre du milieu interplanétaire. On trouve dans la littérature deux types de définition pour la reconnexion, à savoir :

- *écoulement du plasma à travers une surface séparant deux régions dont les lignes de champ ont des topologies différentes [e.g. Vasyliunas, 1975].*
- *dissipation de l'énergie magnétique dans une région de renversement de champ magnétique en énergie cinétique des particules [e.g. Hill, 1975].*

Ces deux définitions sont en fait équivalentes. Dans la première, le champ magnétique en aval de la région de reconnexion est inférieur à celui en amont. Cela signifie comme dans la deuxième définition, une diminution de l'énergie magnétique à l'origine des processus d'accélération et de chauffage des particules.

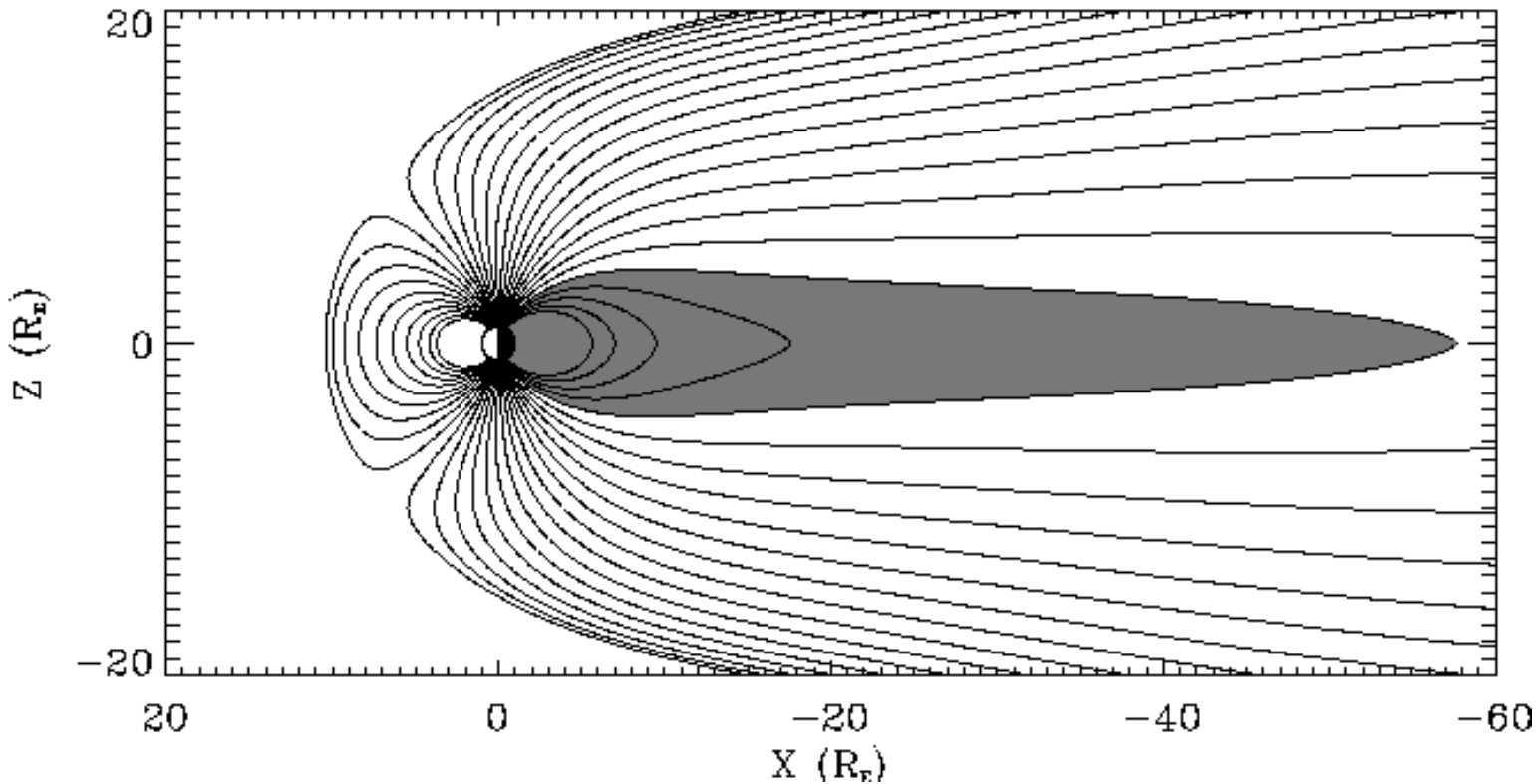


FIGURE 1.

