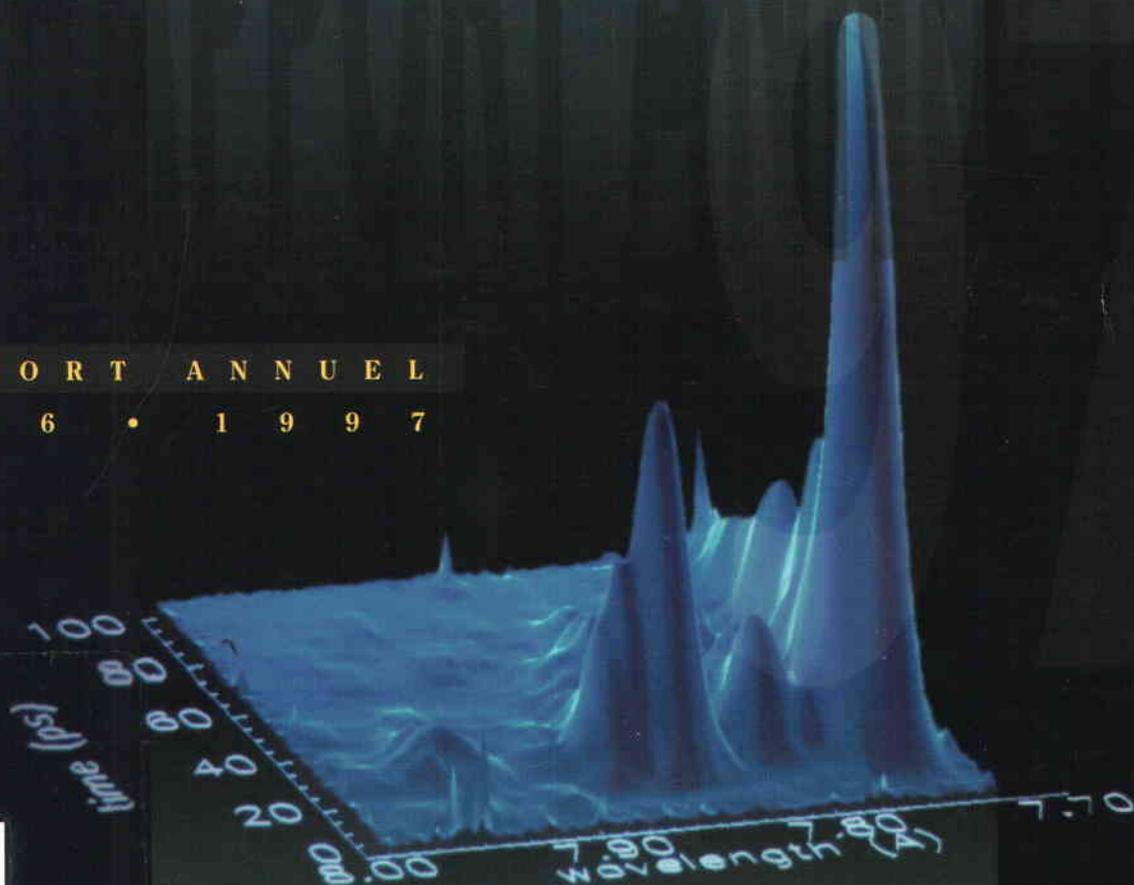


INRS

ÉNERGIE ET MATÉRIAUX

R A P P O R T A N N U E L
1 9 9 6 • 1 9 9 7



LE
3
.I63
.A1
I57
1996/1997



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

..... *INRS-Énergie et Matériaux*

Rapport Annuel
1^{er} juin 1996 au 31 mai 1997

INRS
Eau, Terre et Environnement
SDIS

1650, boulevard Lionel-Boulet
Varenes, Québec
J3X 1S2

NRS-Énergie et Matériaux
1650, boulevard Lionel-Boulet
Varenes, Québec
J3X 1S2

Téléphone: (514) 929-8100
Télocopieur: (514) 929-8102 ou 8198
Internet: <http://www.inrs-ener.quebec.ca>

Table des matières

Avant-propos	5
1.0 INRS-Énergie et Matériaux	6
1.1 Position et mandat	6
1.2 Ressources humaines	6
2.0 Résultats	7
2.1 Collaborations et partenariats	7
2.2 Résultats scientifiques	7
2.2.1 Diffusion des résultats	7
2.2.2 Transferts technologiques	8
2.3 Encadrement et enseignement	8
2.4 Analyse des revenus	10
3.0 Activités de recherche	11
3.1 Activités « Énergie »	11
3.1.1 Fusion	11
3.1.2 Analyse énergétique	13
3.2 Activités « Matériaux »	14
3.2.1 Nouveaux matériaux	14
3.2.1.1 Matériaux énergétiques	14
3.2.1.2 Matériaux photoniques	19
3.2.2 Nouveaux procédés	21
3.2.2.1 Procédés par plasmas	21
3.2.2.2 Implantation ionique	23
3.2.3 Chimie des solutions, des colloïdes et des interfaces	24
3.2.3.1 Chimie des solutions et des colloïdes	24
3.2.3.2 Sciences des surfaces et interfaces	25

3.3	Activités interaction laser-matière	26
3.3.1	<i>Travaux théoriques</i>	27
3.3.2	<i>La matière sous haute densité d'énergie</i>	27
3.3.3	<i>La femtovision X</i>	27
3.3.4	<i>Les sources X laser pour la radiologie</i>	28
3.3.5	<i>La foudre déclenchée par laser</i>	28
3.4	Développements technologiques	28
3.4.1	<i>Développement d'instruments X ultra-rapides</i>	29
3.4.2	<i>Étude et développement de microélectrodes pour la fabrication de détecteurs électrochimiques</i>	29
4.0	Développement d'affaires	30
4.1	Implication régionale	30
4.2	Liens avec les utilisateurs de savoir-faire	30
Annexe I	: Ressources humaines	33
Annexe II	: Personnel en formation	39
Annexe III	: Publications et communications	51
Annexe IV	: Séminaires au Centre	63
Annexe V	: Comités internes	67

Photo de la page couverture :

*Caractéristiques des rayons X émis par une cible d'aluminium
lorsque irradiée par une impulsion laser ultrabrève de haute intensité.*

Avant-propos

En 1996-1997 plusieurs événements importants pour l'avenir de l'INRS-Énergie et Matériaux se sont produits tant du côté des partenariats que du côté des activités scientifiques.

D'abord, plusieurs ententes de partenariats ont été modifiées et renouvelées et de nouvelles collaborations ont été initiées. Suite au retrait du gouvernement fédéral du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM), et à l'octroi par celui-ci d'un montant forfaitaire de 19 M\$ pour se désengager, le mandat et la structure du CCFM ont été revus. La programmation de nos activités dans le consortium canadien MICRONET a été remise à jour en réponse à l'annonce de prolongement du programme. L'entente de collaboration avec l'Institut des matériaux industriels (IMI) a aussi été revue et renouvelée.

Parmi les nouvelles ententes conclues durant l'année, mentionnons, entre autres, un nouveau partenariat majeur avec Hydro-Québec sur le déclenchement contrôlé de la foudre, une entente de collaboration avec le « State University of New York » sur le développement de nouvelles sources X pour les applications médicales et la formation d'un consortium avec l'Hydro-Québec, l'université Laval et l'UQTR sur l'hydrogène.

Du côté scientifique, le Centre a élargi ses activités reliées au programme spatial canadien en préparant des expériences pour la tour de Brème en Allemagne et pour le vol de l'été de la navette Discovery. Notre expertise dans le domaine de la prévision énergétique a aussi soulevé l'intérêt et a donné lieu à plusieurs contacts internationaux.

Le Centre a poursuivi son évolution en se préoccupant de plus en plus des implications économiques possibles de ses recherches. De façon concrète, cette préoccupation s'est traduite par l'obtention de contrats de consultations dans le domaine de la chimie des colloïdes et des interfaces, de contrats de développement dans les domaines des écrans plats, de la nanofabrication de capteurs et de la fabrication d'électrodes pour un procédé électrochimique ainsi qu'à la conclusion de deux ententes de transfert technologique visant l'exploitation du savoir-faire du Centre, l'une dans le domaine de la fabrication de caméra à balayage ultrarapide et l'autre, dans le domaine de la mesure des propriétés thermodynamiques des matériaux. Le conseiller en technologie industrielle du CNRC, présent dans nos locaux, a continué d'être un élément important de notre rapprochement avec les besoins industriels.

Dans le document présent, nous présentons le centre INRS-Énergie et Matériaux, faisons un bilan des principaux résultats de l'année 1996-1997 et décrivons les activités de recherche.

Pierre Lavigne
Directeur
INRS-Énergie et Matériaux

1.0 INRS-Énergie et Matériaux

1.1 Position et mandat

L'INRS-Énergie et Matériaux est un des huit centres de recherche universitaire de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), constituante du réseau de l'Université du Québec. L'INRS occupe une place unique dans le monde universitaire québécois. Institution vouée essentiellement à la recherche orientée, fondamentale et appliquée et à la formation de chercheurs, l'INRS forme un réseau de huit centres de recherche thématique dont les préoccupations correspondent aux problématiques les plus déterminantes pour l'avenir socio-économique et culturel du Québec.

À l'INRS, la recherche se veut stratégiquement axée vers la mise en application des résultats et la solution concrète des problèmes auxquels la société contemporaine est confrontée. La recherche s'y distingue par l'importance accordée aux partenariats et aux alliances, par la multidisciplinarité des équipes et des approches scientifiques, par les activités de transfert technologique et de service à la collectivité. L'Institut offre des programmes d'études thématiques en prolongement de ses activités de recherche.

À l'INRS-Énergie et Matériaux, les thématiques sont, comme le nom l'indique, l'Énergie et les Matériaux. Au fil des ans, l'interaction laser-matière que l'on peut associer à la fois à l'énergie et aux matériaux a développé sa propre identité et s'est ajoutée aux thèmes du Centre.

Les principaux partenaires du centre INRS-Énergie et Matériaux sont l'Institut de recherche en électricité du Québec (IREQ) et l'Hydro-Québec, l'Institut des matériaux industriels (IMI) du Conseil national de recherche du Canada et, le Laboratoire de recherche en diversification énergétique (LRDE) du ministère des Ressources naturelles du Canada.

Le Centre est un des deux associés du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM) et participe au réseau canadien des Centre d'excellence en micro-électronique (MICRONET).

1.2 Ressources humaines

Les ressources humaines constituent les assises d'un centre de recherche. À l'INRS-Énergie et Matériaux les ressources humaines comprennent une équipe de sept personnes assurant le soutien administratif et une équipe scientifique formée de soixante et un employés, vingt-quatre chercheurs postdoctoraux et stagiaires et, quarante étudiants pour un total de cent vingt-cinq personnes. À la fin de 1996 et 1997, l'équipe scientifique était formée de vingt et un professeurs réguliers, quatre professeurs sous-octois, onze associés, quatre assistants, sept agents de recherche, huit agents techniques et six techniciens. Vingt-deux professeurs invités et vingt et un professeurs associés participent aussi à nos activités de recherche et d'encadrement. L'annexe E donne la liste des employés de l'INRS-Énergie et Matériaux et l'annexe II la liste du personnel en formation.

L'année 1996-1997 a été marquée par un certain mouvement de son personnel régulier. Mentionnons les départs à la retraite du professeur Benoit Jean et de Messieurs Yvan Lafrance et Pierre Lajeunesse qui nous ont quitté après plusieurs années de loyaux services.

Finalement, encore cette année, plusieurs des membres de l'INRS se sont consacrés au service à la collectivité par le biais de leur participation à différents comités. Vous trouverez à l'annexe V la liste de ces comités.

2.0 Résultats 1996-1997

La productivité d'un centre de recherche universitaire est souvent difficile à évaluer, le fruit de ses activités allant de la publication de résultats au transfert technologique en passant par la formation d'étudiants. Certains indicateurs tels que les collaborations, le financement externe, les publications, le nombre d'étudiants formés témoignent cependant de la qualité et de la pertinence des travaux. Nous présentons ici certains de ces indicateurs qui rendent compte de nos activités en 1996-1997.

2.1 Collaborations et partenariats

L'année 1996-1997 a donné lieu à plusieurs développements importants du côté des partenariats et des collaborations.

D'abord, l'annonce durant l'année du renouvellement du programme du réseau de centres d'excellence a ouvert des perspectives intéressantes pour le Centre qui joue un rôle actif dans le consortium canadien MICRONET. Ce consortium travaille à la mise au point de nouvelles technologies en micro-électronique.

Ensuite, l'INRS et l'Hydro-Québec ont redéfini les objectifs du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM) suite au retrait de l'Energie atomique du Canada Ltée (AECL) et de l'allocation d'un montant de 19 M\$ par le gouvernement fédéral pour se dégager de toutes responsabilités conséquentes à l'entente signée en 1989. Les trois volets du nouveau mandat du CCFM comprennent la réalisation du programme scientifique amorcé avec TdeV96, l'établissement de nouveaux partenariats nationaux et internationaux et la mise en valeur des compétences en place et du savoir-faire acquis.

Finalement, en plus de maintenir les collaborations déjà amorcées, l'INRS-Énergie et Matériaux a conclu un certain nombre de nouvelles ententes en 1996-1997. Mentionnons, entre autres, la signature d'une nouvelle entente avec l'Institut des matériaux industriels (IMI) portant sur la mise en commun de ressources dans l'exploration de nouvelles avenues prometteuses; le début d'un partenariat avec le « State University of New York » (SUNY) sur la mise au point d'une nouvelle classe de sources X pour les applications médicales; l'implication des chercheurs du Centre dans le consortium québécois de l'hydrogène qui développe un nouveau type de réservoir pour le transport de l'hydrogène et le démarrage d'un projet majeur avec l'Hydro-Québec sur le déclenchement contrôlé de la foudre. Ce dernier projet financé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) représente un investissement de 3M\$ pour trois ans. Le Tableau 1 en donne la liste des établissements avec lesquels l'INRS-Énergie et Matériaux entretient des collaborations.

2.2 Résultats scientifiques

2.2.1 Diffusion des résultats

La diffusion des connaissances constitue une partie essentielle de la mission d'un institut de recherche. Malgré un contexte difficile, les chercheurs de l'INRS-Énergie et Matériaux ont maintenu en 1996-1997 un niveau élevé de productivité scientifique en publiant 79 articles dans

des revues et comptes rendus avec jurys et en présentant 82 communications dans des conférences. L'annexe III donne une liste de ces publications et communications.

2.2.2 Transferts technologiques

Le transfert technologique fait aussi parti de la mission de l'INRS. Ce transfert peut se faire via l'octroi de licences d'exploitation de la propriété intellectuelle ou du savoir-faire du Centre à des partenaires industriels, via la réalisation de contrats de consultation ou de développements visant à exploiter les nouvelles connaissances acquises dans le cadre d'activités prospectives ou encore, via la formation de scientifiques compétents aptes à jouer un rôle dans l'innovation scientifique et technologique. Dans la poursuite de son virage où les retombées économiques prennent une importance croissante, le Centre a augmenté ses performances au niveau de l'octroi de licences et au niveau de l'obtention de contrats.

En effet, l'INRS-Énergie et Matériaux a signé deux ententes de transferts technologiques avec des compagnies en démarrage en 1996-1997. La première encadre le transfert de notre savoir-faire dans le domaine des caméras à balayage ultrarapide pour la détection de rayons X à Axis Photonique inc.. Le marché visé est principalement celui des laboratoires scientifiques.

La deuxième, conclue avec QInc, vise l'exploitation du savoir-faire de l'INRS-Énergie et Matériaux dans le domaine de la mesure de transfert de chaleur par la méthode HLM (Heat Leak Modulus). Les domaines d'application de cette technologie couvrent aussi bien les activités de formation académique que le contrôle de qualité dans le domaine alimentaire et l'industrie des plastiques.

Nos chercheurs ont aussi obtenu un certain nombre de contrats industriels. Mentionnons, par exemple, un contrat dans le domaine de la nanofabrication pour la mise au point d'une nouvelle catégorie de détecteurs électrochimiques, un contrat dans le domaine des matériaux énergétiques pour développer de nouvelles électrodes pour la production industrielle des chlorates, un contrat dans le domaine des matériaux photonique pour la réalisation d'un nouveau type d'affichage plat et des contrats dans le domaine des colloïdales et des surfaces pour modifier la mouillabilité de certains produits dans le but d'augmenter l'adhérence d'adhésifs et de contrôler la performance de revêtements protecteurs ou encore, pour mettre au point une méthode de caractérisation des composants d'une nouvelle génération de piles.

2.3 Encadrement et enseignement

L'enseignement, la formation et l'encadrement constituent une partie importante des activités des professeurs. Douze nouveaux étudiants se sont inscrits aux trimestres été, automne et hiver 1996 et 1997, soit cinq à la maîtrise et sept au doctorat. Ce nombre de nouveaux inscrits marque une diminution de deux inscriptions (14%) par rapport à la même période de l'année précédente, et reflète la situation dans l'ensemble des universités. Près de la moitié des ressources professorales du Centre étant impliquée au CCFM, l'annonce officielle de la fin du programme canadien de fusion handicape de façon importante la capacité à court terme du Centre à recruter de nouveaux étudiants et explique cette diminution. Durant l'année quatre étudiants ont aussi déposé leur mémoire de maîtrise alors que cinq autres ont soutenu leur thèse de doctorat. Actuellement, le nombre total d'étudiants inscrits à l'INRS-Énergie et Matériaux s'élève à quarante.

