



RAPPORT D'ACTIVITÉS

2003-2004

Février 2005

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION ET PRÉSENTATION.....	1
BILAN GÉNÉRAL.....	2
PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE DES PARTENAIRES	3
QUELQUES FAITS SAILLANTS EN 2003 – 2004	7
Évènements.....	7
Grandes infrastructures.....	9
Recherche et développement.....	10
LISTE DES PROJETS EN COURS	19
COLLABORATIONS	22
Collaborations intra-réseau.....	22
Collaborations avec d'autres universités et instituts	23
Collaborations industrielles	24
PERSPECTIVES D'AVENIR.....	25
ANNEXE I - Formation : étudiants, stagiaires, et diplômés.....	26
ANNEXE II - Brevets et publications.....	35
ANNEXE III - Subventions et contrats en cours.....	54

PLASMA-QUÉBEC

RAPPORT D'ACTIVITÉS

2003-2004

INTRODUCTION et PRÉSENTATION

Plasma-Québec constitue un "réseau stratégique" en science et applications avancées des plasmas soutenu par le *Fonds québécois de recherche sur la Nature et les technologies (FQRNT)* du Ministère de l'éducation du Québec (MEQ). Ce réseau a été créé en 2002 mais il se base sur une expertise québécoise remontant aux années 1960. Déjà, avant la création de ce réseau, le Québec regroupait la plus grosse part des chercheurs et des ressources dans ce domaine au Canada. Le réseau vise à renforcer et à exploiter ces forces par des moyens tels que la communication, les échanges et le partage des infrastructures.

Le réseau est centré sur quatre universités (auxquelles l'essentiel du financement est destiné) mais il comprend aussi huit partenaires gouvernementaux ou industriels. Les universités sont l'Institut national de la recherche scientifique de l'Université du Québec (centre INRS-Énergie, matériaux et télécommunications), l'Université de Montréal (département de physique), l'Université de Sherbrooke (département de génie chimique) et l'Université McGill (génie chimique également). Leurs sont associés l'Institut des matériaux industriels du Conseil national de recherche du Canada, Hydro-Québec à travers son institut de recherche, le Centre des technologies textiles, Contrôle Analytique Inc., PlasmIonique Inc., Pyrogenesis Inc., MPB Communications Inc. et Tekna Inc.

Pour expliciter les objectifs de Plasma-Québec il suffit de simplement citer les objectifs que nous nous sommes engagés à poursuivre lors de la demande de subvention :

- DÉVELOPPER LES APPLICATIONS DES PLASMAS EN FAVORISANT LES COLLABORATIONS MULTIDISCIPLINAIRES;
- MAINTENIR UN MILIEU STIMULANT DE FORMATION DE PERSONNEL QUALIFIÉ DANS TOUTE LA GAMME DES CONNAISSANCES ET DES APPLICATIONS LIÉES AUX PLASMAS;
- AGIR COMME GUICHET UNIQUE DE SAVOIR-FAIRE AFIN D'ACCROÎTRE ET DE GÉNÉRALISER LA COLLABORATION UNIVERSITÉ-INDUSTRIE, ET AINSI CONTRIBUER À L'ESSOR ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC;
- FAVORISER LE MAILLAGE ENTRE SCIENCE, INGÉNIERIE, INDUSTRIE ET FORMATION.

Dans ce but, Plasma-Québec soutient financièrement les infrastructures matérielles et humaines des divers laboratoires universitaires en vue de leur mise en commun, de même que les échanges et, en général, le rayonnement national et international du regroupement. Plasma-Québec ne finance pas directement de projets de recherche particuliers. Ce rapport couvre l'ensemble des activités des chercheurs, qui ont toutes profité d'une façon ou d'une autre de ces fonds.

Le regroupement est dirigé par un Comité de direction formé d'un représentant de chaque université, soit Bernard Terreault de l'INRS qui le préside, François Gitzhofer de l'Université de Sherbrooke, Jean-Luc Meunier de l'Université McGill et Michel Moisan de l'Université de Montréal. Le mode de gestion est "léger" : en plus de rares réunions formelles, la plupart des questions sont réglées par courriel ou par téléphone. Le responsable administratif auprès du FQRNT est B. Terreault, qui assume donc la gestion courante.