A l'aide de l'équation de Maxwell-Faraday et de la loi d'Ohm simplifiée (valable pour des phénomènes de basse fréquence et de grande longueur d'onde), on montre que la dérivée temporelle du champ magnétique est proportionnelle à un terme de transport et à un terme de diffusion. Lorsque ce dernier est négligeable (dans un plasma de conductivité infinie), on peut faire l'approximation du "champ gelé" où le plasma se déplace avec les lignes de champ magnétique. On démontre facilement que si l'on considère deux points situés sur une même ligne de force, ils le resteront au cours du temps. On ne peut donc pas couper un tube de flux pour le recoller à un autre tube de flux.

Gurnett [1989] a étudié les similitudes existant entre les processus de reconnexion dans les plasmas

spatiaux et ceux que l'on observe dans le sillage des ailes d'un avion. La loi d'évolution (en fluides neutres) du vecteur tourbillon (ou de la vorticité défini comme le rotationnel du vecteur vitesse) est très semblable à l'équation d'évolution du champ magnétique. La structure du vecteur tourbillon dans le sillage d'un avion est illustrée sur la Figure 2. On observe une topologie similaire à celle du champ magnétique dans queue de la magnétosphère où l'on a des lignes de champ anti-parallèles.

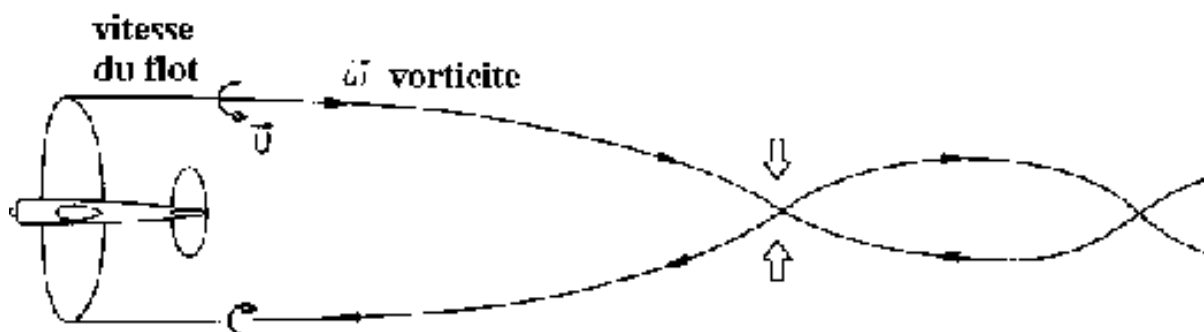


FIGURE 2.

En fluide neutre, la fréquence de collision est trop faible pour faire diffuser la vorticité. Les observations montrent néanmoins que la reconnexion des lignes de vorticité s'effectuent sur des temps caractéristiques plus court que ceux prévus théoriquement. On déduit de ces observations que dans l'air, même si la fréquence de collision entre les neutres est a priori trop faible pour permettre la reconnexion, celle-ci est néanmoins observée dans le sillage de l'avion. De plus, ces observations montrent qu'il ne s'agit pas d'un phénomène stationnaire, la reconnexion étant sporadique et très localisée. Ceci suggère que la résistivité qui apparaît dans la loi d'Ohm n'est pas nécessairement celle du milieu considéré. Sans que cela soit démontré, la résistivité à l'origine de cette reconnexion dans le sillage d'un avion serait due à la micro-turbulence existant dans l'air. Pour les plasmas spatiaux, de nombreux travaux ont été menés pour trouver de bons candidats à cette résistivité que l'on appelle alors résistivité anormale.