TABLEAU 1

Collaborations nationales et internationales

<i>Collaboration nationale</i>	<i>Collaboration internationale</i>
◇ Université Laval (Institut des biomatériaux)	◇ Institut Royal de technologie de Stockholm, Suède
◇ Université Acadia	◇ Ecole militaire Royale de Bruxelles, Belgique
◇ Université d'Alberta	◇ Institut de physique des plasmas de Jülich, Allemagne
◇ Université de Montréal	◇ Princeton Plasma Physics Laboratory, Etats-Unis
◇ Université du Québec à Trois-Rivières	◇ L'équipe NET-ITER à Garching, Allemagne
◇ Université du Québec à Montréal	◇ CEA-Limeil, France
◇ Université de Saskatchewan	◇ Centre national de sciences naturelles et de la technologie, Vietnam
◇ Université de Toronto	◇ CNRS - Orsay, France
◇ Université d'Ottawa	◇ IBM, Almaden, Etats-Unis
◇ Université de Sherbrooke	◇ Lawrence Livermore National Laboratory, Etats-Unis
◇ Canadian Fusion Fuels Technology Project (CFFTP) de l'Ontario	◇ University of California, San Diego et Los Angeles, Etats-Unis
◇ Institut de recherche en électricité du Québec (IREQ)	◇ SUNY State University of New York, Etats-Unis
◇ Laboratoire de recherche en diversification énergétique (LRDE) de CANMET	◇ Synchrotron Radiation Center, Madison, Etats-Unis
◇ Institut des matériaux industriel (IMI) du CNRC	◇ Center for Ultrafast Optical Science (CUOS) de l'Université du Michigan, Etats-Unis
◇ Institut des microstructures (IMS) du CNRC	◇ Laboratoire Lebedev à Moscou, Russie
◇ Institut Steacie des sciences moléculaire du CNRC	◇ Ecole Polytechnique de Palaiseau, France
◇ Hôpital Hôtel Dieu de Montréal	◇ Université de Nancy, France
	◇ Université Jussieu, France
	◇ Université Pierre et Marie Curie, France
	◇ Université Catholique de Louvain, Belgique
	◇ Postech (Corée): visite du professeur K.H. Lee
	◇ Université Claude Bernard de Lyon, France

L'INRS-Énergie et Matériaux encadre aussi un nombre important de chercheurs postdoctoraux et de stagiaires. Au cours de 1996-1997, quatorze chercheurs postdoctoraux ont séjourné au Centre à un moment ou l'autre. Quatre de ceux-ci ont quitté durant l'année alors que cinq nouveaux chercheurs postdoctoraux ont été recrutés. Finalement, le Centre a accueilli durant l'année quatorze stagiaires de niveau sous-gradué. L'encadrement d'un nombre considérable de chercheurs postdoctoraux et de stagiaires reflète l'implication importante du Centre dans des partenariats.

2.4 Analyse des revenus

Les revenus externes provenant des organismes subventionnaires ou des partenaires dans le cadre de contrats sont des indicateurs de performance. En effet, ces revenus reflètent l'évaluation de l'excellence par les pairs dans le cas des subventions d'opération ou stratégique, et l'évaluation de la pertinence par les utilisateurs dans le cas des contrats ou des partenariats.

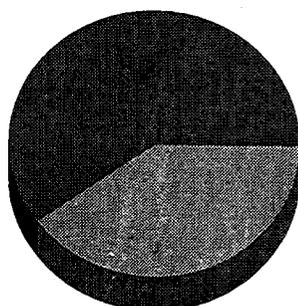
En 1996-1997, les chercheurs de l'INRS-Énergie et Matériaux ont reçu confirmation de 2,016,000.00 \$ de subventions et de 2,459,000.00 \$ de contrats pour un total en croissance de 4,475,000.00 \$. Les revenus institutionnels provenant du MEQ ont diminué à 3,000,000.00 \$ suite aux coupures gouvernementales de sorte que maintenant les revenus externes représentent 60% de l'ensemble des fonds confirmés durant l'année. La moyenne des commandites s'élève donc à 179,000.00 \$ par professeur.

De façon comparative, comme le montre le tableau 2, les subventions représentent 45% du revenu externe alors que les contrats gouvernementaux et industriels représentent chacun 16% de ces revenus. La part relative provenant du CCFM a diminué à 23%.

L'augmentation des subventions et des contrats hors CCFM indique une amélioration de l'équilibre de la provenance des revenus. Le niveau élevé des subventions et des contrats confirme encore une fois le niveau d'excellence et la pertinence des activités du Centre.

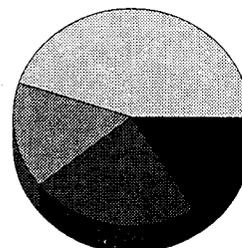
TABLEAU 2

Origine des revenus



■ Revenus externes
 ■ Revenus institutionnels

Répartition des revenus externes



■ Subventions
 ■ Contrats-industries
 ■ Contrats-CCFM
 ■ Contrats-gouvernement

3.0 Activités de recherche

L'INRS-Énergie et Matériaux oeuvre dans trois thèmes importants pour le Québec, soit l'énergie, les matériaux et l'interaction laser-matière. Ces trois thèmes sont étroitement liés. Pour favoriser le transfert de son savoir-faire, le Centre a aussi initié, en collaboration avec des partenaires, certaines activités de développement technologique. Nous passons maintenant en revue les points saillants de la recherche réalisée durant l'année.

3.1 Activités « Énergie »

Les activités « énergie » se divisent en deux grandes catégories, la fusion et l'analyse énergétique.

3.1.1 Fusion

(G. Abel, D. Bourgoin, C. Boucher, E. Charette, M. Chartré, D. Desroches, K. Dimoff, M. Ennaceur, B.C. Gregory, C. Guay, J.-M. Guay, J. Gunn, I. Condrea, P. Jacquet, C. Khodr, D. Lafrance, J.-M. Larsen, G. Lebrun, H.H. Mai, J. Mailloux, R. Marchand, F. Martin, F. Meo, H.D. Pacher, R. Paynter, L. Pelletier, D. Pinsonneault, D. Poirier, G. G. Ross, A. Sarkissian, M. Simard, B.L. Stansfield, J.-P. St-Germain, R.G. Saint-Jacques, B. Terreault, S. Turgeon, M. Urquiga-Valdes, W. Zuzak)

L'INRS-Énergie et Matériaux a été un pionnier et un chef de file dans l'établissement des activités de recherche en fusion nucléaire au Québec et au Canada. Plus du tiers des effectifs du Centre sont impliqués dans le TdeV qui est le plus grand projet scientifique jamais réalisé au Québec. Les activités du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM), conduites en partenariat avec l'IREQ, ont pour objectif de développer les concepts de physique requis au contrôle de la fusion et la technologie associée afin de positionner le Québec dans l'industrie énergétique du futur. Ces objectifs s'inscrivent dans le cadre des activités internationales visant à contrôler la fusion pour produire de l'énergie propre en quantité pratiquement illimitée. Les chercheurs impliqués au CCFM étudient plus spécifiquement les phénomènes que régissent le comportement du plasma à sa frontière, l'interaction du plasma avec les parois, les mécanismes de déflexion et de pompage des impuretés produites par la réaction nucléaire, le chauffage par onde HF et l'injection de combustible.

L'année 1996-1997 fut cruciale pour les activités du Centre en Fusion. D'une part l'Énergie atomique du Canada Limitée (AECL) a annoncé son retrait du partenariat à partir du 31 mars 1997 et, d'autre part, le gouvernement fédéral a mis fin au programme canadien de fusion. Suite à l'octroi par le gouvernement d'un montant forfaitaire de 19 M\$ pour se dégager de ses obligations futures, les partenaires restants, l'Hydro-Québec et l'INRS devront revoir leur stratégie et leurs objectifs dans le cadre d'un nouveau partenariat. Cet exercice a été amorcé et se poursuivra en 1997-1998.

Du côté fonctionnel, l'opération du tokamak fut suspendue de septembre 1995 à septembre 1996

pour effectuer des modifications majeures. La machine modifiée, désignée TdeV-96, fut remise en marche avec de nouvelles configurations du champs magnétique et du déflecteur. De nouvelles alimentations permettent un meilleur contrôle de plusieurs paramètres entre autres, le point d'impact du plasma sur la plaque de neutralisation, la distance entre le plasma et la bobine écran (i.e. : la largeur de la gorge du déflecteur), et la forme du plasma face à l'antenne LH.

Depuis le redémarrage des activités, des études du pompage de l'hélium ont été entreprises en plus des études sur la formation et la stabilisation du plasma dans sa nouvelle configuration. Le but de ces études est de vérifier l'effet de la configuration du déflecteur sur l'efficacité du pompage des impuretés et le taux de rétention de l'hélium dans le déflecteur. Ce programme expérimental supporte un effort de modélisation effectué à partir des codes B2-EIRENE et des nouveaux codes basés sur les éléments finis et développés au CCFM.

Les études d'alimentation en combustible dans le tokamak par l'injection de Tores Compacts ont aussi continuées. On a observé un taux réduit d'impuretés avec le nouvel injecteur.

En avril 1997, le tokamak fut réouvert pour une période de l'ordre de trois mois pour l'installation des antennes ECR et LH et d'autres éléments qui ont pour but d'aider la stabilisation du plasma. On en a profité pour installer de nouveaux diagnostics et améliorer certains autres.

Ces activités se sont poursuivies en étroite collaboration avec des laboratoires canadiens, entre autres le Canadian Fusion Fuels Technology Project (CFFTP) de l'Ontario et l'Université de Saskatchewan et des laboratoires internationaux comme l'Ecole militaire royale de Bruxelles, l'Institut royal de technologie de Stockholm, l'Institut de physique des plasmas de Jülich (Allemagne), l'IIPP de Garching en Allemagne, le Princeton Plasma Physics Laboratory de Princeton, le PFC de MIT, et General Atomics de San-Diego. Le Centre a aussi maintenu sa participation à l'équipe internationale Next European Torus - International Thermonuclear Experimental Reactor (NET-ITER) qui est la manifestation d'une collaboration internationale visant le développement d'un réacteur à fusion.

En octobre 1996 le Canada, et plus spécifiquement le CCFM, fut l'hôte du congrès bisannuel de l'Agence internationale de l'énergie atomique (IAEA). Il y a eu une bonne participation des chercheurs du CCFM de même qu'aux ateliers ITER qui l'ont suivi. Plusieurs de ceux-ci ont d'ailleurs été organisés par les chercheurs du CCFM. Pendant ce congrès, il y a eu aussi une présentation formelle de TdeV et une visite des lieux. Les scientifiques étrangers ont été favorablement impressionnés par nos installations.

En plus des activités de R&D directement liées au CCFM, le Centre maintient dans son programme interne Fusion, des activités subventionnées par le CRSNG et le FCAR, portant entre autres sur les matériaux utilisés sur la paroi d'un réacteur à fusion et les interactions plasma-surface. Les principaux sujets et les résultats obtenus en 1996-97 comprennent :

- La poursuite de l'étude de l'effet de plusieurs paramètres de déposition sur le comportement sous chocs thermiques de revêtements de tungstène. En 1996-97 nous avons montré que dans des conditions très sévères de chocs (60 MW/m^2 de puissance absorbée) l'épaisseur a une influence importante car les revêtements minces tiennent beaucoup mieux. Lors d'essais de fatigue, certains revêtements ont résisté à 1000 chocs de 0.5 s.

- la poursuite des études de l'interaction d'un plasma avec une surface par la mesure de la vitesse d'écoulement du plasma et l'analyse de la formation de la prégaîne magnétique. Ces travaux comprennent des expériences de laboratoire (sondes et spectroscopie laser) et des simulations numériques (fluides et PIC).
- la poursuite de l'étude du comportement de l'hydrogène et de l'hélium dans les matériaux recouvrant les parois des réacteurs à fusion. Le chauffage par laser permet d'obtenir des températures semblables à celles rencontrées dans un réacteur. En 1996-97, l'étude du béryllium a démontré qu'une concentration seuil de 15% d'hydrogène changeait le processus de transport alors qu'aucun seuil semblable n'a pas été observé dans le carbone.
- l'élaboration de nouveaux matériaux pour recouvrir les parois des réacteurs. En 1996-97, nous avons démontré que l'implantation de lithium dans du carbone jouait un rôle positif dans le recyclage de l'hydrogène en réduisant diffusion et en augmentant son piégeage. De plus, on a observé une diminution importante de l'érosion du carbone lorsque celui-ci est implanté et irradié d'hydrogène. Nous avons commencé l'évaluation des effets de l'implantation de l'azote dans un contexte similaire.

3.1.2 Analyse énergétique

(M. Allaire, G. Genois, C. Jacques, I. Larivière, G. Lafrance)

Le groupe d'analyse et de modélisation énergétique (GAME) a pour but de développer des outils d'aide à la décision pour les intervenants du domaine énergétique. Concrètement, quatre activités majeures sont menées en parallèle: le développement de logiciels de prévision de la demande d'énergie, l'analyse du comportement des consommateurs, l'élaboration de modèles de simulation technique et la construction de banques de données détaillées sur les usages et les technologies de l'énergie. À l'aide de ces outils, le GAME peut remplir plusieurs fonctions complémentaires dont l'analyse d'impact de nouvelles technologies et l'évaluation des politiques énergétiques.

Pendant l'année 1996-1997, le groupe n'a pas dérogé à ses objectifs. D'abord, des contrats d'Hydro-Québec et de Ressources Naturelles Canada ont permis de continuer le développement des modèles de prévision de la demande dans les secteurs résidentiel, commercial et industriel. Des analyses de comportements des consommateurs québécois et canadiens ont été aussi effectuées à partir des méthodes multinominale LOGIT et d'analyse conditionnelle de la demande. Le groupe a également obtenu une subvention CRSNG pour étudier les aléas de la demande. Finalement, des études d'impact de l'énergie éolienne et de la voiture électrique ont été entreprises en collaboration avec l'IREQ et l'unité "Utilisation de l'énergie, Clientèle régulière" d'Hydro-Québec.

Les membres du groupe sont aussi souvent invités à représenter le centre sur divers comités et tribunes. Ainsi, plusieurs conférences spéciales ont été données pendant l'année et plusieurs groupes internationaux sont venus à Varennes visiter l'INRS-Énergie et Matériaux dans le but éventuel d'établir des partenariats. Soulignons en particulier la visite de représentants Chinois et Tunisiens.

3.2 Activités « Matériaux »

Un des volets des activités du centre INRS-Énergie et Matériaux concerne les matériaux, plus précisément la synthèse et la caractérisation de nouveaux matériaux; la mise au point de procédés novateurs, particulièrement les procédés de revêtement et de modification des surfaces ainsi que la chimie des colloïdes et des interfaces.

3.2.1 Nouveaux matériaux

Le Centre s'intéresse aux nouveaux matériaux avancés et plus spécifiquement aux matériaux fonctionnels. Cette classe de matériaux est en demande pour répondre aux exigences des fonctions électronique, magnétique, optique, etc. d'une panoplie de nouveaux produits. Un fort taux de croissance de la demande pour ce type de matériaux est prévue pour les prochaines années.

Dans ce domaine, l'INRS-Énergie et Matériaux poursuit à la fois des activités plus fondamentales visant une meilleure compréhension des phénomènes en jeu et des activités stratégiques avec des objectifs à plus court terme. Les matériaux énergétique, les matériaux optoélectroniques et les nouveaux matériaux organiques avancés retiennent particulièrement l'attention des chercheurs du Centre.

3.2.1.1 Matériaux énergétiques

i) Oxydes métalliques conducteurs

(D. Guay, M. Blouin, L. Chen, A. Rochefort)

Les oxydes métalliques conducteurs jouent un rôle important dans plusieurs procédés électrochimiques. En 1996-1997, une première phase des activités de recherche portant sur l'étude des oxydes métalliques conducteurs a été complétée. Nous avons i) étudié le comportement électrochimique des oxydes mixtes $\text{RuO}_2\text{-IrO}_2$, ii) proposé un mécanisme pour expliquer les diverses étapes qui conduisent à la formation d'hydrogène moléculaire à la surface de ces oxydes et iii) montré que la surface des électrodes comme le RuO_2 se déformait de manière permanente, suite à la pénétration des protons dans le coeur du matériau.

Dans les conditions de réduction électrochimique qui nous intéressent, l'utilisation de la spectroscopie des photoélectrons X (XPS) et des bandes de valence pour déterminer l'état d'oxydation des éléments à la surface des électrodes est sujette à caution, notamment parce que la surface des électrodes peut se réoxyder lors du transfert de l'échantillon entre la cellule d'électrochimie et le système à ultra vide de l'appareil de mesure. Au cours de la dernière année, la conception et l'installation d'une cellule d'électrochimie attachée directement au système à ultra vide du XPS ont été complétées. Les premiers tests seront faits sous peu. Ce système permettra d'éviter de contaminer et de réoxyder la surface des échantillons lors de leur transfert entre la cellule d'électrochimie et le spectromètre. À notre connaissance, il n'existe aucun autre système identique au Canada.

ii) Les catalyseurs pour pile à combustible à électrolyte polymère (PEFCs)

(J.P. Dodelet, D. Guay, R. Côté, M.-C. Denis, G. Faubert, G. Lalande, H. Wang avec la collaboration de P. Bertrand, G. Dénès, J. Huot, C. Poleunis, R. Schulz, L.T. Weng)

Les piles à combustible permettent de produire directement de l'électricité à partir de l'hydrogène et d'autres combustibles. A mesure que les coûts diminuent, ces dispositifs deviennent de plus en plus intéressants pour les applications du transport et la génération d'électricité hors réseau. La recherche à l'INRS-Énergie et Matériaux porte sur tous les aspects des catalyseurs pour les PEFCs. Elle est financée par une subvention stratégique du CRSNG, une subvention université-industrie (CRSNG-Hydro-Québec), un FODAR avec l'UQTR et un FCAR-Équipe.