Le regroupement fait aussi appel aux avis et à l'expertise de son Comité avisier. Celui-ci compte des représentants des quatre universités, de quatre autres partenaires représentant le milieu gouvernemental et économique et de trois chercheurs étrangers de grande réputation. C'est dans le cadre d'une réunion formelle de ce Comité que le présent rapport est présenté. La dernière réunion du Comité ayant eu lieu au printemps 2003, ce rapport couvre la période d'avril 2003 à décembre 2004.

BILAN GÉNÉRAL

Les années 2003 et 2004 ont été des années de consolidation et d'épanouissement du regroupement. Du point de vue de la visibilité internationale, nous avons terminé et ouvert au public le site web français/anglais. Nous avons aussi tenu deux années de suite un colloque "Science et ingénierie des plasmas" dans le cadre des Congrès de l'ACFAS à Rimouski et Montréal. Nous y avons chaque fois invité une dizaine de conférenciers réputés de plusieurs pays. Les séminaires et séjours plus ou moins prolongés de chercheurs étrangers, ou les invitations à nos chercheurs, se sont comptés par dizaines.

Nombre de collaborations ont été continuées ou entreprises. Le bilan scientifique est impressionnant. En effet, non seulement le nombre de brevets et de publications est-il en hausse, mais surtout plusieurs percées importantes ont été rapportées. Nous n'insistons pas ici, cela sera rapporté en détail plus loin.

Que ce soit l'effet d'une meilleure publicité ou de notre réputation scientifique, le nombre d'étudiants (+70%) et de stagiaires post-doctoraux (+60%) est en très forte hausse. Nos récents docteurs ont aussi connu un succès remarquable dans l'obtention de bourses dans des concours nationaux et internationaux ou l'attribution de prix d'excellence. Ces faits sont des plus encourageants dans le contexte actuel de compétition entre les universités et quand tous les pays industrialisés constatent une désaffection pour les études en science.

En termes de financement, la subvention du FQRNT a été diminuée à partir de 2004 pour cause de coupures budgétaires. Nous avons fait le choix de conserver la même enveloppe que précédemment pour le soutien aux infrastructures (fonctionnement des laboratoires), et de ne diminuer que celles destinées à l'administration et à la représentation, etc.. Par contre, les autres sources de financement sont en hausse.

Cette mauvaise nouvelle a été facilement éclipsée par une très bonne : nous avons obtenu collectivement une subvention conjointe de la FCI¹ et du MEQ d'une dizaine de millions de dollars pour équiper nos laboratoires de plasma. Cela aurait été impossible sans la complicité qui s'est établie entre nos institutions suite au regroupement. Cette infrastructure est complémentaire aux autres récentes acquisitions (laboratoire de micro et nanofabrication et *ALLS*), qui sont en phase finale d'installation.

A l'été 2003 nous avons remis à leur demande au FQRNT un premier rapport de progrès. A la fin d'août 2003 nous avons été visités par deux représentants du FQRNT. Cette visite ne se voulait pas une évaluation formelle mais une "d'accompagnement". Suite à ceci on a nous fait parvenir une série de commentaires et de recommandations en décembre 2003.

¹ Fondation canadienne pour l'innovation.

PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE DES GROUPES DE RECHERCHE

INRS – Groupe de recherche sur les plasmas créés par laser

Ce groupe utilise les lasers à impulsions brèves (10^{-8} – 10^{-16} s), soit pour synthétiser ou analyser des matériaux, soit pour développer de nouvelles méthodes d'imagerie. Dans le premier volet, on utilise des lasers intenses pour créer des plasmas qui deviennent sources de matière pour le dépôt de couches minces ou la formation de nanomatériaux. Le plasma créé par laser peut également servir de source de photons pour analyser la composition des matériaux avec une très haute sensibilité. Dans le deuxième volet, on utilise la gamme de longueurs d'onde allant des ultrasons (GHz) pour la caractérisation des matériaux aux rayons-x durs (dizaines de keV) pour la radiographie appliquée au cancer du sein et à la microtomographie animale. Le programme repose sur une synergie entre expériences et simulations numériques qui permet de guider le développement de nouveaux outils et ainsi préparer les transferts de technologie. En plus des lasers nanosecondes, le programme bénéficie(ra) de deux lasers femtoseconde. Le premier, le plus puissant au Canada, est le Ti:Saphir 10TW qui délivre une énergie de 600 mJ en 60 fs à un taux de répétition de 10 Hz et qui est utilisé par divers groupes pour les recherches multidisciplinaires en interaction laser-matière. La deuxième infrastructure, en cours d'élaboration et complètement opérationnelle en 2005, sera une installation internationale nommée Advanced Laser Light Source (ALLS), un "arc-en-ciel" femtoseconde et cohérent permettant d'explorer de nouveaux concepts d'imagerie dynamique et de manipuler la matière sur l'échelle de temps des réactions chimiques. Elle permettra la mise en place de sources de lumière ayant des durées de 100 attoseconde. Les applications envisagées auront un impact fondamental en chimie, en biologie structurale et en bio-photonique.