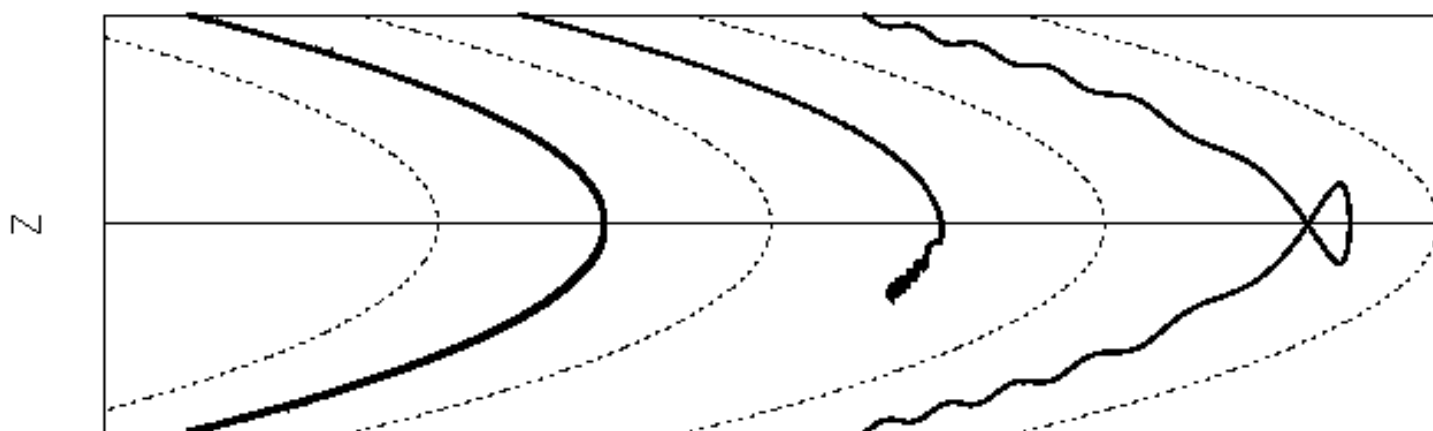


FIGURE 3.

On a choisi pour cette étude de considérer que le processus de reconnexion magnétique a eu lieu,

afin de voir de quelle manière il modifie ou perturbe la forme de la fonction de distribution des électrons, c'est à dire de leur densité dans l'espace des phases. En raison de la faible valeur du champ magnétique dans les régions de reconnexion, les particules ont des rayons de giration qui deviennent localement très grands, et qui peuvent être supérieur aux longueurs caractéristiques de gradient. Le mouvement des particules n'est alors plus un mouvement régulier de giration autour des lignes de champ magnétiques et peut devenir chaotique. La Figure 3 illustre de tels orbites (en traits plein épais) pour lesquels les lignes de champ magnétiques semblables à celles que l'on trouve dans la queue de la magnétosphère sont représentés en traits pointillés. Cette dynamique non-linéaire est à l'origine de déformation des fonctions de distribution.

Méthode de calcul

Pour reconstruire des fonctions de distribution dans l'espace des phases, nous avons pour un point d'observation donné (ou l'on veut reconstruire la forme de fonction de distribution) remonté dans le temps les trajectoires de particules qui l'atteignent à l'aide de codes numériques. Les calculs sont effectués dans un modèle de champ électrique et magnétique prescrit. Le calcul de ces trajectoires est interrompu lorsque les particules parviennent à la position source ou l'on connaît la forme de la fonction de distribution. On reconstruit la fonction de distribution au point d'observation en pesant la particule dans la distribution initiale en utilisant le théorème de Liouville comme ceci est illustré schématiquement dans la Figure 4. Ce théorème peut être utilisé ici car le système considéré est Hamiltonien (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de dissipation d'énergie, le système est conservatif).