- **À la cathode**, nous avons poursuivi deux démarches: (i) celle de remplacer le Pt par un métal commun; (ii) celle de diminuer la quantité de Pt utilisé à cette électrode pour la réaction de réduction électrochimique de l'oxygène.
 - **Le remplacement du Pt par un métal commun** tel que le Fe fait suite à nos travaux précédents qui utilisaient comme précurseurs des molécules de phtalocyanines de Fe ou de porphyrines de Fe, adsorbées sur du noir de carbone et pyrolysées à diverses températures. Ces molécules contiennent l'ion Fe^{2+} coordonné au macrocycle par quatre atomes d'azote. Il était donc impossible dans ces conditions de séparer l'effet du métal et celui de l'azote. Nous avons pu réaliser cette séparation en changeant notre méthode de préparation des catalyseurs, soit en adsorbant un hydroxyde métallique sur noir de carbone et en utilisant une vapeur d'acétonitrile comme source d'azote. Cette dernière est injectée à la demande dans le réacteur. En procédant de la sorte, nous avons pu mettre en évidence les ingrédients nécessaires à la production d'un catalyseur pour la réduction de l'oxygène en PEFCs. Ces ingrédients sont :
 - un métal de transition. Il faut toutefois remarquer que seuls Cr, Fe et Co fonctionnent (un petit effet catalytique est aussi observé pour V)
 - une source d'azote (comme par exemple CH_3CN ou NH_3)
 - un traitement thermique. On n'obtient d'effet catalytique stable qu'à partir d'une pyrolyse des ingrédients à $800^\circ C$.

La recherche se poursuit pour essayer de déterminer la structure du site catalytique et d'augmenter les performances des catalyseurs. En pile à combustible à 0.5 V, les meilleurs courants obtenus avec nos catalyseurs arrivent au trois quarts des courants obtenus avec un catalyseurs commercial à 2% Pt.

- **La diminution de la quantité de Pt à la cathode.** Nous avons mis au point une méthode de synthèse de catalyseurs dont le résultat est l'insertion de particules nanométriques de Pt dans des graphites de grande surface spécifique et même dans des noirs de carbone. En utilisant ces catalyseurs, nous sommes parvenus à obtenir en pile à combustible des performances égales à celles des catalyseurs commerciaux (20% Pt, 0.3 mg/cm^2) en n'utilisant que 0.07 mg Pt/cm^2 , soit quatre fois moins de Pt que dans le catalyseur commercial. La recherche dans ce domaine continue afin d'établir l'effet de la variation de la concentration de Pt pour ces catalyseurs.
- **À l'anode.** Dans le cadre d'une collaboration avec Hydro-Québec (G. Bélanger, R. Schulz), nous avons entrepris la production de catalyseurs de Pt et d'alliages de Pt par la méthode de broyage mécanique à haute énergie. Le but de cette première étude est de déterminer si la technique de broyage, qui peut produire des phases hors d'équilibre thermodynamique,

peut aussi générer des catalyseurs intéressants pour l'anode des PEFCs, en particulier si les catalyseurs obtenus peuvent être plus tolérants à l'empoisonnement par le CO que les alliages de Pt commerciaux, en particulier l'alliage de Pt-Ru. Le CO apparaît dans l'alimentation en hydrogène si ce gaz est produit par le reformage d'hydrocarbures ou d'alcools. Les PEFCs sont très sensibles à sa présence à des taux supérieurs à 10 ppm.

Dès les premiers broyages effectués par le Pt seul et sur des alliages de Pt-Ru, nous avons réalisé que les nanoparticules formées par le broyage s'aggloméraient et que les catalyseurs ainsi préparés manquaient de surface spécifique. Pour augmenter la surface spécifique, nous avons essayé deux voies différentes: (i) le broyage en présence de carbone; (ii) le broyage en présence d'un métal qui est ensuite dissous chimiquement. C'est la dernière solution qui a donné les meilleurs résultats. Les méthodes trouvées pour augmenter la surface spécifique des catalyseurs peuvent aussi être utilisées pour augmenter la surface de contact des métaux qui stockent l'hydrogène. Un brevet a été déposé.

En pile à combustible, les meilleurs résultats de tolérance au CO ont été obtenus avec un Pt allié à Al qui est ensuite lixivié chimiquement mais dont il reste encore des traces (3%) dans la matrice de Pt. Ce catalyseur est presque aussi tolérant que le catalyseur de Pt-Ru commercial. C'est la première fois qu'un tel effet est mentionné avec l'aluminium. Nous poursuivons nos études dans ce domaine avec des alliages très divers dont certains ne peuvent être obtenus facilement par la voie classique.

Les matériaux que nous développons sont caractérisés dans les conditions réelles d'utilisation sous fort courant car des essais à faible courant peuvent aboutir à des conclusions erronées dans le contexte de l'électrocatalyse pour pile à combustible.

iii) Nouveaux matériaux pour la synthèse du chlorate de sodium

(D. Guay, M. Blouin, E. Irissou, A. Bercier, L. Roué, H. Razafitrimo, S.H. Yip avec la collaboration de S. Boily, J. Huot, R. Schulz)

Notre projet de recherche visant à développer de nouveaux matériaux d'électrode pour la synthèse du chlorate de sodium s'est poursuivi.

Le chlorate de sodium (NaClO_3) est principalement utilisé comme agent de blanchiment de la pâte à papier (95% de la production totale). Le Québec à lui seul est responsable de 42% de la production canadienne totale. Le chlorate de sodium est obtenu par électrolyse d'une solution de NaCl. C'est un procédé très énergivore et, une réduction de 250 mV de la surtension cathodique entraînerait des économies de 10% au niveau de la puissance requise et donc des coûts de fabrication. De concert avec des partenaires industriels (CHEMETICS, IREQ, PERMA et SURFACE CANADA) et grâce à l'appui financier du CRSNG (programme de recherche collaboratif Université-Industrie), nous nous sommes fixés comme objectif de mettre au point un nouveau matériau d'électrode qui puisse atteindre les performances escomptées et d'identifier une technique de mise en forme qui puisse être s'adapter à un processus de transfert industriel.

Au cours de l'année qui s'achève soit en 1996-1997, nous sommes parvenus à identifier les conditions de fabrication de l'alliage nanocrystallin de Ti-Ru-Fe-O qui favorisent la stabilité à long terme du matériau. Nous avons montré que l'oxygène était absolument indispensable à la stabilité à long terme de l'alliage. Dans le cas des alliages nanocrystallins de Ti-Ru-Fe-O contenant une concentration optimale d'oxygène, des tests d'électrolyse prolongée ont montré que l'activité de ces électrodes demeurait stable sur plus de 1000 heures. En absence d'oxygène

cependant, les électrodes se désintègrent après moins de 100 heures. Nous avons pu montrer que ce comportement était relié à la capacité des alliages de Ti-Ru-Fe d'absorber l'hydrogène et de former des hydrures. En revanche, l'ajout d'oxygène lors de la fabrication de l'alliage nanocristallin empêche ou réduit l'absorption d'hydrogène.

De concert avec nos partenaires industriels, des revêtements ont été obtenus par projection par plasma et pulvérisation réactive. L'évaluation de ces techniques de déposition et leurs mérites respectifs seront évalués au cours de l'année à venir.

iv) Nouveaux matériaux de stockage de l'hydrogène

(D. Guay, J.P. Dodelet, S. Bouaricha avec la collaboration de S. Boily, J. Huot et R. Schulz)

Dans le contexte des énergies nouvelles, l'hydrogène offre des possibilités intéressantes car il permet de produire de l'électricité directement dans les piles à combustible pour, entre autres, les applications de transport. Le stockage de l'hydrogène et son transport posent toutefois des problèmes particuliers qu'il faut solutionner avant l'utilisation à grande échelle de ces technologies.

Au cours de l'année qui se termine, l'INRS-Énergie et Matériaux a été admis comme membre à part entière dans le consortium sur le développement et les applications des matériaux nanocristallins pour le stockage de l'hydrogène. Les autres participants à ce consortium sont Hydro-Québec, l'Université Laval et l'Institut de Recherche sur l'Hydrogène (UQTR). De plus, un partenariat de R&D a été conclu entre le consortium et le groupe allemand GfE/GKSS.

Nos travaux dans le domaine des hydrures ont débuté au mois de septembre de l'année dernière. Nos efforts se sont surtout concentrés sur le développement d'une méthode pour accroître la surface spécifique des alliages obtenus par broyage mécanique. La méthode de lexivage qui a été mise au point dans le cadre des travaux de recherche sur les catalyseurs pour les piles à combustible a été appliquée avec succès aux matériaux pour le stockage de l'hydrogène. Un brevet décrivant cette méthode a été soumis (R. Schulz, G. Lalande, J. Huot, M. C. Denis, G. Liang, A. Van Neste, D. Guay, J. P. Dodelet, G. Bélanger (1997), « Matériaux nanocristallins lixiviés, procédés de fabrication et applications au secteur énergétique »).

v) Les polymères conjugués conducteurs

(L.H. Dao, D. Tessier, R. Patil, Y. Sun, J.M. Jin, K. Parbhakar)

En général les polymères sont d'excellents isolants. Cependant depuis une dizaine d'années, une nouvelle classe de matériaux appelés polymères conducteurs a été développée à l'INRS-Énergie et Matériaux. Ces polymères ont une structure chimique particulière (doubles liaisons conjuguées) qui permettent par dopage redox d'obtenir des matériaux ayant une conductivité électrique variable et des propriétés uniques. Ainsi, en variant le niveau de dopage, on peut faire passer le matériau de l'état isolant à l'état semi-conducteur puis conducteur et changer en même temps ses propriétés. Nos travaux ont été axés surtout sur la synthèse de nouveaux polymères conducteurs, les études de la relation structure et propriétés, leurs stabilités et leurs mises en oeuvre en vue des applications industrielles. Ainsi comme le support financier de Canmet, CRSNG, Fodar, plusieurs applications ont été explorées comme par exemple les fenêtres électrochromiques intelligentes, les accumulateurs organiques, les super-capaciteurs, les absorbants micro-ondes, la protection EMI, les fils électriques moléculaires, les biomatériaux, etc.

Au cours de l'année, les travaux ont porté surtout sur le développement de nouveaux

biomatériaux à base de textiles polyester dont la surface a été modifiée par un polymère conducteur et de nouveaux mélanges et composites de polymères conducteurs avec des plastiques industriels. Dans le cadre d'une collaboration avec l'Institut des biomatériaux de l'université Laval supportée par la Fondation WhiteTaker, nous sommes en train de développer de nouveaux textiles (polyester) dont la surface a été modifiée par un polymère conducteur. Deux techniques de greffage ont été utilisées. Tout d'abord, les propriétés de mouillage de la surface du tissu ont été modifiées par sulfonation, puis les propriétés électriques de surface par la polymérisation chimique d'une mince couche de polypyrrole (polymère conducteur). Aussi, afin d'améliorer les propriétés d'adhésion du film de polymères conducteurs greffés sur la surface des polyesters, des polypyrroles modifiés sont attachés directement sur la surface du tissu par des liaisons covalentes de phosphate. Des travaux sont en cours à Laval pour tester la biocompatibilité et la biotoxicité de ces matériaux. Dans le cadre d'une subvention CRSNG industrie-université, de concert avec Le Groupe Lavergne Inc., la plus grande entreprise de recyclage des plastiques du Québec, nous sommes en train de développer des mélanges et composites de polymères conducteurs avec plusieurs plastiques industriels (recyclés) comme antistatiques permanents et aussi pour le blindage contre les ondes. Nos efforts ont été portés sur la diminution des seuils de percolation ($< 1\%$) et l'amélioration des propriétés optiques (transparence). Des travaux de modélisation et de caractérisation avancée (microscopie électronique à transmission, spectroscopie aux rayons-X et spectroscopie d'impédance à large bande) sont en cours afin de comprendre pourquoi ces matériaux sont devenus conducteurs à un pourcentage aussi bas comparé à la théorie de percolation (environ 18%).

vi) Les matériaux poreux

(L.H. Dao, M.H. Nguyen, S. Ye, A.K. Vijh, K.H. Lee, C. Oh, J.M. Jin, K. Parbhakar)

Les aérogels qui appartiennent à la classe des matériaux poreux d'ingénierie, présentent des propriétés uniques comme la haute porosité (jusqu'à 99.99%), la faible densité allant de 0.01 à 0.3 g/cm³ et une morphologie et microstructure particulières (des cellules poreuses continues avec des diamètres moyennes de 0.01 à 0.3 microns). Ces composés sont préparés surtout par des méthodes de séparation de phase et de traitement de surface. Plusieurs technologies de pointe dépendent du développement des matériaux poreux. Les membranes à pores contrôlés sont vitales pour les systèmes de séparation de l'industrie chimique, biotechnologique et pharmaceutique, la filtration des effluents gazeux des industries énergétiques, les matériaux de filtration utilisés dans les technologies de nettoyage environnementaux. Avec l'interdiction des CFC et HCFC, le développement de matériaux poreux bon marché est devenu vital pour l'isolation thermique des maisons et des appareils électroménagers (réfrigérateur). La réduction de 25% du poids d'une automobile par l'utilisation de matériaux poreux d'ingénierie permet une économie de 13% d'essence et la réduction de 500 millions de tonne de gaz carbonique. Le développement d'un matériau poreux pour le stockage d'hydrogène couplé à l'amélioration de l'efficacité des piles à combustible permettent d'envisager une industrie de transport basée sur l'hydrogène techniquement viable. Avec le support financier du CRSNG, de l'Agence spatiale canadienne, de l'IREQ et de PERD (Canmet), les effets des paramètres de formation lors de la séparation de phase sur la structure et la morphologie des matériaux poreux et leurs propriétés optiques, thermiques, électriques et mécaniques ont été étudiés. Des outils avancés comme la modélisation (Monte Carlo) et la microgravité ont été utilisés pour comprendre le mécanisme de séparation de phase, de croissance des particules et des pores afin d'optimiser les propriétés spécifiques des matériaux poreux en vue des applications industrielles.

Au cours de l'année, plusieurs nouveaux aérogels organiques monolithiques transparents et hautement isolants (facteur R = 18) ont été développés. Ces matériaux sont utilisés comme vitres dans les superfenêtres. Nous avons développé de nouveaux outils de caractérisation in-

situ complémentaires à la diffraction de la lumière basés sur les modèles de Raleigh et deux phases qui nous permettent d'optimiser les paramètres de préparation (pH, concentration, température, etc.). De nouveaux aérogels carbonisés ont été développés comme matériaux pour supercondensateurs et aussi comme support des électrocatalyseurs utilisés dans les électrodes des piles à combustible à électrolyte polymères (PCEP). Un nouveau électrocatalyseur pour PCEP basé sur une mousse microcellulaire de polyacrylonitrile carbonisé hautement poreux contenant des nanoparticules de platine uniformément distribués. Sa morphologie de surface qui est un des aspects les plus importants d'un électrocatalyseur, a été examinée en terme de théorie et méthodes fractales. Dans le cadre des congés sabbatiques du professeur K.H. Lee de Pohang Technology University et du Dr. Oh de Korean Institute of Sciences and Technology de Corée, de nouveaux carbones ultra-poreux basés sur des aérogels et des fibres de carbone modifiés ont été développés. Ces matériaux seront testés dans les supercondensateurs et les filtres environnementaux.

3.2.1.2 Matériaux photoniques

i) Les propriétés photoélectriques de semiconducteurs organiques

(J.P. Dodelet, A. Ioannidis, R. Côté)

Cette recherche plus fondamentale a été financée par une subvention individuelle du CRSNG. Elle concerne la mesure de la mobilité des porteurs de charge dans les films de phtalocyanine de chloro aluminium, de chloro gallium et de chloro indium. Ces matériaux sont utilisés en xérocopie et pour l'impression laser où ils sont responsable de la photoinjection des charges. La mobilité des charges dans ces matériaux est donc un paramètre important. Elle a été mesurée par la technique du temps de vol entre deux électrodes. Les variables du système sont la température du substrat sur lequel les films sont sublimés (elle affecte le degré de cristallisation du film), la température et le champ électrique utilisés pour la mesure des mobilités. Les mesures se font sous vide primaire.

Ce sont les trous qui transportent le courant dans des films amorphes des matériaux précités. On ne voit apparaître le courant électronique que lorsque la cristallinité du film augmente. C'est là un fait assez rare car il existe très peu de matériaux organiques pour lesquels la conduction se fait par les deux types de charge. Le déplacement des charges se fait par sauts successifs entre les pièges peu profonds. La mobilité est donc activée thermiquement. En variant le degré de cristallinité des films on peut faire varier la mobilité des trous, mesurée à température ambiante, sur deux ordres de grandeur (de 10^{-5} à 10^{-3} $\text{cm}^2/\text{V.s}$). Sa dépendance en fonction du champ électrique et de la température suit le formalisme de désordre développé par Bässler pour les milieux amorphes, et cela sur une plage de température comprise entre environ -70°C à 60°C . Pour des températures plus basses allant jusqu'à -180°C , on assiste à un phénomène étrange: une remontée des mobilités alors que l'on s'attendrait plutôt à une diminution des mobilités avec la diminution de la température (puisque'il s'agit d'un phénomène activé thermiquement). C'est la première fois qu'un tel phénomène est mis en évidence et cela a attiré beaucoup d'attention de la part du monde scientifique qui emploie ce type de matériaux (Xerox, Kodak, etc...). Nous expliquons ce phénomène par une variation avec la température du mode d'empilement des molécules qui permettrait un meilleur recouvrement des orbitales et un meilleur passage de la charge d'une molécule à l'autre, et donc de la mobilité, tout en gardant l'activation thermique du phénomène. Dans les films cristallins, on observe le même comportement lorsqu'on peut détecter le transport de charge par les électrons.

ii) Les diodes organiques électroluminescentes

(*J.P. Dodelet, F. Santerre, S. Gauvin*)

Cette recherche n'est pas encore financée par un octroi spécifique mais une demande de fonds a été faite auprès du CRSNG dans le cadre des programmes de Partenariat du CNR (en l'occurrence, avec l'Institut des Microstructures à Ottawa). Le professeur A.S. Hay de McGill participe également à cette demande dont le résultat devrait être connu en automne 1997.

En attendant, cette activité a progressé sur deux fronts: la production des cathodes de TiC et la fabrication de diodes avec des composés commerciaux.