Les chercheurs

Mohamed Chaker. – Analyse par spectroscopie laser-plasma.

My Ali El Khakani. – Synthèse de matériaux nanostructurés par ablation laser.

Tudor W. Johnston. – Théorie et simulation : champs forts et effets relativistes.

Jean-Claude Kieffer. – Utilisation des sources de lumière ultra-brèves pour les applications biomédicales et pour l'imagerie dynamique.

François Martin. – Utilisation de lasers femtoseconde pour la caractérisation de matériaux et pour la détection de polluants atmosphériques.

Jean-Pierre Matte. – Simulation numérique des plasmas avec des codes cinétiques.

Tsuneyuki Ozaki. – Sources de de rayons x cohérents et leur interaction avec la matière.

François Vidal. – Simulation numérique en physique des plasmas et en matière condensée.

INRS – Groupe de recherche sur les procédés plasma

Ce groupe mène des études fondamentales sur les plasmas froids d'intérêt industriel et développe des procédés utilisant ces plasmas dans des applications diversifiées. Ces dernières comprennent les matériaux pour la microélectronique et la photonique (diélectriques, ferroélectriques, optoélectroniques, oxydes semiconducteurs, silicium sur isolant, silicium photoluminescent), le traitement de surface (tribologie, hydrophobie/philie, fonctionalisation), les microcapteurs, la nanotechnologie (nanocristaux, nanotubes et dispositifs, nanolithographie et clivage ionique), et enfin les prothèses vasculaires. Les procédés étudiés et utilisés sont le dépôt chimique en phase vapeur assistée par plasma haute fréquence, le dépôt par pulvérisation cathodique, et l'implantation d'ions par

faisceau d'ions ou par immersion dans un plasma ECR. Ayant obtenu, par le biais de la FCI et du MEQ d'une part, et du VRQ et du MRST ² d'autre part, d'importantes infrastructures dont : un faisceau d'électrons pour la lithographie, une salle blanche de classe 100 avec installations de micro/nanofabrication (gravure, dépôt, implantation ionique, etc.), et des instruments de caractérisation avancés, nous envisageons principalement des développements en nanotechnologie et en électronique et photonique dans les années à venir – une orientation qui est par ailleurs favorisée par la récente fusion des centres *Énergie et Matériaux* et *Télécommunications* de l'INRS.

Les chercheurs

Mohamed Chaker. – Gravure par plasma, matériaux et dispositifs microélectroniques et photoniques, capteurs.

My Ali El Khakani. – Dépôt et traitement de surface par plasma, matériaux microélectroniques et photoniques, capteurs, nanotubes.

Royston W. Paynter. – Traitement et analyse de surface, applications biomédicales.

Guy G. Ross. – Implantation et analyse par faisceau d'ions, hydrophobie/philie, matériaux et dispositifs microélectroniques et photoniques.

Barry L. Stansfield. – Sources de plasma, nanotubes, implantation par immersion, prothèses vasculaires.

Bernard Terreault. – Implantation d'ions par immersion et par faisceau, tribologie, matériaux microélectroniques, nanotechnologie.