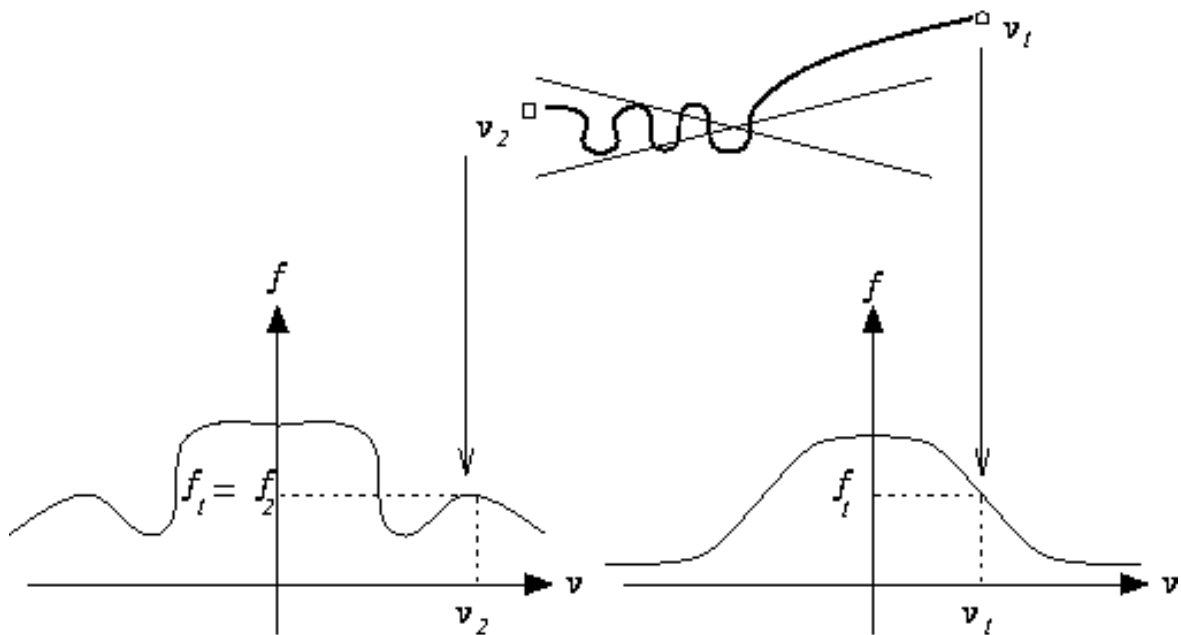


FIGURE 4.

Fonction de distribution au voisinage d'un site de reconnexion

La Figure 5 présente un exemple de fonction de distribution électronique obtenue au voisinage d'un site de reconnexion. On observe une ligne de fracture correspondant à un fort gradient de densité. Elle est assez large et peu marquée à basse énergie et devient plus fine et plus prononcée à haute énergie. Elle sépare deux régions de l'espace des phases : une région A où la densité est importante, et une région B où la densité est plus faible. On observe également des structures à petite échelle

composées de trous de densité positionnés autour de la ligne de fracture de manière assez symétrique.

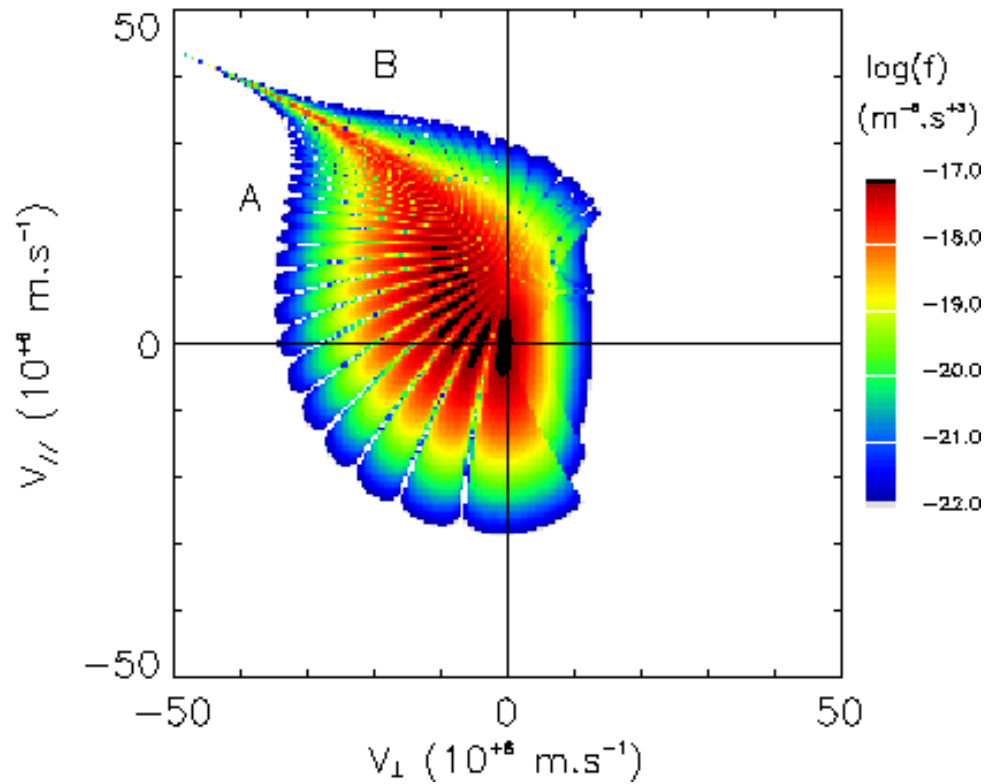


FIGURE 5.