- **La production des cathodes de TiC.** Un des grands problèmes des diodes organiques électroluminescentes (OLEDs) est la corrosion de la cathode qui, pour des fins d'injection d'électrons, doit être en matériaux de faible fonction de travail (Ca, Mg, Al). Ces métaux corrodent facilement et cessent alors de remplir leur rôle d'électrode. Nous travaillons à leur remplacement par un semi-métal très résistant à la corrosion, le TiC, qui, dans notre cas, est déposé par plasma (en collaboration avec A. El Khakani et M. Chaker). Des films de TiC ont ainsi été obtenus sur des substrats de Si (111), de silice fondue et de verre. Les films qui sont adhérents ont été caractérisés par XRD et XPS. Leur résistivité a été mesurée et leur morphologie a été déterminée par SEM et AFM. Les résultats seront publiés bientôt. D'ores et déjà, nous prévoyons certains problèmes de morphologie qu'il faudra résoudre avant de pouvoir utiliser ces films comme cathodes dans les OLEDs.
- **En parallèle,** nous avons réalisé des OLEDs avec des molécules organiques disponibles commercialement en utilisant des cathodes de Mg et Al. Les luminances obtenues sont de l'ordre de 5000 cd/m², ce qui est dans la norme des luminances citées dans la littérature. Cela nous a permis de mettre en place une grande partie de l'équipement de caractérisation nécessaire aux OLEDs qui seront fabriqués avec des matériaux nouveaux (si le projet présenté au CRSNG est subventionné).

iii) Les matériaux optoélectroniques nonlinéaires

(*L.H. Dao, K. Parbhakar, M.H. Nguyen, Y. Sun, J.M. Jin, Y. Beaudoin*)

Dans les domaines des ordinateurs, des télécommunications, des senseurs et des emmagasinsages de données, le besoin d'une plus haute vitesse, d'une plus grande connectivité, d'une meilleure résistance aux interférences électromagnétiques et radiofréquences demandera bientôt le remplacement et l'hybridisation des composants électroniques actuels par des composants et systèmes électroniques optiques dans plusieurs applications. Les mérites relatifs des matériaux organiques d'optique nonlinéaire (NLO) comme par exemple les temps de réponse rapide (femtosecondes), la haute polarisation, la mise en forme simple et le coût de revient peu élevé, les rendent très attrayants dans le développement de dispositifs optoélectroniques qui pourraient révolutionner les technologies de communication et de calcul. Quoiqu'il existe plusieurs méthodes pour préparer les matériaux NLO, la faculté de les façonner pour une application spécifique reste primitive car on manque de données structurales et de modèles adéquats pour comprendre le processus de « poling » et la relaxation dipolaire, la relation entre le chromophore et le mouvement brownien (réorientation) et la mobilité des chaînes de polymères et du volume libre local présent au voisinage des chromophores.

Avec le support financier de l'Agence spatiale canadienne et CRSNG, des travaux de simulation et de la mise en forme de trois systèmes de matériaux NLO (e.g., polymères) ont été entrepris au

cours de l'année pour déterminer les effets de structure et de mise en oeuvre de ces matériaux sur la stabilité de l'ordre de polarisation et les mécanismes de relaxation menant à la perte de la nonlinéarité de deuxième ordre dans ces matériaux. La mise en oeuvre de ces matériaux dans un environnement de microgravité a été aussi réalisée lors de la dernière campagne à ZARM, Brême, Allemagne. Les premiers résultats semblent indiquer un effet important de la microgravité sur les propriétés opto-électroniques de ces matériaux.

3.2.2 Nouveaux procédés

La synthèse des matériaux avancés nécessite de nouveaux procédés. A l'INRS-Énergie et Matériaux, nous nous intéressons principalement à l'utilisation des procédés plasmas et à l'implantation ionique pour réaliser de nouveaux revêtements, modifier les surfaces ainsi que développer des nanodispositifs.

3.2.2.1 Procédés par plasmas

Les activités « énergie » de l'INRS-Énergie et Matériaux nous ont amené à développer une expertise unique dans le domaine des plasmas. Les activités de recherche concernant les procédés par plasma visent de façon générale l'étude, la maîtrise et les applications de différents types de plasma en vue de leur utilisation dans le traitement, le recouvrement et la modification des propriétés de surface des matériaux à valeur ajoutée et la réalisation de nano-dispositifs. Plus spécifiquement, nos travaux portent sur les modifications de surfaces par plasma, l'ablation laser et l'étude des magnétoplasmas.

i) Modification de surface par plasma

(R. Paynter.)

Il est possible de modifier la surface polymérique par plasma et d'en modifier certaines propriétés. En 1996-1997, nous avons entrepris un nouveau projet afin d'investiguer cette technique. Nous avons effectué l'étude par spectroscopie photoélectronique X et mesuré l'angle de contact, de la modification des surfaces polymérique (polystyrène et polyéthylèneterephthalate) par plasmas froids contenant de l'oxygène ou de l'azote. Cette étude a démontré que la mouillabilité est déterminée par la concentration de groupements polaires à la surface ainsi qu'une tendance pour former des groupes amides quand un traitement à l'oxygène est combiné à un traitement d'azote.

ii) L'ablation laser pour la déposition de couches minces

(M. Chaker, Y. Beaudoin, M.A. Elkhakani, P.-P. Mercier, P. Mérel, S. Moisan, M. Tabbal)

Lors de l'interaction d'un champ laser de faible intensité (10^8 - 10^{12} W/cm²) avec une cible solide, le plasma créé subit une expansion dans la direction perpendiculaire à la surface de la cible. L'interaction de cette « plume » formée de différents types d'espèces (neutres et ions) avec la surface d'un substrat résulte alors en la nucléation et la croissance d'un film sur ce substrat. Cette technique de dépôt de couches minces est connue sous le nom d'ablation laser. Elle permet la réalisation d'une vaste gamme de matériaux (ferroélectriques, semi-conducteurs, matériaux tribologiques ou biocompatibles, polymères, etc...) avec un bon contrôle de la composition et

l'absence de contaminants. Ses propriétés intrinsèques font qu'en général la composition du film reproduit la stœchiométrie de la cible. Étant donné que l'énergie cinétique des espèces ablatées (neutres et ions) peut être variée sur une très grande gamme dynamique (soit de quelques eV à plusieurs dizaines d'eV) l'ablation laser offre la possibilité d'optimiser la microstructure d'un matériau donné et ainsi produire des matériaux avec des propriétés macroscopiques (optiques, mécaniques, ferroélectriques, etc...) uniques.

Nous avons d'abord développé cette technique de dépôt pour élaborer les couches minces de carbure de silicium nécessaire à la réalisation de masques d'excellente qualité pour la lithographie X. Plus récemment, dans le cadre d'une nouvelle subvention stratégique CRSNG, nous avons étendu, en collaboration avec le Professeur M. Moisan de l'Université de Montréal et le Dr. A. Picard de l'université Paul Sabatier, les possibilités de la technique d'ablation laser en y adjoignant une source de plasma créé par une onde de surface. L'addition d'une telle source atomique (oxygène, azote et hydrogène) permet le parfait contrôle de la stœchiométrie de matériaux ayant une composition complexe tels que les oxydes et les nitrures.

Lors de l'année 1996-97, nous avons étudié le dépôt de plusieurs matériaux pour des applications diverses: (i) l'iridium et les carbures de silicium pour la réalisation des détecteurs électrochimiques, (ii) les ferroélectriques tels que le PZT et les BST pour la réalisation de dispositifs ayant une constante diélectrique élevée, (iii) l'oxyde de l'iridium pour la fabrication d'électrodes et (iv) le carbone adamantin et le nitrure de carbone pour des applications tribologiques.

iii) Étude d'un magnétoplasma et application à la gravure sous-micrométrique

(A. Aliouchouche, D. Benhabib, M. Chaker, S. Delprat, T.W. Johnston, M. Tabbal, F. Vidal)

Dans le domaine de la microélectronique à ultra-grande échelle d'intégration, les contraintes de plus en plus sévères reliées aux procédés de gravure sous-micrométrique ont nécessité récemment la conception de nouvelles sources de plasma dites magnétoplasmas. Ces sources ont généralement en commun un fonctionnement dans un régime très faiblement collisionnel (i.e. des pressions inférieures à 10 mtorr) et la présence d'un champ magnétique statique. Elles permettent de produire des plasmas ayant des degrés d'ionisation élevés (quelques pourcents) et de contrôler d'une manière indépendante le flux et l'énergie des ions arrivant sur les substrats.

Dans ce contexte, nous avons mis au point, en collaboration avec le groupe de Physique des Plasmas de l'Université de Montréal (J. Margot et M. Moisan) un nouveau type de magnétoplasma. Ce magnétoplasma est produit par une source de très grand diamètre (28 cm) qui est entretenue par une onde de surface et à laquelle on a adjoint un confinement magnétique. En utilisant du SF₆, nous avons réussi à graver des couches minces de tungstène de dimensions sous-micrométriques ($\leq 0.2 \mu\text{m}$) et ainsi réaliser des masques pour la lithographie à rayons X dans le cadre d'un projet du consortium canadien en microélectronique, MICRONET.

A la suite de ce projet de recherche, il est apparu clairement que de nombreux travaux restent à faire particulièrement en termes de modélisation du magnétoplasma et de l'interaction plasma-surface. C'est pour cette raison, que nous avons récemment entrepris, dans le cadre d'une nouvelle subvention concertée CRSNG (M. Chaker, J. Margot, J.P. Boeuf et T. Smy), un axe de recherche dont l'objectif ultime est de développer un modèle autocohérent qui permettrait de prédire le résultat de la gravure à partir des conditions d'opération du réacteur. Ce modèle comprend trois volets : la propagation et l'atténuation de l'onde de surface le long du réacteur, la physico-chimie du plasma réactif et l'interaction plasma-matériau durant la gravure.

Ces travaux progressent bien et nous avons pu, lors de l'année 1996-97, effectuer une caractérisation complète du plasma de chaleur (densité des espèces chargées, température électronique, concentration des atomes de chaleur, etc.). De plus, un nouveau code de simulation qui tient compte de la physico-chimie du plasma de chlore a été développé.

3.2.2.2 Implantation ionique

Dans un autre volet de ses activités, le Centre poursuit des recherches visant à modifier les propriétés physico-chimiques de surface de divers matériaux par implantation ionique à l'aide de deux techniques: le bombardement d'ions à l'aide d'un implantateur et l'immersion dans un plasma. Par ces techniques, il est possible d'altérer la topographie et la microstructure des surfaces de façon à en modifier la dureté, la friction, le mouillage, l'adhésion, la biocompatibilité, les propriétés électriques, etc., à créer des barrières thermiques ou de diffusion et à les doper avec des traceurs.

i) Implantation par faisceaux d'ions

(G. Barbier, D. Bourgoïn, G. Bourque, A. Fortier, C. Quian, J. Pelletier, A. Poirier, G.G. Ross, R.G. Saint-Jacques, F. Schiettekatte, B. Terreault, G. Veilleux)

L'implantation ionique à l'aide de faisceaux d'ions est une technique connue de modification des propriétés de surface des matériaux. Nos chercheurs ont développé des compétences reconnues dans l'implantation d'ions à faible énergie et l'utilisation de techniques sophistiquées de caractérisation des surfaces, dont la méthode ERD ExB. Cette méthode, inventée dans nos laboratoires, permet d'étudier les effets des implantations à basse énergie. Les principales activités conduites en 1996-97 incluent:

- **L'étude de la désorption de gaz par faisceau d'ions** : La désorption de gaz induite par faisceau d'ions ou thermiquement, soit par chauffage ou par laser, permet d'évaluer les énergies de piégeage et les coefficients de diffusion d'ions implantés ou inclus dans un matériau. Alors que les deux derniers procédés font appel à la thermodynamique, la désorption induite par faisceau d'ions peut survenir à n'importe quelle température et fait appel à d'autres mécanismes. Nos études en 1996-97 ont démontré que le recul primaire des ions est le mécanisme le plus probable et nous ont permis de départager entre les modèles existants.
- **L'analyse de la canalisation à basse énergie dans le silicium** : Le dopage des semiconducteurs par implantation dépend d'une connaissance précise de la profondeur de pénétration des ions dans la matière qui est fortement affectée par le phénomène de canalisation dans les matériaux de grande qualité cristallographique requis pour la microélectronique. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les rôles déterminants de la distribution spatiale de la densité électronique et des détails de la microstructure sur le parcours des ions dans les semiconducteurs covalents.
- **L'étude du cloquage dans des matériaux uniformes comme une méthode possible de micro-usinage** : Lors de l'implantation de gaz insolubles dans des métaux ou certains semiconducteurs, il peut se produire des déformations de surface en forme de cloques. Nous avons donc étudié le cloquage dans des matériaux avec le minimum de défauts en contrôlant les conditions le mieux possible. Notre but est de voir si l'on peut produire des

cratères de taille, de profondeur et d'espacement contrôlables et ainsi générer des nanostructures et des matériaux avec des propriétés optiques et tribologiques contrôlées.

- **L'étude de la modification des propriétés de mouillage** : Durant l'année, nous avons poursuivi nos études appliquées sur l'utilisation de faisceaux d'ions de très basses énergies (500 - 3000 eV) et d'atmosphère contrôlée (N₂, air, O₂, Ar, SF₆, fréon) pour modifier les propriétés de mouillage des matériaux et obtenir un traitement anti-buée sur des polymères. Des progrès significatifs sont à signaler quant à l'efficacité et la durée des traitements. Nous avons produit des surfaces super-mouillantes (angle de contact de 0°) et fait quelques traitements hydrophobes. Une forte réduction de la formation de buée fut observée. Les résultats montrent une forte dépendance selon le type de polymère traité.

ii) **Implantation par immersion dans un plasma**

(S. Chiu, D. Lafrance, E. Paradis, Y. Pelletier, A. Sarkissian, B. Stansfield, B. Terreaul)

L'implantation à l'aide d'un faisceau d'ions se prête mal aux exigences de la production industrielle à grand débit. C'est pourquoi le Centre s'intéresse aussi à l'implantation par immersion, technique émergente mieux adaptée à la production de masse. En 1995-96 nous avons donc développé un prototype de système d'implantation par immersion capable d'implanter des ions produits de sources gazeux et solides afin d'évaluer cette technique. En 1996-97 plusieurs projets utilisant cette technique ont été lancés. Le durcissement de la surface par implantation de N dans un substrat de Ti a été démontré. L'implantation de Ni et P a aussi été réalisées. On a démontré que l'on pouvait fabriquer des couches minces de carbone amorphe sur substrat métallique. Finalement, on vise à améliorer les propriétés tribologiques de l'aluminium par production de nanoprecipités d'alumine-gamma.

3.2.3 Chimie des solutions, des colloïdes et des interfaces

La science des interfaces étudie les phénomènes où l'interface entre deux états de la matière joue un rôle prédominant, particulièrement les interfaces entre une solution et un solide telles qu'on en retrouve aux électrodes des piles ou lors des phénomènes de catalyse hétérogène en solution et de la corrosion, etc. L'état colloïdal quant à lui, porte sur les milieux composés de particules très fines en suspension dans un liquide, un solide ou un gaz avec un rapport surface/volume très grand. Ces systèmes sont souvent à la base de nombreux nouveaux matériaux.

3.2.3.1 Chimie des solutions et des colloïdes

En 1996-97, nos travaux en chimie des solutions et des colloïdes ont porté sur :

i) les électrolytes en milieu aprotique

(D. Brouillette, J.-F. Côté, J.E. Desnoyers, F. Jacoulet, G. Perron, E. Vignola)

Les piles à haute densité d'énergie à base de lithium présentent un grand intérêt industriel à cause de leur forte capacité énergétique. Une des principales applications envisagées est la voiture électrique. Comme le lithium est très réactif, il est nécessaire d'utiliser les solvants aprotiques appropriés dans la préparation du milieu électrolytique de ces piles. Nos travaux ont porté sur la caractérisation de nouveaux solvants aprotiques, sur le développement d'une nouvelle théorie basée sur le modèle de Bjerrum pour les solutions électrolytiques associées et sur la compréhension de la conductivité des électrolytes en milieu aprotique concentré. Ces travaux sont faits en collaboration avec Hydro-Québec et les universités de Montréal et de Sherbrooke sont subventionnés par le CRSNG.

ii) Réactivité des piles au lithium

(L. Pelletier, G. Perron, T. Mouradian)

La sécurité des piles au lithium est l'un des aspects les plus importants à considérer pour leur mise en marché. Nos travaux consistent à analyser la stabilité thermique de toutes les composantes de l'Accumulateur Electrolyte-Polymère (ACEP) mis au point par Hydro-Québec. Nous utilisons à cet effet un calorimètre adiabatique de Columbia Scientific. Ces travaux sont financés par Hydro-Québec.

iii) Perméabilité aux solvants des revêtements protecteurs

(T.N. Banh, J.E. Desnoyers, G. Nadeau, L. Pelletier, G. Perron)

Plusieurs vêtements, en particulier des gants, sont utilisés dans l'industrie pour protéger les travailleurs de l'agressivité des solvants organiques. Ces matériaux sont rarement complètement imperméables et ceci est particulièrement vrai lorsqu'on manipule des mélanges de solvants. Ce projet vise à améliorer les techniques de mesure de la perméabilité des matériaux et à développer des modèles pour la prédiction de la perméabilité aux mélanges de solvants. Ces travaux sont subventionnés par l'IRSST.

iv) Dépôt électrophorétique de polymères sur des métaux

(L.H. Dao, J.E. Desnoyers, G. Perron, E. Vignola)

Les dispersions colloïdales de polymères se déplacent vers les électrodes en présence d'un champ électrique élevé. Près de l'électrode, il y a floculation de la dispersion et on peut ainsi déposer une couche mince et uniforme de polymère sur l'électrode métallique. Ces recouvrements intéressent l'industrie qui les utilise comme protection contre la corrosion et comme isolant électrique. Ces travaux ont été amorcés en collaboration avec l'Institut des matériaux industriels du CNRC et une demande conjointe de subvention a été faite au CRSNG.

3.2.3.2 Sciences des surfaces et interfaces

(A. Massicotte, P. L'Homme, F. Quirion)

L'interaction des surfaces joue un rôle important dans plusieurs processus et la science des interfaces peut avoir un impact direct sur plusieurs aspects d'une production industrielle.