Université de Montréal – Groupe de physique des plasmas

Ce groupe mène des activités de recherche visant la conception, la modélisation et les applications de nouveaux types de plasma entretenus par des champs électromagnétiques (EM) de haute fréquences (rf, micro-ondes, laser). Il s'agit, dans un premier temps, de mettre au point et de modéliser des applicateurs de champ EM qui transfèrent de façon efficace l'énergie EM à la décharge ainsi entretenue. Ces sources de plasma sont généralement conçues en vue d'applications comme, par exemple, la stérilisation par plasma d'objets médicaux, le dépôt et la gravure nanométrique de matériaux de pointe (utilisés par exemple pour les dispositifs photoniques et de télécommunications à haute fréquence), l'analyse chimique par spectroscopie optique induite par laser, la destruction des effluents à effet de serre des usines de la micro-électronique. Pour mener à bien ces différents travaux, le groupe dispose d'une infrastructure composée, entre autres, de nombreux systèmes HF (rf et micro-ondes) et d'outils de spectroscopie optique performants. Ces activités expérimentales sont en général complétées par le développement de modèles de plasma basés sur des équations fluides ou cinétiques. Ces modèles sont non seulement indispensables à l'interprétation des résultats expérimentaux, mais permettent d'optimiser les sources utilisées pour une application donnée.

Les chercheurs

Jean Barbeau (micro-biologiste). – Mécanismes d'inactivation, par plasma, des micro-organismes classiques et d'agents infectieux non conventionnels (prions).

Joëlle Margot. – Diagnostics des plasmas (spectroscopie optique, spectrométrie de masse, propagation d'onde), notamment de ceux produits par laser (donc en impulsion), modélisation de ces plasmas, gravure par plasma de matériaux de la microélectronique.

² VRQ : Valorisation Recherche Québec; MRST : Ministère de la recherche, de la science et de la technologie, maintenant intégré au Ministère du développement économique.

Michel Moisan. – Conception et modélisation d'applicateurs de champs EM, plasmas micro-ondes à la pression atmosphérique, stérilisation par plasma, destruction de gaz à effet de serre, dépôt de couches minces de diamant.

Université McGill – Centre de recherche en technologie des plasmas (CRTP)

Le groupe de McGill a par le passé axé ses projets de recherche sur l'ingénierie des réacteurs à plasma, plus particulièrement au niveau des plasmas thermiques par torche à induction ou à courant continu. Cet axe de recherche reste très important, et à cela s'est ajouté au cours de la dernière année de nouvelles orientations vers les plasmas hors équilibre ainsi que l'analyse chimique par plasma inductif. Nos travaux impliquent des aspects fondamentaux et de modélisation au niveau de la nucléation de nanoparticules, des interactions plasma-surface, de la dynamique des fluides et des transferts thermiques dans les réacteurs à plasma, ainsi que la chimie des réacteurs. Les travaux expérimentaux durant l'année 2002-03 ont été axés sur la synthèse de nanoparticules par réacteur à arc transféré et par plasma inductif pour des applications au niveau des piles à combustible à électrolyte solide et en micro-électronique, la synthèse de fullerènes et de nanotubes de carbone (NTC) par torche DC, le dépôt de films de diamants par plasma inductif et de diamant amorphe par pulvérisation cathodique, le traitement des résidus de batteries au lithium et d'électrolytes de l'industrie aéronautique, l'interaction arc électrique-surface, et le démarrage des projets de plasma rf liés à la stérilisation par décharge coronale et par torche à plasma atmosphérique de faible puissance, et finalement la synthèse de nanocomposites fullerènes-polymères par plasma à couplage capacitif.

Les Chercheurs

Dimitrios Berk. – Génie des réacteurs chimiques, synthèse de particules ultra-fines, fullerènes et nanotubes de carbone.

Sylvain Coulombe. – Enrobage de nanoparticules, nanocomposites, stérilisation et oxidation de liquides, plasmas rf, modélisation, interaction plasma-surface, phénomènes d'échange.

Jean-Luc Meunier. - Fullerènes et nanotubes de carbone, sources de plasma dc, dépôts par plasmas inductifs et de pulvérisation cathodique, interactions arc-électrode.

Richard J. Munz. – Génie des réacteurs à plasmas thermiques, synthèse de nanoparticules et nanocomposites, destruction de déchets, interactions arc-électrode.

Eric Salin. – Développement de procédés d'analyse chimique par plasma, destruction de déchets toxiques.

Université de Sherbrooke - Centre de recherche en technologie des plasmas (CRTP)

Thématiques :

Modélisation mathématique et diagnostique des plasmas thermiques. Etudes d'interaction plasma-surface et plasma-particules.

Synthèse et dépôt des poudres nanométriques. Dépôt des couches et pièces épaisses de structure nanométrique par plasma thermique en écoulement supersonique.