Les lignes de fracture et les plumes de densité présentées dans la Figure 5 apparaissent donc comme caractéristiques des fonctions de distribution dans le voisinage proche d'un site de reconnexion. Le manque d'observations ne nous a pas permis de rechercher de telles structures de densité, et dans un premier temps nous nous sommes intéressés à la question de leur observabilité. En particulier, le département EMI du CETP est impliqué dans l'expérience PEACE embarquée à bord des satellites CLUSTER-2 (lancement prévu au cours de l'an 2000) et qui mesurera les électrons dans la gamme d'énergie 0.6 eV - 30 keV. Dans sa résolution maximale, cet instrument disposera de 88 portes en énergie, de 12 angles polaires, et de 15 angles azimutaux. Sa période de spin (periode de rotation du satellite sur lui même) est de 4 secondes. En utilisant les caractéristiques de cet instrument, il a paru utile d'examiner si les structures de densité décrites dans ce chapitre étaient détectables. La Figure 6 présente la fonction de distribution électronique de la Figure 5 telle qu'elle serait observée par PEACE.

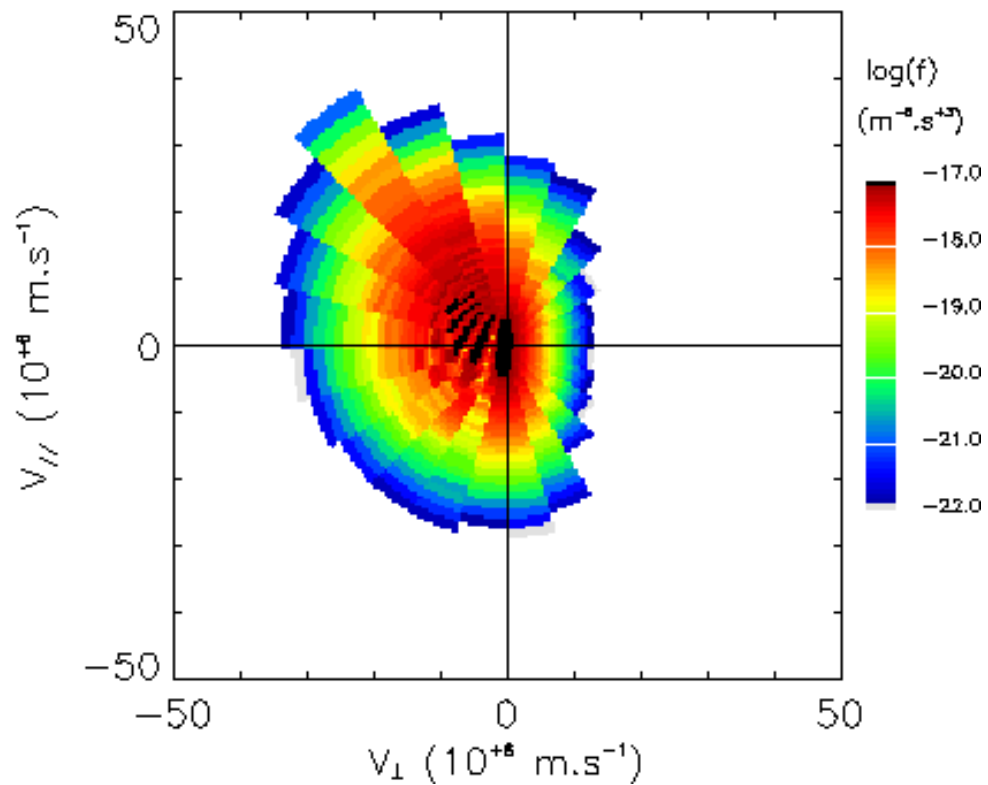


FIGURE 6.

Tandis que les multiples plumes de densité dans la Figure 5 ne sont pas résolues dans la Figure 6, la ligne de fracture à grande échelle est elle clairement visible, même si l'effet de moyenne dans les différentes portes conduit à un élargissement et à une atténuation du niveau de densité. Cette structure fournit ainsi une signature potentielle d'un site de reconnexion.

Fonction de distribution sur le bord externe du feuillet de plasma

Nous nous sommes en suite intéressé à la forme de ces fonctions de distribution pour un point d'observation situé plus en aval du site de reconnexion. Dans ce cas, les électrons ont un nombre d'interactions non-adiabatiques très limité et leur dynamique est assez régulière. Ceci est illustré dans la Figure 7 qui montre la fonction de distribution obtenues.