Durant l'année, les chercheurs du Centre ont reçu des contrats de consultation faisant appel à leur compétence dans ce domaine. Parmi les problèmes sur lesquels ils se sont penchés, mentionnons (i) l'amélioration de l'étanchéité d'un joint métal-polymère à l'aide d'adhésifs et (ii) la modification des propriétés de surface d'un polymère par l'application d'un revêtement. En parallèle à ces interactions directes avec le milieu industriel, le Centre a poursuivi certains projets de recherche dans le domaine des sciences des surfaces et des interfaces. Plus spécifiquement ces projets concernent:

i) La production et la propagation de vagues en apensateur

(F. Quirion, G. Ross)

Depuis 1990, l'INRS-Énergie et Matériaux poursuit des activités de recherche fondamentales pour le compte de l'Agence spatiale canadienne. Cette année encore, nous avons participé à trois missions de vols paraboliques, toutes à Cleveland au Centre de recherche Lewis de la NASA, portant à plus de 2400 le nombre de paraboles effectuées lors des 10 missions scientifiques à Houston (NASA-JSC) et à Cleveland (NASA-LeRC). En 1996-97, nos travaux ont porté sur l'impact de la mouillabilité sur la propagation et l'atténuation des vagues causées par une perturbation de type pulse. Ces recherches visent à mieux comprendre le rôle joué par les forces de mouillage lors de la propagation d'une perturbation dans un système contenant-liquide, particulièrement dans des conditions d'apensateur où l'interaction liquide-paroi (mouillabilité) n'est plus restreinte par la gravité.

Toujours dans le cadre du programme spatial canadien, nos chercheurs ont conçu une expérience portant sur l'étude du taux de croissance des résonances à l'interface liquide-vapeur (Growth Of Resonance Pattern Experiment: GORPE). Cette expérience sera réalisée par l'astronaute canadien Bjarni Tryggvason lors du vol STS-85 de la navette spatiale prévu en août 1997. Le projet, financé en partie par Xerox, s'intéresse à l'effet de la tension de surface et de la mouillabilité sur la propagation de perturbations dans les systèmes contenant-liquide.

ii) Les alliages et mélanges de polymères

Le développement de cette nouvelle classe de matériaux passe par une meilleure compréhension des mécanismes de comptabilisation des interfaces dans un polymère. Nous poursuivons des recherches sur le malaxage des polymères immiscibles en collaboration avec l'Institut des matériaux industriels du CNRC. Afin de mieux comprendre le rôle de la tension interfaciale, de l'élasticité et de la proximité des parois sur la dynamique de formation de gouttelettes à partir d'une goutte étirée. Ce projet fait partie d'un effort de recherche de l'Institut des matériaux visant à contrôler le taux de dispersion dans les alliages et les mélanges de polymères immiscibles.

3.3 Activités interaction laser-matière

Le centre INRS-Énergie et Matériaux a une longue tradition dans l'interaction laser-matière et plus spécifiquement dans la génération de plasma extrêmement chaud. Les activités comprennent à la fois des études fondamentales, théoriques et expérimentales, et des recherches appliquées.

3.3.1 Travaux théoriques

(D. Fréchette, T.W. Johnston, J.P. Matte, F. Vidal)

Des simulations cinétiques électroniques de l'interaction laser-matière en régime d'impulsion ultracourte ont été poursuivies. L'interaction avec une cible massive a été étudiée avec le code Fokker-Planck « FPI » auquel ont été ajoutés les effets de l'ionisation et de la recombinaison. L'absorption collisionnelle s'avère assez faible (1.5%). Nous avons pu rendre compte des résultats expérimentaux sans hypothèse « ad hoc ». L'interaction à plus haute intensité (10^{19} W/cm²) avec une cible mince a été simulée avec un code à particules (« PIC »). L'absorption qui est due surtout à l'effet de peau anomal est forte (10%) et la cible est chauffée à une température de 20 keV. L'émission de rayons X durs calculée s'avère très intense et très brève, ce qui rend ce type d'interaction très intéressant comme source X. De plus, au delà de 70 keV, elle est fortement anisotrope, ce qui permettrait de diagnostiquer l'absorption par effet de peau anomal.

3.3.2 La matière sous haute densité d'énergie

(P. Gallant, Z. Jiang, J.C. Kieffer, H. Pépin, F. Poitras, C. Sirois)

Le laser unique de l'INRS (laser de puissance 2TW à impulsion courte (500 fs)) permet d'amener la matière dans des conditions extrêmes de température et de pression qui jusqu'ici étaient inaccessibles en laboratoire et de faire des études fondamentales de l'état de la matière. Nous poursuivons donc des travaux fondamentaux autour du concept de plasmas confinés par le rayonnement que nous avons introduit récemment. Ce concept nous permet d'amener la matière à de très hautes densités d'énergie (1000 MJ/g) et rend possible la mesure, avec une précision extrême, de l'équation d'état d'un matériau très chaud et ayant la densité solide. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec l'École Polytechnique de Paris et le Commissariat à l'énergie atomique (France).

3.3.3 La femtovision X

(M.. Chaker, C.Y. Côté, Z. Jiang, P. Gallant, J.C. Kieffer, J.P. Matte, D. Fréchette, J.F. Pelletier, H. Pépin, F. Poitras, C. Sirois)

L'INRS a développé la source de rayonnement la plus courte et la plus intense dans la gamme des très courtes longueurs d'onde (rayonnement X). Cette activité est la suite naturelle des travaux antérieurs du groupe en interaction laser-matière et cette nouvelle application est le fruit de l'investissement des dernières années en recherche fondamentale. Ces travaux sont aussi supportés par des simulations numériques. La source INRS permet de tester des méthodologies de mesure d'impulsions X femtoseconde et d'aborder les problèmes de dynamique des systèmes complexes (systèmes moléculaires, milieux ionisés) qui mettent en jeu des échelles de temps de l'ordre de grandeur de la femtoseconde (10^{-15} sec) des échelles spatiales de l'ordre de l'Angstrom (10^{-10} m).

3.3.4 Les sources X laser pour la radiologie

(J. Yu, Z. Jiang, J.C. Kieffer, F. Poitras, C. Sirois)

L'avantage des lasers à impulsions courtes est de chauffer la matière avant qu'elle n'ait le temps de bouger. Cette propriété unique est mise à profit pour créer des sources X point, ayant des diamètres de 10 µm à 20 keV et 35 keV. La dimension de ces sources est 10 fois plus petite que les sources habituellement utilisées en milieu chimique, ce qui permet de réaliser des images X à très haut contraste, de structures complexes (tissus, microcalcifications) avec des résolutions spatiales impossible à atteindre avec toute autre technique. Les applications à la mammographie et l'angiographie cardiaque sont actuellement en cours de développement. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec l'Hôpital universitaire de l'Université de New York à Syracuse et avec l'Hôtel-Dieu de Montréal.

3.3.5 La foudre déclenchée par laser

(T.W. Johnston, B. Lafontaine, J.C. Kieffer, H. Pénin, D. Comtois, A. Deparois, G. Abinader, F. Vidal)

Le projet de déclenchement contrôlé de la foudre par laser, mené en collaboration avec l'IREQ, consiste, quant à lui, à utiliser une méthode innovatrice pour déclencher de manière contrôlée la foudre afin de tester les équipements et le réseau de transport électrique dans des conditions sévères de foudre et protéger à plus long terme les installations électriques. La méthode consiste à créer en altitude, par laser, un long canal conducteur aux extrémités duquel sont générés de forts champs électriques qui permettent d'amorcer une décharge entre le nuage orageux et le sol dans des conditions précédant la foudre naturelle. Des expériences de guidage de décharges ont été réalisées avec succès à petite échelle. Un nouveau système laser qui représente un investissement majeur pour l'INRS est en cours de construction pour des travaux à plus grande échelle et sera de plus utilisable pour d'autres études telles que l'ablation laser, les études de physico-chimie, la caractérisation de surface et les sources X.

3.4 Développements technologiques

Dans le cadre de ses préoccupations qui sont d'assurer un impact économique à moyen terme de ses activités, le Centre a entrepris, en collaboration avec des partenaires un certain nombre de développements technologiques. Ces activités s'ajoutent aux contrats d'expertises et au partenariat universités-industries comme moyen de transfert technologique. Elles ont pour but la réalisation de prototypes afin de confirmer le potentiel de certaines découvertes effectuées dans le cadre d'études plus fondamentales. Ce type d'interaction est particulièrement important pour interagir avec les PME qui n'ont pas l'infrastructure requise à la poursuite des développements de haute technologie tout en étant le véhicule privilégié par lequel l'innovation technologique est transférée dans le domaine commercial. Les activités de développements technologiques poursuivis en 1996-1997 sont :

3.4.1 Développement d'instruments X ultrarapides

(C.-Y. Côté, P. Gallant, J.C. Kieffer, C. Sirois)

La compréhension des mécanismes physiques en jeu lors de la production d'impulsions X dans la gamme femtoseconde requiert une instrumentation ayant une très grande résolution temporelle. Les techniques nonlinéaires du type autocorrélation sont les mieux adaptées pour atteindre des résolutions femtosecondes. Nous avons récemment développé et utilisé une telle méthode de mesures de la durée d'impulsions des rayons X dans la gamme des keV avec une résolution temporelle de 100 femtosecondes en utilisant un faisceau auxiliaire pour sonder l'absorption lors de la dissociation d'une molécule. Ces méthodes, tout aussi performantes qu'elles soient, ne permettent cependant pas d'obtenir à la fois une résolution temporelle et spectrale. Ce type d'information est toutefois nécessaire pour réaliser la spectroscopie résolue dans le temps aussi bien pour l'analyse des processus physiques géant la source que pour son utilisation dans les applications de diagnostic X de la structure interne de la matière (EXAFS) et de diffraction X, etc.. C'est pourquoi nous avons entrepris de développer une nouvelle génération de caméras à balayage de fente afin de pouvoir l'utiliser pour réaliser la spectroscopie X résolue dans le temps avec une résolution temporelle subpicoseconde et une excellente résolution spatiale. Un premier prototype a été testé avec succès et nous a permis de mesurer pour la première fois des impulsions X de 800 fs. Cette technique a donné lieu à un transfert du laboratoire vers le milieu industriel et la caméra développée à l'INRS est désormais commercialement disponible. Les travaux se poursuivent à l'INRS pour atteindre une résolution temporelle de 400 fs avec des caméras X à balayage.

3.4.2 Étude et développement de microélectrodes pour la fabrication de détecteurs électrochimiques

(M. Chaker, M.A. Elkhakani, B. Ledroff, P.R.M. Silva)

Une nouvelle approche a été proposée récemment dans le domaine de l'électroanalyse pour la détection des métaux lourds présents à l'état de trace autant dans les milieux naturels tels que l'eau que dans les matrices biologiques tels que le sang, l'urine ou la chair de poisson. Elle consiste en l'utilisation, comme électrode de travail dans un nouvel instrument d'électroanalyse, récemment mis au point par des chercheurs de l'IREQ-Hydro-Québec, de films de mercure électrodéposés sur des microélectrodes dont les dimensions sont micrométriques. L'objectif du projet de recherche que nous venons d'entreprendre dans le cadre d'une subvention CRSNG Université-industrie, est de développer un nouveau détecteur basé sur cette approche. Le résultat final serait un système de mesures électroanalytiques de très haute performance permettant non seulement d'atteindre un seuil de détection inférieur ou égal au ppt mais aussi fiable, simple d'utilisation, portable et relativement peu onéreux. Lors de l'année 1996-97, les procédés de fabrication de ces microélectrodes ont été mis au point. De nombreux détecteurs ont ainsi pu être produits et ont subi avec succès les tests électrochimiques.

4.0 Développement d'affaires

L'INRS-Énergie et Matériaux poursuit certaines activités de développement d'affaires. Ces activités ont essentiellement pour objectif d'assurer la visibilité du Centre auprès de la population locale et de resserrer les liens avec les utilisateurs éventuels de son savoir-faire.

4.1 Implication régionale

L'INRS-Énergie et Matériaux joue un rôle actif dans la région par la présence d'un représentant, M. Benoit Jean, auprès de plusieurs organismes dont la mission est de promouvoir le développement régional au plan de la recherche, de la formation et du développement technologique. Parmi ceux-ci, mentionnons :

- i) La Société montréalaise de développement (SMD) qui est un organisme de consultation et de coordination des activités régionales.
- ii) La Société pour la recherche et la formation en Montérégie (SRFM) qui a comme objectif de supporter la mise en place de services universitaires en Montérégie.
- iii) La Corporation de développement économique de Varennes (CODEV) qui a pour objectif de promouvoir le développement économique et industriel de Varennes. L'INRS-Énergie et Matériaux siège officiellement au conseil d'administration de cette société qui a, entre autres, comme mandat de favoriser la mise en place d'un parc industriel de haute technologie sur le boulevard Lionel-Boulet. L'INRS-Énergie et Matériaux profite de la publicité de la CODEV dans ses publications et sur son site WEB.
- iv) Le Club de haute technologie. En 1996-1997, le Centre a joint le Club de haute technologie de la Chambre de commerce de la rive-sud de Montréal. L'objectif de ce regroupement d'entreprises de haute technologie et de centres de recherche est de favoriser le maillage, point de départ de la plupart des collaborations.
- v) L'Association des directeurs la recherche industrielle du Québec (ADRIQ). La participation à l'ADRIQ permet d'étendre le réseau de contacts de l'INRS-Énergie et Matériaux.
- vi) De plus, en 1996-1997 le Centre a joué un rôle actif dans la coalition Varennes-Ethanol qui avait pour objectif de promouvoir Varennes comme siège de la future usine de production d'éthanol qui sera construite au Québec par la compagnie Commercial Alcools.

4.2 Liens avec les utilisateurs de savoir-faire

En 1996-1997 le Centre a maintenu sa préoccupation de maintenir et renforcer ses liens avec les utilisateurs éventuels de son savoir-faire et de trouver de nouveaux partenaires. Parmi les

actions réalisées mentionnons :

- L'invitation de conférenciers invités dans le cadre des conférences du vendredi midi. La liste est donnée en annexe IV.
- La présentation des travaux de maîtrise des étudiants à des partenaires éventuels le 22 avril 1997.
- La participation à deux groupes technologiques de l'Institut des matériaux industriels.
- La participation au réseau canadien de technologie (RCT) du Conseil national de recherche du Canada.
- La participation au Centre d'excellence canadien Micronet en microélectronique.
- L'emploi d'un conseiller en technologie industrielle (CTI) du Conseil national de recherche du Canada. Le conseiller en technologie industrielle du CNRC s'avère un atout important dans les démarches du Centre pour se rapprocher des PME. Il est un excellent moyen d'avoir une juste idée de leurs besoins et de faire connaître l'expertise de l'INRS. Ces démarches s'ajoutent aux initiatives personnelles des professeurs auprès des industries et autres partenaires.
- La réalisation d'une étude d'opportunité dans le domaine du traitement de surface des polymères en collaboration avec l'INRS-Urbanisation.

Annexe I
Ressources humaines

Ressources humaines

Directeur

Pierre Lavigne

Professeurs

Yves Beaudoin
Claude Boucher
Mohamed Chaker
Lê H. Dao
Kenneth Dimoff
Jean-Pol Dodelet
Brian C. Gregory
* Benoit Jean
Tudor Wyatt Johnston
Jean-Claude Kieffer
Gaétan Lafrance
Jean-Marc Larsen
François Martin
Jean-Pierre Matte
Horst D. Pacher
Kanwal Parbhakar
Royston Paynter
Henri Pépin
Guy Ross
Robert G. Saint-Jacques
Barry L. Stansfield
Bernard Terreault

Professeurs sous-octroi

Daniel Guay
Richard Marchand
François Quirion
Andranik Sarkissian

Professeurs invités

François Amiranoff
Ecole Polytechnique - France

Hector A. Baldis
Ecole Polytechnique

Daniel Bélanger
Université du Québec à Montréal

Patrick Bertrand
Université Catholique de Louvain

Pierre Jean Chales Bertrand
University de Nancy-1

Ricardo Camerero
Ecole Polytechnique de Montréal

Guido A. Capuano
Université du Québec à Montréal

See Leang Chin
Université Laval

Jacques Desnoyers
INRS

Geneviève Delmas-Patterson
Université du Québec à Montréal

Rodney Herring
Agence spatiale canadienne

Benoit Jean
INRS

Andrzej Krol
Sunny Health Science Center Syracuse

Kun-Long Lee
Pohang University of Science and
Technology

Cyrus S. MacLatchy
Acadia University

Michel Moisan
Université de Montréal

Gérard Mourou
University of Michigan

Olivier Peyrusse
Centre d'Études de Limeil

Bernard Spinner
CNRS - France

Brian Thomas Sullivan
Conseil national de recherches

Michel Tendler
Institut Royal de technologie, Stockholm

David Villeneuve
Conseil national de recherches

Professeurs associés

Richard Bolton
IREQ

Tapan Bose
Université du Québec à Trois-Rivières

Richard Chahine
Université du Québec à Trois-Rivières

Gilles Champagne
IREQ

Réal Décoste
IREQ

Yves Demers
CCFM

Sophie Ducassy-Hosatte
LRDE-CANMET

Louis Gastonguay
IREQ

Jacques Goyette
Université du Québec à Trois-Rivières

Émile Haddad
MPB Technologies Inc.

Jacques Huot
IREQ

Jean-Louis Lachambre
IREQ

Michel Ladouceur
IREQ

Guy LeClair
MPB Technologies Inc.