Développement de matériaux pour les piles à combustible à oxyde solide (SOFC) de nouvelle génération.

Chimie inorganique combinatoire appliquée à la synthèse de nouveaux matériaux.

Synthèse de nouveaux catalyseurs basés sur les nanomatériaux produits par plasma.

Développement de nouveaux procédés plasmas pour le traitement ou la synthèse de matériaux, qu'ils soient nano ou micro.

Application des nanostructures et de nouvelles compositions de dépôts pour améliorer les performances des turbines d'avion et les moteurs diesels.

Propriétés électrocatalytiques et électrochimiques d'électrodes à haute température.

Applications biomédicales des plasmas et de l'électrochimie (stérilisation, synthèse de bio-matériaux utilisés sur les prothèses osseuses, procédés de bio-rémédiation, accélération de la croissance osseuse).

Technologies des plasmas thermiques (génie chimique, des procédés et des matériaux).

Électrochimie et électrocatalyse (chimie et chimie des surfaces).

Science de la modélisation moléculaire des propriétés des matériaux (génie chimique, métallurgique et des matériaux).

Les chercheurs

Maher Boulos. - Mécanique des fluides, transfert de chaleur, dynamique des particules, synthèse chimique, traitement de surface.

François Gitzhofer. - Projection plasma, traitement de surface, barrières thermiques, synthèse de céramiques, poudres ultrafines, caractérisation des matériaux.

Denis V. Gravelle. - Tuyères pour la génération de plasma supersonique; phénomènes hors équilibre dans les plasmas thermiques.

Jerzy Jurewicz. - Électrotechnologies, synthèse chimique, réacteurs à plasma, matériaux avancés, déposition réactive.

Pierre Proulx. - Modélisation, réacteurs, aérosols, rayonnement.

QUELQUES FAITS SAILLANTS EN 2003 – 2004

ÉVÈNEMENTS

Colloques importants

- Nous avons tenu à Rimouski en mai 2003 et à Montréal en mai 2004 des colloques de deux jours intitulés *Science et Ingénierie des plasmas* dans le cadre des congrès de l'ACFAS. Chaque fois, ils comprenaient une quarantaine de présentations dont une dizaine par invitation, incluant des conférenciers étrangers reconnus.
- Nous avons parrainé avec nos collègues du *Réseau Matériaux Québec* l'important atelier de deux jours *pre-APS Workshop on Nanoscience and Nanostructured Materials* en mars 2004, à l'occasion du Congrès de l'*American Physical Society* à Montréal, et ainsi profité de la présence de nombreux chercheurs reconnus internationalement.
- Présence importante des chercheurs de Plasma-Québec aux colloques *Nanofabrication et nanodispositifs en électronique et photonique* dans le cadre des *17^e Entretiens Jacques Cartier* à Montréal, au Colloque de *NanoQuébec* sur les Nanosciences et nanotechnologies (Montréal), et aux *Joint Quebec – New York Workshops on Nanoscience and Nanotechnology* (Sherbrooke, 2003 et Albany, NY, 2004).
- Participation aux congrès internationaux spécialement dédiés aux plasmas :
 - 14th Int. Colloquium on Plasmas Processes (CIP-2003), juin 2003, Juan-Les-Pins, France.
 - 16th Int. Symp. on Plasma Chemistry, juin 2003, Taormina, Italie.
 - 7th Int. Workshop on Plasma Based Ion Implantation, sept. 2003, Austin, Texas, USA (par invitation).
 - Thermal Spray Conference, mai 2004, Osaka, Japon.
- Atelier international des utilisateurs de l'infrastructure *ALLS* (Laurentides, février 2005).

Activités d'information

Le site web bilingue est ouvert au public (www.plasmaquebec.ca).

Nouveaux chercheurs

Nous avons accueilli à l'INRS deux nouveaux chercheurs en plasmas, ce qui témoigne de la confiance de l'institution en la vitalité et l'avenir de cette discipline. Le professeur Tsuneyuki Ozaki est spécialiste des plasmas créés par laser et jouera un grand rôle dans le développement de la recherche au laboratoire ALLS. Le professeur François Vidal pour sa part est un théoricien qui œuvre dans la simulation numérique de tous les types de plasmas et même de phénomènes autres, par exemple en matière condensée.