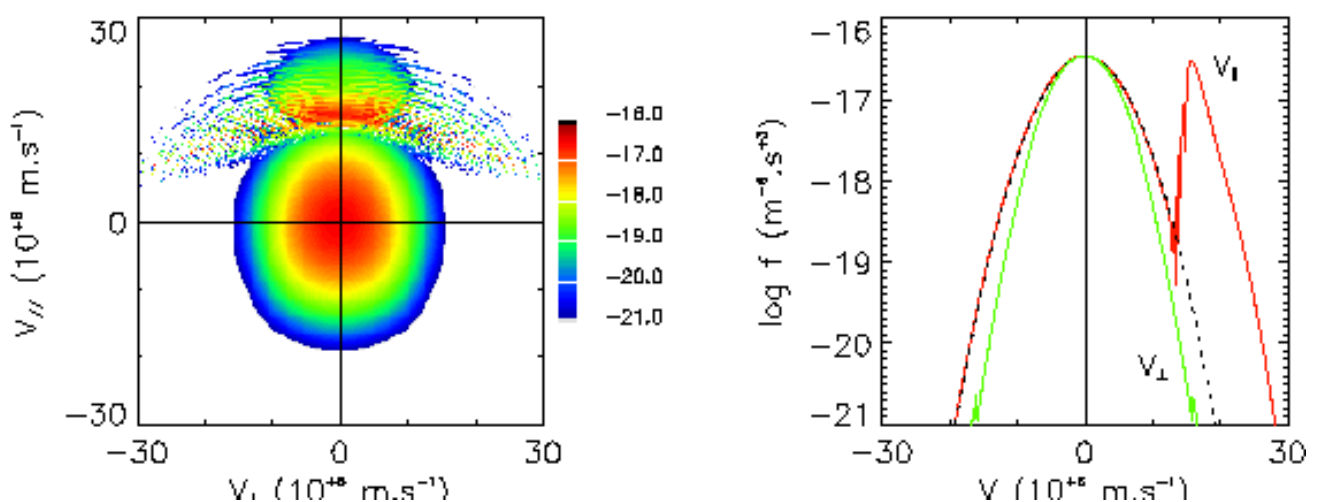


FIGURE 7.

Deux populations distinctes apparaissent à savoir : une population froide directement issue des lobes et une population à haute énergie caractérisée par un faisceau dense le long du champ magnétique. On notera également que la région de transition entre ces 2 populations est très bruitée. Ce résultat est dû au comportement chaotique des particules. Cet aspect bruité est beaucoup plus marqué que dans le cas des ions et affecte peu le faisceau produit par accélération des particules au voisinage de la ligne neutre.

Si l'on considère maintenant un point d'observation plus à l'intérieur du feuillet de plasma, les électrons subissent un plus grand nombre d'interactions non-adiabatiques avec la zone de diffusion, et le comportement fortement chaotique qui en résulte nous a conduit à recourir à une méthode statistique. La Figure 8 illustre les résultats obtenus pour un point d'observation situé plus à l'intérieur du feuillet de plasma.