Hubert Mercure
IREQ

Christian Moreau
Institut des matériaux industriels

Jean-Marie St-Arnaud
Université du Québec à Trois-Rivières

Marten Ternan
LRDE-CANMET

Lechoslaw Adam Utracki
Institut des matériaux industriels

Ashok K. Vijh
IREQ

Karim Zaghib
IREQ

Associés de recherche

Zine Aidoun
Chiu Shen*
Louis Cliche*
Roland Côté
Yves Denos*
Moulay Ali ElKhakani
Zhimign Jian
Danielle Kéroack*
Bruno Lafontaine
Denis Lafrance

Guy Lalande*
Shen-En Qian
Valko Valkov
Siyu Ye
William Zuzak

Assistants de recherche

Dominique Côté*
Miguel Chagnon*
Christiane Jacques
Isabelle Larivière*
Julien Genois
Minh-Ha Nguyen
Diane Pinsonneault

Agents de recherche

Gilles Abel
Ben Bedouani
Jean-Claude Grenier
Guy Lebrun
Huu-Hung Mai
Doris Perron*
Gérald Perron
Georges Veilleux

Agents techniques

Etienne Charette
Martin Chartré
Daniel Desroches
Jean-Marc Guay
Yvan Lafrance*
Pierre Lajeunesse*
Pierre-Paul Mercier
Jacques Pelletier
Léonard Pelletier
François Poitras
Jean-Paul St-Germain

Techniciens

Jacques Bellemare
Christiane Gaudart*
Claude Guay
Louise Hudon
Claude Sirois

Personnel de soutien

Danielle Bénard
Robert Dalpé
Alice Hébert
Aline Oleksy
Christiane Savaria
Jeanine Simard*
Ginette Vincent

Bâtiment

Sylvain Gingras
Gilles Hébert

* Ont quitté durant l'année

Annexe II
Personnel en formation

Maîtrises et Doctorats

L'INRS-Énergie et Matériaux offre un programme d'études supérieures conduisant au diplôme de maîtrise et de doctorat en sciences de l'énergie et Matériaux. Les étudiants peuvent choisir leur projet de recherche dans les divers domaines de recherche du Centre. De plus, dans le cadre d'ententes entre l'INRS et l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), l'Institut des matériaux industriels (IMI), l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et le laboratoire de diversification énergétique (LRDE) du ministère des Ressources naturelles, les étudiants peuvent effectuer leurs travaux sous la direction de chercheurs de ces instituts ce qui permet d'élargir la gamme des sujets de recherche.

..... **Étudiants inscrits à la maîtrise**

George ABI-NADER

Directeur : H. Pépin
Titre du mémoire : « Mesures de densité électronique dans un filament créé par laser »

Djemila BENHABIB

Directeur : M. Chaker
Titre du mémoire : « Étude de la physico-chimie d'un magnétoplasma de chlore pertinent pour la gravure sous-micrométrique »

Daniel COMTOIS

Directeur : H. Pépin
Titre du mémoire : « Mesures optiques des décharges électriques stimulées par laser »

Sébastien DELPRAT

Directeur : M. Chaker
Titre du mémoire : « Étude de la gravure de couches minces de carbure de silicium amorphe (a-SiC:H) par des plasmas RF et des magnétoplasmas hautes fréquences »

Marie-Chantal DENIS

Directeur : J.P. Dodelet
Titre du mémoire : « Catalyseurs pour piles à combustible à électrolyte polymère solide »

Alain DESPAROIS

Directeur : H. Pépin
Titre du mémoire : « Mesures électriques des décharges amorcées par laser »

Dominique FRÉCHETTE

Directeur : J.P. Matte
Titre du mémoire : « Simulation d'interaction laser-cible mince à $I > 10^{19}$ W/cm² »

Pascal GALLANT

Directeur : J.C. Kieffer
Titre du mémoire : « Spectroscopie keV de feuilles minces irradiées à ultra haute intensité avec des impulsions laser sub-ps »

Boris LeDROGOFF

Directeur : M. Chaker
Titre du mémoire : « Étude et caractérisation de couches minces métalliques pour la réalisation de détecteurs électroanalytiques »

Philippe L'HOMME

Directeur : F. Quirion
Titre du mémoire : « Propagation des vagues en gravité réduite »

Simona MOISA

Directeur : M. Chaker
Titre du mémoire : « Caractérisation de couches minces de nitrure de carbone et du PZT déposés par ablation laser »

Annick POIRIER

Directeur : G. Ross
Titre du mémoire : « Modification des propriétés de mouillage par des procédés assistés par faisceaux d'ions »

Eric VIGNOLA

Directeur : J.E. Desnoyers
titre du mémoire : « Étude et caractérisation de couches minces métalliques pour la réalisation de détecteurs électroanalytiques »

Jianfang YU

Directeur : J.-C. Kieffer
Titre du mémoire : « Medical application of laser based hard X-ray sources »

..... **Mémoires déposés**

André MASSICOTTE

Directeur : F. Quirion
Co-directeur : L. Utracki
Titre du mémoire : « Effet de l'élasticité sur la cinétique des instabilités de Rayleigh dans les mélanges de polymères »
Novembre 1996

Philippe MÉREL

Directeur : M. Chaker
Titre du mémoire : « Etude d'un système hybride LAD-SWD pour le dépôt du nitrure de carbone »
Passage direct au doctorat : septembre 1996

Mayra URGUAGA-VALDES

Directeur : R.G. Saint-Jacques
Co-directeur : C. Moreau
Titre du mémoire : « Comportement sous chocs thermiques du tungstène projeté par torche à plasma »
Avril 1997

Siv-Hong YIP

Directeur : D. Guay
Titre du mémoire : « Revêtement à base deTi-Ru-Fe-O pour la fabrication de cathodes »
Avril 1997

..... Étudiants inscrits au doctorat

Marco BLOUIN

Directeur : D. Guay
co-directeur : J.C. Kieffer
Titre de la thèse : « Nouveaux matériaux pour les cathodes dans l'industrie des chlorates »

Salim BOUARICHA

Directeur : D. Guay
Titre de la thèse : « Étude des propriétés de surface des matériaux pour le stockage de l'hydrogène »

Daniel BOURGOIN

Directeur : G. Ross
Titre de la thèse : « Élaboration et caractérisation de matériaux nouveaux pour le recouvrement des parois exposées au plasma dans les réacteurs à fusion »

Dany BROUILLETTE

Directeur : J.E. Desnoyers
Titre de la thèse : « Optimisation des milieux électrolytiques aprotiques pour les piles au lithium »

Marta CEA-GUEVARA

Directeur : G. Champagne
Co-directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Évaluation directe et simultanée de contributions capacitive et faradique lors d'un dosage électroanalytique »

Irina CONDREA

Directeur : B.C. Gregory
Co-directeur : A. Sarkissian
Titre de la thèse : « Étude du transport dans TdeV par une méthode spectroscopique »

Jean-François CÔTÉ

Directeur : J.E. Desnoyers
Co-directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Association d'électrolytes en milieu aprotique »

Nguyet Anh DANG

Directeur : G. Capuano
Co-directeur : D. Guay
Titre de la thèse : « Préparation d'un nouveau catalyseur par l'interdiffusion d'alliage d'aluminium sur le nickel et étude mécanistique du dégagement de l'hydrogène »

Mohamed Mouldi ENNACEUR

Directeur : B. Terreault
Titre de la thèse : « Mesures d'interactions plasma-surface dans TdeV »

Guy FAUBERT

Directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Catalyseurs pour les piles à combustibles à électrolyte polymère »

Julien FUCHS

Directeur : H. Pépin
Co-directeur : F. Amiranoff
Titre de la thèse : « Traversée d'un plasma surcritique en régime laser relativiste »

Florence FUSALBA

Directeur : D. Bélanger
Co-directeur : D. Guay
Titre de la thèse : « Supercapacités électrochimiques à base de polymères conducteurs ».

James Paul GUNN

Directeur : C. Boucher
Titre de la thèse : « Les sondes planes encastrées dans le déflecteur de TdeV »

Andronique IOANNIDIS

Directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Semiconducteurs moléculaires : transport de charges et propriétés photovoltaïques »

Philippe JACQUET

Directeur : Y. Demers
Co-directeur : B.C. Gregory
Titre de la thèse : « Etude du couplage de l'onde hybride inférieure dans le Tokamak de Varennes au moyen d'une antenne à multijonctions »

Céline KHODR

Directeur : B.L. Stansfield
Titre de la thèse : « Structure de la prégaîne magnétique »

Joëlle MAILLOUX

Directeur : B.Terreault
Titre de la thèse : « Répartition des pertes d'énergie entre la conduction/convection et la radiation dans TdeV : effets de chauffage HF »

Fernando MEO

Directeur : B.L. Stansfield
Titre de la thèse : « Imagerie spectroscopique dans le déflecteur de TdeV »

Philippe MÉREL

Directeur : M. Chaker
Titre de la thèse : « Étude d'un système hybride LAD-SWD pour le dépôt du nitrure de carbone »

Minh-Ha NGUYEN

Directeur : L.H. Dao
Titre de la thèse : « Étude des propriétés optiques et thermiques des aérogels organiques »

Deborah POIRIER

Directeur : C. Boucher
Titre de la thèse : « Mesure de la vitesse et de la direction de l'écoulement d'un plasma à l'aide de sondes électrostatiques »

Chian QIAO

Directeur : B. Terreault
Titre de la thèse : « Nanoperforation par implantation ionique »

François SANTERRE

Directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Dispositifs organiques électroluminescents »

Paulo Martins Roque SILVA

Directeur : M. Chaker
Co-directeur : M. Ladouceur
Titre de la thèse : « Développement et caractérisation de micro-électrodes d'iridium pour l'électroanalyse ».

François SCHIETTEKATTE

Directeur : G.G. Ross
Titre de la thèse : « Modification par désorption induite par laser des profils d'hydrogène implantés dans les matériaux »

Marc SIMARD

Directeur : R. Marchand
Co-directeurs : R. Camarero et B.L. Stansfield
Titre de la thèse : « Modélisation d'un plasma de tokamak par éléments finis sur une maille triangulaire non structurée »

Dominic TESSIER

Directeur : L.H. Dao
Titre de la thèse : « Développement de nouveaux textiles médicaux recouverts de polymères conducteurs pour des applications biomédicales »

Stéphane TURGEON

Directeur : R.W. Paynter
Titre de la thèse : « Étude comparative de l'influence du bombardement du carbone et du silicium amorphes hydrogénés par des ions d'hydrogène de faible énergie »

..... **Dépôt final de thèse**

Gilles BOURQUE

Directeur : B. Terreault
Titre de la thèse : « Effet de la microstructure sur la pénétration d'ions d'hydrogène et de deutérium à basse énergie dans le silicium »
Octobre 1996

Christian-Yves CÔTÉ

Directeur : J.C. Kieffer
Titre de la thèse : « Etude expérimentale d'un plasma produit par impulsion laser ultra-courte en vue de la réalisation d'un laser X »
Juin 1996

Stéphane ETHIER

Directeur : J.P. Matte
Titre de la thèse : « Simulation cinétique d'expériences d'interaction laser-matière avec des impulsions intenses et ultra-courtes »
Octobre 1996

François GIRARD

Directeur : D. Bélanger
Co-directeur : J.P. Dodelet
Titre de la thèse : « Electroréduction de nitrates et nitrites en milieux aqueux par un nouveau matériau d'électrode à base de fer, de soufre et de molybdène pour la production d'ammoniac »
Novembre 1996

Jean-François PELLETIER

Directeur : M. Chaker
Titre de la thèse : « Etude de la génération d'impulsions de rayonnement X ultracourtes »
Juin 1996

Chercheurs postdoctoraux

- ◇ Monsieur Ahcène Aliouchouche
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Ching-Yuan Chien
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Shen Chiu*
Programme Fusion
- ◇ Monsieur Eric Gat*
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Serge Gauvin
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Abdelaziz Ikhlef
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Jian-Min Jin,
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Rahul Patil
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Hajanirina Razafitrimo
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Lionel Roué
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Madame Yue Sun
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Maleck Tabbal
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Hong Wang
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Dennis Whyte
Programme Fusion

Stagiaires

- ◇ Madame Thanh Nha Banh
Programme Sciences des interfaces
- ◇ Monsieur Richard Beaudry
Programme Fusion
- ◇ Madame Annie Bercier
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Madame Emmanuelle Bertho (stagiaire française)
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Patrice Cossette
Programme Fusion
- ◇ Madame Annie Dallaire,
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Martin Demers
Programme Sciences des interfaces
- ◇ Monsieur Alexandre Fortier
Programme Fusion
- ◇ Monsieur Louis Gosselin
Programme Fusion
- ◇ Monsieur Eric Hus (Stagiaire français)
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Eric Irissou
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Dany Lavoie
Programme Fusion
- ◇ Monsieur Frédéric Magerat (Stagiaire français)
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Yvan Pelletier
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Jean-Philippe Maltais
Programme Plasma-matériaux
- ◇ Monsieur Etienne Paradis
Programme Fusion

- ◇ Madame Manon Simard
Programme Fusion
- ◇ Monsieur Dominic Tessier
Programme Matériaux et procédés énergétiques
- ◇ Monsieur Eric Vignola
Programme Science des interfaces

Annexe III
Publications et communications

Publications

• Articles publiés dans des revues avec jury

Borges C.F.M., Airoldi V.T., Corat E.J., Moisan M., Schelz S., Guay D., «Very low-roughness diamond film deposition using a surface-wave sustained plasma», *J. Appl. Phys.*, 80(10) (1996) 6013-6020.

Bourque G., Terreault B., «1 keV hydrogen implantation in a-Si and c-Si: Physical vs computational modeling», *Nucl. Instrum. Methods B*, 115(1-4) (1996) 468-472.

Bychenkov V. Yu, Matte J.P., Johnston T.W., «Effect of cylindrical curvature on nonlocal electron transport in a plasma», *Phys. Plasmas*, 3(9) (1996) 3518-3519.

Chen L., Guay D., Lasia A., «Kinetics of the hydrogen evolution reaction on RuO₂ and IrO₂ oxide electrodes in H₂SO₄ solution: an ac impedance study», *J. Electrochem. Soc.*, 143 (1996) 3576-3584.

Côté J.F., Brouillette D., Desnoyers J.E., Rouleau J.F., St-Arnaud J.M., Perron G., «Dielectric-constants of acetonitrile, gamma-butyrolactone, propylene carbonate, and 1,2-dimethoxyethane as a function of pressure and temperature», *J. Sol. Chem.*, 25(12) (1996) 1163-1173.

Desnoyers J.E., Perron G., «Temperature dependence of the free-energy of micellization from calorimetric data», *Langmuir*, 12(6) (1996) 4044-4045.

El Khakani M.A., Chaker M., Gat E., «Pulsed-laser deposition of highly conductive iridium oxide thin films», *Appl. Phys. Lett.*, 69(14) (1996) 2027-2029.

Fuchs V., Goniche M., Demers Y., Jacquet P., Mailloux J., «Acceleration of electrons in the vicinity of a lower hybrid waveguide array», *Phys. Plasmas*, 3(11)

(1996) 4023-4035. Correction : 4(4) (1997) 1176.

Ghizzo A., Bertrand P., Begue M.L., Johnston T.W., Shoucri M., «A Hilbert-Vlasov code for the study of high-frequency plasma beatwave accelerator», *IEEE Trans. Plasma Sci.*, 24(2) (1996) 370-378.

Jiang Z., Kieffer J.C., Xu Z., «Intense ultrafast laser matter interaction and its applications», *Chinese Journal of Lasers*, A23 (1996) 513-519.

Jian Z., Ikhlef A., Kieffer J.C., Raksi F., Wilson K., «Chemical reactions observed by ultrafast X-ray absorption», *Ultrafast Phenomena X*, Springer Verlag, ed. (1996)

Jin J.M., Parbhakar K.J., Dao L.H., «Significance of the interface between liquid crystal and polymer in thermally induced phase separation (TIPS) Process», *Computational Materials Sciences*, (1996), 6, 1-5.

Kéroack D., Terreault B., «Re-emission of deuterium implanted in carbon by laser-desorption», *J. Nucl. Mater.*, 231(1-2) (1996) 47-54.

Kéroack D., Terreault B., «Laser desorption study of deuterium implanted in silicon-carbide», *J. Vac. Sci. Technol. A*, 14(6) (1996) 3130-3134.

Kieffer, J.C., Ziang Z., Ikhlef A., Côté C.Y., Peyrusse O., «ps dynamics of a hot solid density plasma», *JOSA B* 13, (1996) 132-137.

Lachambre J.L., Quirion B., LeClair G., Stansfield B.L., Martin F., Michaud D., Bourgoin D., Zuzak W., «Particle transport in diverted TdeV», *Plasma Phys.*

Control. Fusion, 38(11) (1996) 1943-1966.

Lafrance G., «Imposer un organisme d'arbitrage unifié a Hydro-Québec? Avantages et désavantages», Policy Options, 17(3) (1996)

Lalande, G., Faubert, G., Côté, R., Guay, D., Dodelet, J.P., Weng, L.T., Bertrand, P.: «Catalytic activity and stability of heat-treated iron phthalocyanines for the electroreduction of oxygen in polymer electrolyte fuel cells», J. Power Sources 61, 227-237 (1996).

Leblanc L., Ross G.G., «Measured stopping cross-sections for hydrogen in a-Si_xC_{1-x}:H ternary compounds near their maximum values», Nucl. Instrum. Methods B, 118(1-4) (1996) 19-23.

Leblanc L., Ross G.G., «Measurements and Monte Carlo calculations of hydrogen and deuterium depth distributions into silicon carbide implanted in the energy range from 0.25 to 1.75 keV», Nucl. Instrum. Methods B., 114, (1996), 203-207.

Marchand R., Dumberry M., «Carre: A quasi-orthogonal mesh generator for 2D edge plasma modeling», Comp. Phys. Comm., 96(2-3) (1996) 232-246.

Meilleur L., Hardy A., Quirion F., «Probing the structure of pluronic PEO-PPO-PEO block copolymer solutions with their apparent volume and heat capacity», Langmuir, 12(20) (1996) 4697-4703.

Pageau J.-F., Ross G.G., «Measurements of ranges and variances of 1-20 keV and O ions implanted in Be and C_{0.83}H_{0.17} by means of RBS with a ⁴He beam at 350 keV», Nucl. Instrum. Methods, B118, (1996), 307-311.

Pelletier J.F., Chaker M., Kieffer J.C., «Target atomic number effect on the duration and conversion efficiency of ultrashort X-ray pulses», Appl. Phys. Lett., 69(15) (1996) 2172-2174.

Qian C., Terreault B., Kéroack D., «Deuterium transport in liquid beryllium», J. Nucl. Mater., 231(1-2) (1996) 39-46.