Honneurs et prix

- Le Prof. Richard Munz de McGill a été nommé à la Canadian Academy of Engineering qui compte environ 250 membres dans toutes les sphères du génie.
- Notre partenaire la firme Plasmionique offrira un prix de la meilleure communication étudiante au Congrès de l'Association canadienne des physiciens à Vancouver en juin 2005.
- Maher Boulos admis au Hall of Fame du TSS. Maher Boulos, s'est vu décerner la plus haute distinction de la Thermal Spray Society (TSS) de la ASM International lors de l'événement International Thermal Spray Conference qui a eu lieu à Orlando en Floride, du 5 au 8 mai 2003. En admettant Maher Boulos au Hall of Fame, la TSS reconnaît sa contribution exceptionnelle dans le domaine de la projection thermique par plasma.
- Maher Boulos remporte le prix INNOVATEUR de l'ADRIQ. Maher Boulos a été honoré par l'[ADRIQ](#) (Association des Directeurs de Recherche Industrielle du Québec) lors du Gala des Prix Technologie 2003 tenu le jeudi 20 novembre à la Gare Windsor de Montréal.
- Professeur Boulos s'est vu décerné le tout nouveau prix INNOVATEUR pour son implication directe au développement d'une jeune entreprise innovante issue du résultat de ses recherches menés à l'Université Sherbrooke.
- Maher Boulos a été honoré par l'Association francophone pour le savoir (ACFAS) lors du Gala de la science, qui s'est tenu le 25 septembre 2003 au Centre des sciences de Montréal. Professeur au Département de génie chimique, il a reçu le prix J.-Armand-Bombardier pour la grande qualité et le caractère innovateur de ses travaux de recherche sur les plasmas.
- En juin 2004, le Professeur Maher Boulos devient membre de l'Académie canadienne de génie.
- Le professeur Maher Boulos a reçu la distinction de Bâtitseur de la Faculté de génie de l'Université de Sherbrooke en 2004.
- Le professeur François Gitzhofer a reçu la distinction de Bâtitseur de la Faculté de génie de l'Université de Sherbrooke en 2004.

Étudiants :

- Richard Dolbec, prix de l'ACFAS pour la vulgarisation,
- Daniel Brassard, Bourse d'excellence du Canada et le Prix Desjardins d'excellence au doctorat 2004.
- Nadège Branland : prix 2003 des meilleures thèses sur les applications énergétiques de l'électricité attribuée par le Club Electrotechnologie Enseignement de l'Université de Nantes
- Nadège Branland : 2003 prix des meilleures cotutelles de thèses France-Québec soutenues en 2002.

GRANDES INFRASTRUCTURES

Les années 2003 et 2004 ont été des années de grands travaux. Rappelons que la valeur des équipements accordés récemment aux partenaires par les programmes FCI/MEQ et VRQ/MRST dépasse les 50 M\$. Les éléments majeurs en sont les suivants.

• Laboratoire de micro et nanofabrication en électronique et photonique

Ce labo est centré sur un faisceau d'électrons à balayage rapide (25 MHz) pour la nanolithographie. Issu d'une source à émission de champ ultra-stable, le faisceau de 50 ou 100 keV aura une taille de ~4 nm, une aire de balayage de l'ordre du mm², et pourra traiter des galettes de 8" avec une résolution ultime de ~20 nm. Il existe moins d'une dizaine de systèmes équivalents en Amérique. Logé en salle blanche de classe 100, le laboratoire comprend aussi dépôt et gravure par plasma, implantation ionique à haut courant à 200 keV, et une panoplie d'équipements variés. La salle blanche est terminée et la plupart des équipements opérationnels ou en phase d'acceptation.

• Advanced Laser Light Source (ALLS)

Cette installation internationale qui sera unique au monde va permettre d'explorer de nouveaux concepts d'imagerie dynamique de la matière. Ce système sera un arc-en-ciel femtoseconde et cohérent permettant de manipuler la matière pour la première fois sur les échelles de temps des réactions chimiques. Ce système permettra aussi la mise en place de sources de lumière ayant des durées les plus courtes jamais produites (100 attosecondes). Les applications envisagées sont très nombreuses et l'impact sera fondamental en chimie, en biologie structurale et en bio-photonique. Cette infrastructure sera complètement opérationnelle en 2005.