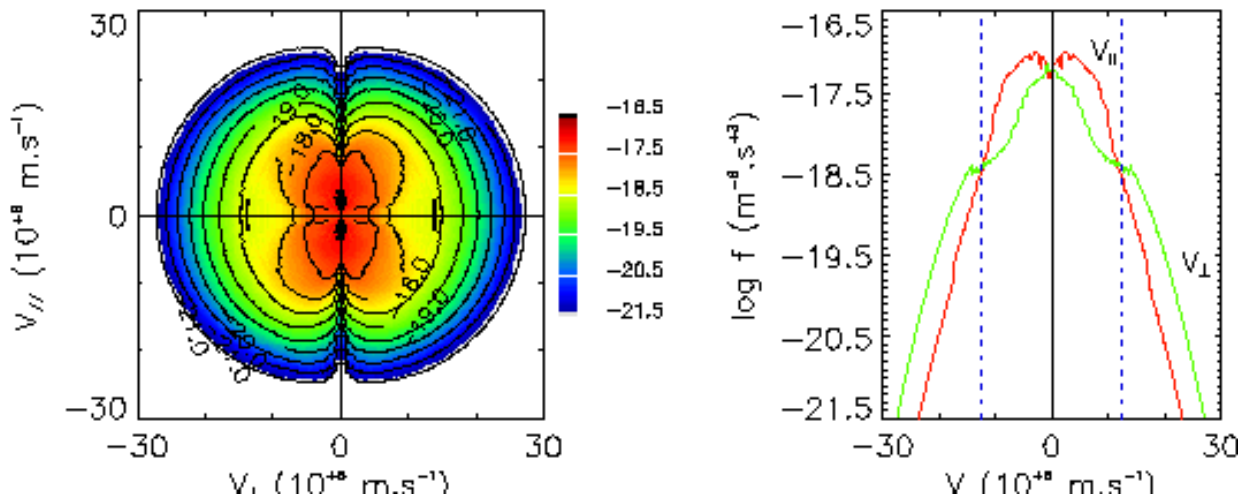


FIGURE 8.

Il apparaît clairement dans cette figure une composante de la fonction de distribution essentiellement le long du champ magnétique à basse énergie et dans une direction plus perpendiculaire à haute énergie. Nous avons vérifié la stabilité de ces structures au cours du temps. La structure en oeil qui caractérise ces distributions peut être mieux appréciée dans le panneau de droite des Figures 8.

Au vu de notre étude, les distributions en oeil observées sur le bord externe du feuillet de plasma résultent d'un processus en 2 temps : (1) production d'une distribution en cigare (ou tout du moins d'une anisotropie au voisinage de la ligne neutre) (2) diffusion en aval de la ligne neutre ce qui conduit à une distribution en oeil. Ces structures expliquent ainsi les distributions en faisceaux et en oeil observées dans la queue lointaine de la magnétosphère par le satellite japonais GEOTAIL [e.g. Mukai et al., 1996].

Dans ce cadre d'interprétation, la structure en oeil des distributions électroniques recèle une information sur la topologie des lignes de champ. Nous avons montré que la connaissance de la vitesse pour laquelle les valeurs de la fonctions de distribution dans les directions parallèles et

perpendiculaires au champ magnétique étaient égales, permet de déduire l'épaisseur de la couche de courant. On a ainsi obtenu une épaisseur de la couche de l'ordre de 5000 kilomètres ce qui est en accord avec des observations directes antérieures.

Conclusion

Les études des processus de reconnexion qui peuvent exister dans la magnétosphère terrestre ont commencé au début des années soixante. Elles ont d'abord été menées dans le cadre de théories MHD et avec des observations in situ rares et de résolution limitée. Bien que le nombre croissant de satellites et la qualité des instruments embarqués nous apportent une connaissance plus fine de la physique magnétosphérique, il existe encore bien des zones d'ombre sur l'existence, l'origine, et les implications des processus de reconnexion.

Dans le cadre d'une magnétosphère ouverte qui permet la pénétration de plasma issu du vent solaire, il existe une ou plusieurs régions de reconnexion à la surface de la magnétopause. Le modèle standard de magnétosphère ouverte [e.g. Dungey, 1961] prévoit notamment l'existence d'un site de reconnexion au nez de la magnétopause sur la face avant. Le transport de ces lignes de champ reconnectées dans la direction anti-solaire conduit de plus à l'existence d'un site reconnexion dans la queue lointaine afin d'expliquer la forme des 2 cellules de convection observées au niveau de l'ionosphère [e.g. Akasofu, 1977]. De même, de tels processus de reconnexion pourraient permettre la pénétration de plasma issu du vent solaire dans la couche limite à basse latitude [e.g. Treumann et al., 1992], région dense des flancs de la magnétosphère sur le bord interne de la magnétopause. Enfin, lors des sous-orages magnétosphériques, les reconfigurations brutales du champ magnétique ainsi que les injections de particules pourraient résulter de la formation d'une ligne neutre de reconnexion dans la queue proche de la magnétosphère [e.g. Coppi et al., 1966].

Le plasma magnétosphérique étant très ténu, le temps caractéristique de collisions entre les particules est nettement supérieur à tout les autres temps caractéristiques d'évolution du plasma. On peut donc décrire l'état du plasma à l'aide de la théorie MHD idéale (dans la mesure où les hypothèses MHD sont valides, à savoir : phénomènes à basse fréquence et faibles gradients). Or, on ne peut dans le cadre de cette théorie reconnecter une ligne de champ magnétosphérique à une ligne de champ du vent solaire comme le suggèrent de nombreuses observations (aurores diffuses et précipitations de particules dans les cornets polaires notamment). De nombreux travaux ont été menés [e.g. Coroniti, 1985; Sonnerup, 1988; Dungey, 1988; Treumann et al., 1992] pour expliquer ce paradigme. Dans cette thèse, nous avons considéré que de tels sites de reconnexion existent (en éludant l'origine), et nous nous sommes intéressés à caractériser la forme des fonctions de distribution résultant du transport du plasma à travers ces sites. Nous avons pour cela eu recours à des simulations numériques en utilisant des particules-test pour reconstruire les fonctions de distribution. Chaque fois que cela a été possible, nous avons confronté nos résultats à des observations in situ.