Raksi F., Wilson K., Jiang Z., Ikhlef A., Côté C.Y., Kieffer J.-C., «Ultrafast X-ray absorption probing of a chemical reaction». J. Chem. Phys. 104, (1996) 6066-6069.

Richard N., Sarkissian A.H., Drolet Y., Ernst S., St-Germain J.P., «Bolometric diagnostics in tokamak de Varennes», Rev. Sci. Instrum., 67(6) (1996) 2202-2206.

Roué L., Chen L., Guay D., «Preferential dissolution of aluminum under the tip of an atomic-force microscope», Langmuir, 12(24) (1996) 5818-5823.

Sarkissian A.H., Charette E., Gregory B.C., Larosa D., «A fast modulated duopigatron plasma source for the diagnostic beam injector of the tokamak de Varennes», Plasma Sources Sci. Techn., 5(4) (1996) 754-760.

Schiettekatte F., Chevarier A., Chevarier N., Plantier A., Ross G.G., «Quantitative depth profiling of light elements by means of the ERD ExB technique», Nucl. Instrum. Methods B, 118(1-4) (1996) 307-311.

Tabbal M., Merel P., Moisa S., Chaker M., Ricard A., Moisan M., «X-ray photoelectron spectroscopy of carbon nitride films deposited by graphite laser ablation in a nitrogen post-discharge», Appl. Phys. Lett., 69(12) (1996) 1698-1700.

- Terwagne G., Ross G.G., Leblanc L., «Corss section measurements of the $^1\text{H}(^3\text{He}, ^1\text{He})^3\text{He}$ reaction at 20 and 30 between 1.9 and 3.0 MeV», *J. Appl. Phys.*, **79** (2) (1996), 8886-8891.
- Tilquin, J.Y., Côté, R., Guay, D., Dodelet, J.P., Dénès, G., «CO poisoning of pt-graphite catalysts for polymer electrolyte fuel cells : comparison between Pt supported on graphite and intercalated in graphite», *J. Power Sources*, **61**, 193-200 (1996).
- Van Neste A., Jin S., Yip S.-H., Guay D., Boily S., Schulz R., «Low overpotential nanocrystalline Ti-Fe-Ru-O cathodes for the production of sodium chlorate», *Materials Science Forum*, 225-227 (1996) 795.
- Vidal F., Johnston T.W., «Electromagnetic beam breakup : multiple filaments, single beam equilibria, and radiation», *Phys. Rev. Lett.*, **77**(7) (1996) 1282-1285. Errata : **77**(23) (1996) 4852.
- Ye S., Vijh A.K., Dao L.H., «Oxygen reduction on a new electrocatalyst based on highly porous carbonized polyacrylonitrile microcellular foam with very low platinum loading», *J. Electroanal. Chem.* (1996), **415**, 115-121.
- Abel G., Stansfield B.L., Michaud D., Ross G.G., Lachambre J.L., Gauvreau J.L., «Measurements of edge density profiles on TdeV using the injection of laser-ablated lithium atoms», *Rev. Sci. Instr.*, **68**(1) (1997) 994-997.
- Barbier G., Ross, G.G., ElKhakani M.A., Chevarier N., Chevarier A., «Effects of lithium implantation in both a-C:H and a-SiC:H materials submitted to deuterium bombardment», *J. Nucl. Mater.*, **241**, (1997) 1036-1040.
- Barty C., Ben-Num M., Guo T., Raksi F., Rose-Petruck C., Squier J., Wilson K., Yakovlev V., Weber P., Jiang Z., Ikhlef A., Kieffer J.C., «Ultrafast X-ray diffraction and absorption», in *Time Resolved Electron and X-ray Diffraction*, eds. P.M. Rntzepis and J. Helliwell, Oxford University Press, N.Y. (1997)
- Beaudoin Y., Chaker M., Johnston T.W., Pépin H., «Laser reflectometry in situ measurement of lead zirconate titanate film growth», *Appl. Opt.*, **36**(3) (1997) 655-657
- Blouin M., Guay D., «Activation of RuO_2 , IrO_2 and mixed $\text{Ru}_x\text{Ir}_{1-x}\text{O}_2$ oxide electrodes during cathodic polarization and hydrogen evolution», *J. Electrochem. Soc.*, **144**(2) (1997) 573-581.
- Bourgoin D., Ross G.G., Savoie S., Drolet Y., Haddad E., «Use of a quartz microbalance for plasma-wall interaction study», *J. Nucl. Mater.*, **241**, (1997), 765-770.
- Chen L., Guay D., Pollak F.H., Levy F., «AFM observation of surface activation of RuO_2 electrodes during hydrogen evolution», *J. Electroanal. Chem.*, **429**, (1997), 185-192.
- Fournier J., Lalande G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P., «Activation of various Fe-based precursors on carbon black and graphite supports to obtain catalysts for the reduction of oxygen in fuel cells», *J. Electrochem. Soc.*, **144**(1) (1997) 218-226.
- Fournier J., Faubert G., Tilquin J.Y., Côté R., Guay D., Dodelet J.P., «High performance, low Pt content catalysts for the electroreduction of oxygen in polymer electrolyte fuel cells», *J. Electrochem. Soc.*, **144**(1) (1997) 145-154.
- Gunn J.P., Boucher C., Desroches D., Robert A., «Operation of flush-mounted probes in the TdeV tokamak», *Rev. Sci. Instr.*, **68**(1) (1997) 404-407.
- Ioannidis, J.P. Dodelet, «Hole mobilities in

trivalent metal phthalocyanine thin films : 1. Activated charge transport in time-of-flight measurements between 333 and 213 K for chloroaluminum phthalocyanine films with various amounts of disorder», *J. Phys. Chem. B*, 101(6) (1997) 891-900.

Ioannidis A., Dodelet J.P., «Hole mobilities in trivalent metal phthalocyanine thin films: 2. Anomalous mobility temperature dependence in the low-temperature region 213-93 K for chloroaluminum, chlorogallium and chloroindium phthalocyanine thin films», *J. Phys. Chem. B*, 101(6) (1997) 901-907.

Ioannidis A., Dodelet J.P., «Hole and electron transport in chloroaluminum phthalocyanine thin films», *J. Phys. Chem. B*, 101(26) (1997), 5100-5107.

Jacquet P., Demers Y., Chaudron G.A., Glaude V., Côté A., Dubé A., Mireault R., Robert A., Vachon L., «Microwave probe diagnostic for the lower hybrid multijunction antenna on TdeV», *Rev. Sci. Instr.*, 68(2) (1997) 1176-1182.

Jin J.M., Parbhakar K., Dao L.H., «Model for water-in-oil microemulsions: surfactant effects», *Phys. Rev. E*, 55(1) (1997) 721-726.

Lal A.K., Marsh K.A., Clayton C.E., Joshi C., McKinstrie C.J., Il J.S., Johnston T.W., «Transient filamentation of a laser beam in a thermal force dominated plasma», *Phys. Rev. Lett.*, 78(4) (1997) 670-673.

Lalande G., Guay D., Dodelet J.P., Majetich S.A., McHenry M.E., «Electroreduction of oxygen in polymer electrolyte fuel cells by activated carbon coated cobalt nanocrystallites produced by electric arc discharge», *Chem. Mater.*, 9(3) (1997) 784-790.

Lalande G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P., Weng L.T., Bertrand P., «Is nitrogen

important in the formulation of Fe-based catalysts for oxygen reduction in solid polymer fuel cells?», *Electrochim. Acta*, 42(9) (1997) 1379-1388.

Pelletier J.F., Chaker M., Kieffer J.C., «Calibrated time-resolved transmission grating spectrometer for the study of ultrafast X-ray sources», *J. X-ray Sci. Technol.*, 6 (1997) 359-374.

Pelletier J.F., Chaker M., Kieffer J.C., «Soft X-ray emission produced by a sub-picosecond laser in a single and a double pulse schem», *J. Appl. Phys.*, 81(9) (1997) 5980-5983.

Perron G., Desnoyers J.E., «Volumes and heat-capacities of sodium perfluoroalkanoates in water», *J. Chem. Eng. Data*, 42(1) (1997) 172-178.

Pinsonneault D., Quirion B., Lachambre J.L., Legros C., «Edge density profiles measurements in TdeV using amplitude-modulation reflectometry», *Rev. Sci. Instr.*, 68(1) (1997) 990-993.

Sarkissian A.H., Charette E., Condrea I., Gregory B.C., «Optimization of the extracted current-density from the high-energy diagnostic neutral beam injector of TdeV», *Rev. Sci. Instr.*, 68(1) (1997) 289-291.

Schulz R., Blouin M., Yip S.-H., Huot J., Boily S., Roué L., Baazi T., Caron P., Guay D., «Metastable Ti-Ru-Fe-O nanocrystalline alloys for applications in the chlorate industry», *Materials and Science Engineering A*, 226, (1997), 915-919.

Tilquin J.Y., Fournier J., Guay D., Dodelet J.P., Dénès G., « Intercalation of CoCl₂ into graphite: mixing method vs molten-salt method », *Carbon*, 35(2) (1997) 299-306.

Urquiaga-Valdes M., Saint-Jacques R.G., Côté J.F., Moreau C., « High heat load

testing of plasma sprayed W coatings », J. Nucl. Mater., accepté pour publication (1997)

Vidal F., Johnston T.W., « Asymptotic behavior of radially symmetric self-focused beams », Phys. Rev. E, 55(3) (1997) 3571-3580.

Ye S., Vijn A.K., Dao L.H., « A new fuel-cell electrocatalyst based on carbonized polyacrylonitrile foam : the nature of platinum-support interactions », J. Electrochem. Soc., 144(1) (1997) 90-95.

Ye S., Do N.T., Dao L.H., « Electrochemical preparation and characterization of conducting copolymers. Poly(aniline-co-N-Butylaniline) », Synthetic Metals (1997), 88, 65-72.

Ye S., Vijn A., Dao L.H., « Fractal dimension of platinum particles dispersed in highly porous carbonized polyacrylonitrile microcellular foam », J. Electrochem. Soc., 144 (1997), 1734-1740.

• **Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec jury**

Blouin M., Roué L., Yip S.-H., Guay D., Huot J., Boily S., Van Neste A., Schulz R., (1996), « Metastable Ti-Ru-Fe-O nanocrystalline alloys for the hydrogen evolution reaction in the chlorate industry », International Symposium on Metastable, Mechanically Alloyed and Nanocrystalline Materials, Roma, Italy, Materials Science forum, 235-238, 979-984.

Côté R., Lalande G., Guay D., Dodelet J.P., Dénès G., « Iridium and ruthenium based - electrocatalysts for oxygen reduction in polymer electrolyte fuel cells» (1997) Proceedings of the 2nd International Symposium on New Materials for fuel Cell and Modern Battery Systems, 743-755.

Dao L.H., Parbhakar K., Jin H.M., «Influence of gravitational force on volume recovery process », Proc. of Drop Tower Days 1996 in Bremen, Bremen, Germany July 8-11, 1996, 514-516.

Côté C.Y., Kieffer J.C., Gallant P., Rebuffie J.C., Goulmy C., Maksinchuk A., Mourou G., Kaplan D., Bouvis M., «Development of a subpicosecond large dynamic range X-ray streak camera», Proceedings of the 22nd Int. Congress on High Speed Photography and Photonics, SPIE (1996).

Côté J.F., Jiang Z., Kieffer J.C., Ikhlef A., Pépin H., Peyrusse O., «PS time resolved spectroscopy of controlled preformed plasma heated by an intense subpicosecond laser pulse», Proceedings of the 10th APS Topical Meeting on Atomic Processes in Plasmas, American Institute of Physics Pulse, N.Y., 381 (1996) 207-212.

Fournier J., Faubert G., Tilquin J.Y., Côté R., Guay D., Dodelet J.P., « Efficient Pt catalysts for polymer electrolyte fuel cells», 1996 Fuel Cell Seminar, (1996) 595-598.

Genois J., Lafrance G., Maherzi S., Contant J., « Long term impact of efficient motors» Congress on Electricity Applications, Birmingham, UK, juin 1996.

Pageau J.F., Ross G.G., Couture E., Poirier A., Quirion F., « Modification of the wettability of PMAA and C by ion beam implantation : Application to fluid management and materials processing in microgravity », Mater. Research

Symposium Proceedings, 396 (1996) 399-304.

Parbhakar K., Dao L.H., Jin J.M., « Effect of microgravity on morphology and electro-optical properties of polymer dispersed liquid crystals », Proc. of Drop Tower Days 1996 in Bremen, Bremen, Germany July 8-11, (1996), 523-525.

Lafrance G., « Relation entre consommation énergétique des municipalités et densité urbaine », conférencier invité, Colloque Franco-Québécois sur l'aménagement, la planification et l'énergie, 10 et 11 juin 1997

Lalande G., Denis M.C., Guay D., Dodelet J.P., Huot J., Schulz R., « Utilization of the ball milling technique un the synthesis of electrocatalysts for H₂ oxidation in polymer electrolyte fuel cells », (1997) Proceedings of the 2nd International Symposium on New Materials for Fuel Cell and Modern Battery Systems, 720-731.

Lalande G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P., « Chromium-based electrocatalysts for oxygen reduction in polymer electrolyte fuel cells », (1997) Proceedings of the 2nd International Symposium on New Materials for fuel Cell and Modern Battery Systems, 768-777.

Ye S., Wang Z.Y., Vijn A.K., Dao L.H., « Aerogel based fuel cell electrocatalysts », Proc. 2nd International Symposium on New materials for fuel cell & modern battery systems", Montreal (1977), p. 756-767.

of nanocrystalline alloys: effect of the oxygen concentration in Ti₂RuFeO_x alloy on the structural and electrochemical properties », Materials Science Forum, 225-227 (1996) 801.

Bourgouin D., et al. (1996), « Influence of lithium in PFC ». Atelier "Lithium Effects in plasmas, Princeton, USA, octobre.

Décoste R., Terreault B., et al (31 auteurs), « Divertor detachment, He exhaust and compact toroid injection on TdeV », 16th IAEA Fusion Energy Conf., Montréal, 7-11 oct., paper CN-64/02-1 (1996)

Chaker M., (1996), « Magnetoplasma studies for sub-micron plasma etching applications », CAP Congress, Ottawa, Juin.

Condrea I., Gregory B.C., Haddad E., Sarkissian A., Charette E., (1996), « Neutral beam characterization using visible spectroscopy », CAP Conf. 1996, Regina, Phys. In Canada, Vol. 52, No. 3, 122.

Côté A., Terreault B., et al. (22 auteurs), « Lower hybrid current drive and antenna coupling experiments on TdeV », 16th IAEA Fusion Energy Conf., Montréal, 7-11 oct., paper CN-64/EP-5 (1996)

Côté J.F., Desnoyers J.E., Justice J.C. (1996), « Application of the Bjerrum Association Model to Thermodynamic Properties of Electrolytes in Water and Aprotic Solvents », 79e congrès de la Société canadienne de chimie, St-John's, Terre-Neuve, juin.

Dao L.H., Parbhakar K.J., Jin J.M. (1996), « Influence of gravitational force on volume recovery process », Drop Tower Days 1996 in Bremen, Bremen, Germany July 8-11.

Décoste R., Stansfield B.L., Raman R.,

COMMUNICATIONS

Blouin M., Guay D., Boily S., Van Neste A., Schulz R., « Electrocatalytic properties

Marchand R., et al.(1996), « Divertor detachment, He exhaust and compact toroid injection on TdeV », 16th IAEA Fusion Energy Conference, Montréal, Canada 7-11 octobre.

Décoste R., Stansfield B.L., Gauvreau J.L., Pacher G.W., Méo F., Abel G., Boucher C., Gregory B.C., Gunn J.P., Haddad E., Lachambre J.L., Mailloux J., Marchand R., Martin F., Richard N., Shoucri M.M., Terreault B., Zuzak W., «Divertor detachment and exhaust on the TdeV tokamak », Plasma Phys. Control. Fusion, 38(12A) (1996) 121-133.

Dimoff K., Gulick S.L., Stansfield B.L. (1996), « Modelling for a spatially peaked density distribution of excited ions in an ECR plasma preseheath », 38e Congrès de "Division of Plasma Physics", APS, 11-15 novembre 1996, Denver, Colorado; APS Bull. 41(7) 1547 (7Q33).

Dodelet J.P., Fournier J., Faubert G., Côté R., Guay D., Tilquin J.Y. (1996) «Efficient Pt catalysts for polymer electrolyte fuel cells », 1996 Fuel Cell Seminar, Kissimmee, Florida, USA.

Faubert G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P. (1996), « Catalyseurs pour la réduction de l'oxygène dans les piles à combustible », 64ième Congrès de l'ACFAS, Montréal.

Fournier J., Faubert G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P. (1996), «Étude comparative des composés de Pt/carbone inclus ou supportés comme catalyseurs pour pile à combustible à électrolyte polymère», 64ième Congrès de l'ACFAS, Montréal.

Genois J., Lafrance G., Maherzi S., Contant J., (1996), «Long term impact of efficient motors», International Congress on Electricity Applications, Birmingham, UK, juin 1996.

Goniche M., Mailloux J., Demers Y.,

Harris J.H., Hogan J.T., Jacquet P., Bibet B., Froissard P., Rey G., Surle F., Tarab M. (1996), «Acceleration of electrons in the near field of lower hybrid frequency grill», proceedings of the 23e EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, Kiev (Ukraine), Vol. 20C, Part II, p. 783, (1996).

Ioannidis A., Dodelet J.P., (1996), «Hole transport in trivalent metal phthalocyanine thin films», Gordon Conference: Electronic Processes in Organic Materials, Andover, N.H., USA.

Ioannidis A., Côté R., Dodelet J.P. (1996), «Étude de la mobilité des trous dans un semiconducteur moléculaire hautement photoactif», 64ième Congrès de l'ACFAS, Montréal.

Jacquet P., Demers Y., Chaudron G.A., Glaude V., Côté A., St-Onge M., (1996), «LHCD antenna coupling experiments on the TdeV tokamak». Congrès de l'Association canadienne des Physiciens, Ottawa, juin.