La reconnexion magnétique impliquant l'existence de points où le champ magnétique est nul ou très faible, nous avons examiné en particulier le rôle des effets non-adiabatiques en cours de transport. Nous avons montré que l'existence de sites de reconnexion conduit à des fonctions de distribution anisotropes et agiotropes tout près du site de reconnexion. La faible étendue spatiale de ces régions et la finesse des structures prédites rendent cependant ces distributions difficilement

observables. Une généralisation de cette étude pour un point d'observation situé sur le bord externe du feuillet de plasma nous a permis de mettre en évidence des structures propres aux distributions électroniques, lesquelles sont observées par le satellite GEOTAIL. L'interprétation que nous avons avancée permet en outre d'évaluer l'épaisseur de la couche de courant dans la queue lointaine, de l'ordre de quelques dixièmes de rayons terrestres.

Les calculs développés au cours de cette thèse devaient initialement être confrontés aux observations de la grappe de satellites CLUSTER. L'échec du tir d'Ariane 5 en Juin 1996 et le report de la mission CLUSTER-2 à l'an 2000 nous obligent donc à patienter un peu avant d'obtenir des données pour lesquelles on pourra distinguer les effets spatiaux des effets temporels. En effet, les observations dont on dispose jusqu'à présent sont fournies par un seul satellite qui se déplace en même temps dans l'espace et dans le temps. Des mesures multi-points permettront d'identifier le caractère spatial ou temporel des variations que l'on observe. L'un des principaux objectifs de CLUSTER vise l'observation des régions frontières de la magnétosphère, en particulier l'étude de leur structure fine et de leur dynamique. L'orbite prévue (apogée à une vingtaine de rayons terrestres) permettra notamment d'étudier la magnétopause du côté jour ainsi que la queue géomagnétique proche et moyenne. Cette mission permettra ainsi d'explorer la plupart des régions dans lesquelles on soupçonne l'existence de processus de reconnexion. De plus, l'étendue spatiale des sites de reconnexion et le fait qu'ils existent de manière stationnaire sont deux grandes questions auxquelles on espère pouvoir répondre à l'aide de ces données.

Références

Akasofu S. I., Physics of magnetospheric substorms, Astrophys. Space Sci. Lib. 47, 1977.

Coppi B., G. Laval, & R. Pellat, Dynamics of the geomagnetic tail, Phys. Rev. Lett. 16, 1207, 1966.

Coroniti F. V., Space plasma turbulent dissipation: reality or myth?, Space Sci. Rev. 42, 399, 1985.

Dungey J. W., Interplanetary magnetic field and the auroral zone, Phys. Rev. Lett. 6, 47, 1961.

Dungey J. W., Noise-free neutral sheet, Proc. on Reconnexion in space plasma, ESA SP-285, Potsdam, Germany, 15, 1988.

Gurnett D. A., Merging of aircraft vortex trails: similarities to magnetic field merging, Geophys. Res. Lett. 16, 17, 1989.

Hill T. W., Magnetic merging in a collisionless plasma, J. Geophys. Res. 80, 4689, 1975.

Mukai T., M. Fujimoto, M. Hoshino, S. Kokubun, S. Machida, K. Maezawa, A. Nishida, Y. Saito, T. Terasawa, & T. Yamamoto, Structure and kinetic properties of plasmoids and their boundary regions, J. Geomag. Geoelectr. 48, 541, 1996.

Sonnerup B. U. Ö., Adiabatic particle orbits in a magnetic null sheet, J. Geophys. Res. 76, 8211, 1971.

Treumann R. A., J. LaBelle, & R. Potelette, Plasma transport through magnetic boundaries, Proc.

on Study of the solar-terrestrial system, ESA SP-3 46, Killarney, Ireland, 115, 1992.

Vasyliunas V. M., Theoretical models of magnetic field line merging, 1, Rev. Geophys. 13, 303, 1975.



FIN DU COMPTE-RENDU 1999