Jin S., Van Neste A., Ghali E., Guay D., Schulz R., (1996), «Electrocatalytic performance of nanocrystalline Ti-Ru-Fe-Cr-O cathodes in chlorate electrolyte», International Symposium on Metastable, Mechanically Alloyed and Nanocrystalline Materials, Roma, Italy.

Jin J.M., Parbhakar K.J., Dao L.H., (1996), «Formation de gel par agrégation amas-amas de particules», 65e Congrès de l'ACFAS, Université McGill, Montréal, mai

Lafrance G., (1996), «La fusion la voie de l'avenir: le fédéral ferme la seule école de l'ultra-chaud au Canada», Journal Le Devoir, 11 juillet 1996.

Lalande G., Côté R., Faubert G., Guay D., Dodelet J.P., Weng L.T., Bertrand P., (1996), «Fe-based catalysts for oxygen reduction in polymer electrolyte fuel cells», 1996 CSC Conference,

Newfoundland.

Marchand R., Gosselin L., Sarkissian A. (1996), «Modelling of ion and neutral particle transport in a plasma biased ion implantation reactor», American Physical Society, Plasma Physics, Denver (Nov. 11-15).

Marchand R., Simard M. (1996), «Modelling complex phenomena in realistic geometries», Can. Association of Physicists, annual meeting, paper FC2.

Massicotte A., Quirion F., Utracki L.A., (1996), «Élasticité et dynamique des instabilités de Rayleigh dans les mélanges de polymères», 64e Congrès de l'ACFAS, Colloque de la société québécoise des polymères, Université McGill, mai.

Nguyen M.H., Dao L.H. (1996), «Etude de la corrélation structure et propriétés dans la formation des aérogels organiques», 64e Congrès de l'ACFAS, Colloque de la société québécoise des polymères, Université McGill, mai.

Parbhakar K.J., Dao L.H., Jin J.M. (1996), «Effect of microgravity on morphology and electro-optical properties of polymer dispersed liquid crystals», Drop Tower Days 1996 in Bremen, Bremen, Germany July 8-11.

Ross. G.G. (1996), «Analyse de l'hydrogène par ERDA à basse énergie», Présentation invitée de 50 minutes au 4^e RECIFS, 13 décembre, Saclay, France.

Ross G.G. (1996), «Modification of surface properties by plasmas», Présentation invitée de 45 minutes à l'Association canadienne de physique, 16 juin, Université d'Ottawa.

Ross G.G., Poirier A., Pageau J.-F., Quirion F., (1996) «Ion beam surface modification for improved adhesion», Association canadienne de physique, 17 juin, Université d'Ottawa.

Roué L., Chen L., Guay D., (1996), «Dissolution sélective de l'aluminium par microscopie à force atomique», 77ième congrès de l'ACFAS, Montréal, Québec, Canada.

Santerre F., Côté R., Dodelet J.P. (1996), «Paramètres essentiels à la photoactivité de la phtalocyanine de chloroaluminium», 64ième Congrès de l'ACFAS, Montréal.

Sarkissian A.H., Viens A., Paynter R., Saint-Jacques R.G., Stansfield B.L. (1996), «Characterization of diffused ECR plasma-application to pulsed plasma ion implantation of nitrogen in titanium», Proc. Of 5th Inter. Conf. On Plasma Surface Engineering, Garmisch-Partenkirchen, Germany, Sept. 9-13.

Sarkissian A.H., Paynter R., Stansfield B.L. (1996), «Plasma source ion implantation: a plasma-based approach for surface modification», CAP Conf. 1996, Regina, Phys. In Canada, Vol. 42, No. 3, 78.

Sarkissian A.H., Charette E., Gauvreau J.L. (1996), «Optimization of the TdeV high energy diagnostic neutral beam injector», 38th Annual meeting, APS Division of Plasma Physics, Denver, Colorado, Nov. 1996, Bull. Am. Phys. Soc., Vol. 41, 15553.

Sarkissian A.H., Cliche L., Paradis E., Leblanc J. (1996), «Depth profilometry of sputtered Ni ions implanted in Ti using pulsed argon and nitrogen plasmas», 3rd International Workshop on Plasma-based ion Implantation, Dresden, Germany, Sept. 15-18.

Schulz R., Blouin M., Yip S.-H., Huot J., Boily S., Roué L., Baazi T., Caron P., Guay D., (1996), «Metastable Ti-Ru-Fe-O nanocrystalline alloys for applications in the chlorate industry», Rapidly Quenched Materials, Bratislava, 25-30 août 1996.

Schiettekatte F., Ross G.G., «ERD spectrum to depth profile conversion program for Windows», Application of accelerators in research and industry '94. 14th International Conference on the application of accelerators in research and Industry, Denton, Texas, USA, 5-10 novembre 1996, 4 pages.

Stansfield B.L. (1996), «Tokamak edge and divertor physics-experimental results», conférence invitée, Association canadienne des physiciens, juin.

Ye S., Dao L.H., Vijh A.K. (1996), «Copolymerization électrochimique d'Aniline et de N-butyl aniline en milieu aqueux», 64e Congrès de l'ACFAS, Colloque de la société québécoise des polymères, Université McGill, mai

Ye S., Dao L.H., Vijh A.K. (1996), «Electrochemical Copolymerization of Aniline and N-butyl aniline in aqueous solution», 76th Canadian Society of Chemistry, St-John, New-Ffoundland, June 23-26.

Ye S., Vijh A.K., Dao L.H. (1996), «Preparation and Characterization of a new fuel cell electrocatalyst based on highly porous carbonized polyacrylonitrile microcellular foam with very low platinum loading», 79th Canadian Society of Chemistry, St-John, New-Ffoundland, June 23-26.

Blouin M, Guay D., Schulz R. (1997), «Segregation of oxygen at the surface of $Ti_2RuFe(O)$ alloy prepared by high energy ball milling», 191st Meeting of the Electrochemical Society, Montreal.

Bouaricha S., Guay G., Dodelet J.P., Huot J., Schulz R., (1997), «Improvement of the kinetics of hydrogen absorption by leaching out of Al in $Mg_{1-x}Al_x$ nanocrystalline alloys», 8th Canadian Hydrogen Workshop, Toronto.

Bouaricha S., Guay D., Dodelet J.P., Huot J., Schulz R., (1997), «High specific

surface area nanocrystalline Mg alloys as hydrogen storage materials», Gordon Research Conference, Hydrogen Metal Systems, Henniker, New Hampshire, juillet.

Bourgouin D. et al. (1997), «Influence de l'azote dans les matériaux faisant face au plasma dans les réacteurs à fusion», Congrès de l'ACFAS, mai.

Chiu S., Terreault B., Sarkissian A.H., (1997), «Pulsed-plasma deposition of amorphous diamond-like carbon films on copper», 24th IEEE Int. Conf. On Plasma Science, San Diego, CA, May 19-22, 1997.

Côté R., Lalande G., Guay D., Dodelet J.P. (1997), «Iridium and ruthenium based electrocatalysts for oxygen reduction in solid polymer fuel cells», New Materials for Fuel Cell and Modern Battery Systems, 2nd International Symposium, Montreal.

Dao L.H. (1997), «Percolation transition of electrical properties in conducting polymer/insulating polymer blends», 5th Pacific Polymer Conference, Kyongju, Korea.

Dao L.H. (1997), «Les polymères conducteurs et leurs applications technologiques», Symposium des polymères France-Québec, Lyon, France, mai 1997.

Dao L.H. (1997), «Processing of polymers under microgravity conditions», Japan-Canada Workshop on Microgravity, Kyoto, mars.

Denis M.C., Lalande G., Guay D., Dodelet J.P., Huot J., Schulz R., (1997), «High energy ball-milling technique : a method to synthesize electrocatalysts for PEFCs», 191st Meeting of the Electrochemical Society, Montreal.

Denis M.C., Lalande G., Guay D., Dodelet J.P. (1997), «Catalyseurs

résistant au CO pour l'oxydation de H₂ dans les piles à combustible à électrolyte polymère», 65 Congrès de l'ACFAS, Trois-Rivières.

Dodelet J.P., Faubert G., Côté R., Fournier J., Tilquin J.Y., Guay D. (1997), «Catalyseurs pour piles à combustible à électrolyte polymère», 65 Congrès de l'ACFAS, Trois-Rivières.

Faubert G., Côté R., Guay D., Dodelet J.P. (1997), «Stable Fe-based catalysts for oxygen reduction in polymer electrolyte fuel cells», 191st Meeting of the Electrochemical Society, Montreal.

Fuchs V., Cairns R.A., Demers Y., Goniche M., Jacquet P., Mailloux J. (1997), «Lower hybrid power dissipation by tokamak plasma edge electrons», 12th AIP Conference on Radio Frequency Power in Plasmas, Savannah.

Goniche M., Guilhem D., Bibe T, Froissard P., Litaudon X., Rey G., Surie F., Mailloux J., Demers Y., Fuchs V., Jacquet P., Harris J.H., Hogan J.T (1997), rapport interne C.E.N. Cadarache, EUR-CEA-FC-1598.

Jacques C., Lafrance G., (1997), «Les fonctions Logit et Nested logit en prévision d'énergie», Congrès de l'ACFAS, Trois-Rivières.

Jacquet P., Demers Y., Chaudron G.A., Glaude V., Côté A., Dubé A., Mireault R., Robert A., Vachon L. (1997), «Microwave probe diagnostic for the lower hybrid multijunction antenna on TdeV», Review of Scientific Instruments, No. 68 (2).

Jacquet P., Demers Y., Glaude V., Côté A., Côté C., Tremblay M. (1997), «Measurement of the field pattern at the grill mouth of the multijunction antenna on TdeV», 12th AIP Conference on Radio Frequency Power in Plasmas, Savannah.

Jin J.M., Parbhakar K.J., Dao L.H. (1997), «Thermally induced phase

separation of a liquid crystal in a polymer under microgravity environment», Spacebound 97, Montreal, May.

Lafrance D., Sarkissian A. (1997), «Spectroscopic characterization of an ECR processing plasma», 24th IEEE Int. Conf. On Plasma Science, San Diego, CA, May 19-22.

Lafrance G. (1997), «Energy use modelling: methods and database in Canada», INRS-Énergie et Matériaux, Présentation à une Délégation Chinoise, projet financé par l'AGDI, 7 mars.

Lafrance G. (1997), «Politique énergétique et déréglementation: piste de modélisation de l'équilibre offre-demande», Colloque sur la gestion de barrage, Université Laval, Faculté des sciences de l'administration, 28 février.

Lafrance G., Jacques C., Genois J. (1997), «Présentation des différents modèles de prévision», Hydro-Québec, Unité prévision de la demande, mai.

Lalande G., Denis M.C, Guay D., Dodelet J.P., Schulz R. (1997), «High energy ball milling (HEBM) technique for polymer electrolyte fuel cell applications», Fourth International Symposium on Electrochemical/Chemical Reactivity of Amorphous and Nanocrystalline Alloys, Dresden, Germany, 8-10 octobre.

Lalande G., M.C. Denis, J. Huot, D. Guay, J.P. Dodelet, R. Schulz (1997), «Utilization of the ball-milling technique in the synthesis of CO tolerant electrocatalysts for the oxidation in solid polymer fuel cells», New Materials for Fuel Cell and Modern Battery Systems, 2nd International Symposium, Montreal.

Lalande G., R. Côté, D. Guay, J.P. Dodelet (1997), «Chromium-based electrocatalysts for oxygen reduction in solid polymer fuel cells», New Materials for Fuel Cell and Modern Battery Systems, 2nd International Symposium,

Montreal.

Marchand R., Simard M., et al. (1997), «Finite element modelling of plasma and impurity transport in the TdeV divertor», 24th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics.

Marchand R., Simard M. (1997), «Finite element modelling of TdeV edge and divertor plasma», Plasma Edge Theory, Oxford U.K.

Nguyen M.T., Dao L.H. (1997), «Etude de la corrélation structure et propriétés des aérogels de Mélamine-Formaldehyde», 65e Congrès de l'ACFAS, UQTR.

Nguyen M.T., Dao M.H. (1997), «Effects of precursor concentration and solution pH on the formation of melamine-formaldehyde aerogels», 5th International Symposium on Aerogels, Montpellier, France

Parbhakar K.J., Dao L.H., Jin J.M., Sun Y. (1997), «Relaxation of NLO Dyes in Polymer under Microgravity Environmen», Spacebound 97, Montreal, May.

Quirion G., Côté C., Daneault C. (1997), «Extraction of water based inks with oil during flottation deinking», Congrès de l'Association Canadienne des Pâtes et Papiers, Montréal, Janvier.

Quirion F., L'Homme P. (1997), «The effect of wetting on the propagation of waves in reduced gravity», Spacebound 97, Montréal, mai.

Sarkissian A.H., Charette E. (1997), «Study of the high energy diagnostic neutral beam characteristics of TdeV on its test stand», 24th IEEE Int. Conf. On Plasma Science, San Diego, CA, May 19-22.

Schulz R., G. Lalande, J. Huot, S. Boily, M.C. Denis, S. Bouaricha, D. Guay, J.P. Dodelet (1997), «Porous nanocrystalline

alloys prepared by high energy ball milling», ISMANAM 97, Barcelone, 31 août - 5 septembre.

Tessier D., Dao L.H., Paynter R., Zhang Z., Guidon R. (1997), «Traitement de surface de polymères synthétiques pour des applications médicales», 65e Congrès de l'ACFAS, UQTR, mai.

Wang H., R. Côté, D. Guay, J.P. Dodelet (1997), «Carbon modification for preparing Fe-based oxygen reduction catalysts used in polymer electrolyte fuel cells», Winter Symposium; Canadian Section of the Electrochemical Society, Kingston.

Wang Z.Y., Ye S., Vijn A.K., Delmas G., Dao L.H. (1997), «Preparation and Characterization of an Electrocatalyst based on a carbonized Polyacrylonitrile Foam», 191st Meeting of the Electrochemical Society, Montreal, May

Ye S., Vijn A.K., Dao L.H. (1997), «Carbonized Aerogels for Fuel Cell Electrocatalysts», 5th International Symposium on Aerogels, Montpellier, France.

Ye S., Vijn A.K., Dao L.H. (1997), «Aerogel as a Novel Support for Fuel Cell Electrocatalysts», 191st Meeting of the Electrochemical Society, Montreal, May.

Annexe IV
Séminaires au Centre

Séminaires

Monsieur Michel Duguay
Université Laval
« Composantes et systèmes opto-
électroniques »
3 octobre 1996

Monsieur S.K. Koh
Institut Coréen en sciences et technologie de
Séoul
« Modification of polymer surfaces by means
of ion beam implantation »
3 octobre 1996

Monsieur M. Sabsabi
Institut des matériaux industriels
« Applications industrielles des plasmas
induits par laser »
18 octobre 1996

Monsieur Denis Goyette et
Monsieur Georges Riquier
Centre d'entreprises technologiques
Montérégien Inc.
« Comment démarrer une entreprise »
25 octobre 1996

Monsieur Allan Martel
Systèmes intelligents de fabrication (SIF)
« Participation aux projets SIF »
11 novembre 1996

Dr. Lee Leang Chin
Université Laval
Center for Optics, Photonics and Laser
« Interaction-laser ultra-rapide et intense
avec les atomes et les molécules »
28 novembre 1996

Dr. S.K. Koh
Institut Coréen en sciences et technologie de
Séoul

« Traitement des polymères par faisceau
d'ions »
9 décembre 1996

Monsieur Barry MacDougall
CNRC - Institut de technologie des procédés
chimiques et de l'environnement
« Oxide films on metals and alloys - why it is
important to understand them »
22 janvier 1997

Monsieur Serge Gauvin
France Télécom
Centre national d'études des
télécommunications, France
« L'importance des fluctuations du vide pour
le bon fonctionnement des baladeurs laser et
autres dispositifs opto-électroniques à venir »
31 janvier 1997

Monsieur Fernand Rheault
Directeur, Technologie d'optique spatiale
Agence spatiale canadienne
« Développements technologiques en optique
à l'Agence spatiale canadienne »
7 février 1997

Monsieur Jean-Claude Kieffer
Programme Plasmas-matériaux
INRS-Énergie et Matériaux
« Le 8 juin 2002, au petit matin, les
perspectives de quelques axes de recherche
en interaction laser-matière pour 2002 »
14 février 1997

Monsieur Serge Roy
Chef utilisation de l'énergie
U.P. Distribution et Service
« Les véhicules électriques sur les routes du
Québec: Passer du rêve à la réalité »
21 février 1997

Monsieur Dennis Dong
Directeur de la recherche
Huron Technologies Inc.
« Challenges for materials scientists in the
electrochemical industry »
26 février 1997

Monsieur Julien Fuchs
Etudiant au doctorat - Programme Plasmas-
Matériaux
« Physique de l'allumeur rapide, résultats
expérimentaux »
28 février 1997

Mme Anne Bondiou-Clergerie
ONERA - France
« Les décharges longues à haute pression »
22 avril 1997

Mme Anne Bondiou-Clergerie
ONERA - France
« Programme ONERA d'étude des décharges
orageuses »
23 avril 1997

Annexe V
Comités internes

Comité de programme

François Martin, président
Lê H. Dao
Richard Marchand
Guy Ross
Daniel Bourgoïn
Annick Poirier
Jacques Goyette (représentant de l'UQTR)
Aline Oleksy

Comité de coordination

Mohamed Chaker
Daniel Guay
Brian C. Gregory
Pierre Lavigne
François Martin

Comité de finances

Claude Boucher
Robert Dalpé
Gaétan Lafrance
Pierre Lavigne
Gérald Perron

Comité de sécurité

Robert Dalpé
Pierre-Paul Mercier
Sylvain Gingras
Léonard Pelletier
Gérald Perron
François Poitras
Guy Ross
Sylvain Gingras
Georges Veilleux

CRIEM - Club de récréation de l'INRS-Énergie et Matériaux

Pierre-Paul Mercier, président
Louise Hudon, trésorière
Diane Pinsonneault, secrétaires

83 membres actifs



INRS - SDIS



X0022857 7