• Laboratoire de synthèse combinatoire par plasma

En phase finale de montage à l'Université de Sherbrooke, le système totalement informatisé, avec enregistrement continu de tous les paramètres et données diagnostiques, comprend une chambre en inox de 13 m³ à atmosphère contrôlée et refroidie à l'eau, avec sas d'introduction d'échantillons (30 cm x 30 cm), trois torches à plasma inductif indépendantes et une torche DC, et des dispositifs d'injection de poudres, liquides, suspensions et solgels.

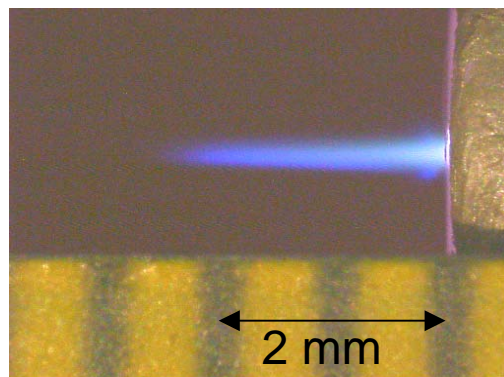
• Infrastructure en technologies plasma

Plus récemment, trois des quatre universités (INRS, UdeM, McG) ont obtenu de concert, de la FCI et du MEQ, une subvention de 10 M\$ pour l'équipement en technologies plasma. Ce fait constitue sans doute la retombée la plus tangible du regroupement. Cette infrastructure comprendra à la fois des sources de plasma de tous les types pour la fabrication ou la modification des matériaux, des outils diagnostiques, des appareils de caractérisation de matériaux et des logiciels de simulation numérique.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Mini-torche à plasma hors équilibre pour applications biomédicales

On a développé une torche à plasma hors équilibre opérant à pression atmosphérique et produisant un jet de 0,5 mm de diamètre sur 2-3 mm de longueur. Le plasma de la décharge électroluminescente uniforme est entretenu par couplage capacitif pulsé à 13.56 MHz avec moins de 0,5 W. L'utilisation d'une électrode centrale faite d'un capillaire métallique permet d'introduire des réactifs chimiques dans la zone de recombinaison du plasma où les métastables d'hélium agissent comme source d'excitation. On a montré que l'injection d'oxygène par le capillaire entraîne la formation d'oxygène atomique et d'ozone dans le jet de plasma en recombinaison. Des mesures par fluorescence laser des espèces réactives formées dans le jet sont en cours. En parallèle, on étudie les effets du jet de plasma He/O₂ sur la peau animale (souris) et sur le détachement de cellules. Sous peu, on étudiera la libération de molécules organiques légères de la surface en traitement avec l'aide de la technique CRDS « Cavity Ringdown Spectroscopy ». Les résultats obtenus à ce jour seront présentés par invitation par S. Coulombe au «International Symposium on Plasma Chemistry – ISPC-17» à l'été 2005.



Plasmas micro-ondes à la pression atmosphérique : rôle des ions moléculaires des gaz rares

Dans le domaine de densité électronique compris entre $10^{13}/\text{cm}^3$ et $3-4 \cdot 10^{14}/\text{cm}^3$, on sait expérimentalement que les décharges tubulaires, par exemple dans l'argon, sont contractées radialement (ne remplissent pas la totalité de la section du tube) alors qu'à des densités de $10^{15}/\text{cm}^3$ et plus, comme dans les décharges ICP, il n'y a pas contraction de la décharge. Pour expliquer cette différence entre l'état contracté et non contracté, mis par certains sur le compte d'une excitation HF différente entre plasma micro-ondes et plasma ICP (applicateurs de champ EM différents, fréquence de 13-40 MHz pour l'ICP comparativement aux 915-2450 MHz des décharges micro-ondes), nous avons montré, par un modèle fluide, le rôle prépondérant joué par les ions moléculaires de gaz rares dans la survenue de l'état contracté, ces ions moléculaires disparaissant au profit des ions atomiques dans le domaine des densités plus élevées du plasma ICP qui, par suite d'une température de gaz plus élevée, dissocie les ions moléculaires (M. Moisan et al., Physical Review E).

Harmoniques extrêmes générées dans le domaine X (<20 nm) par un plasma laser

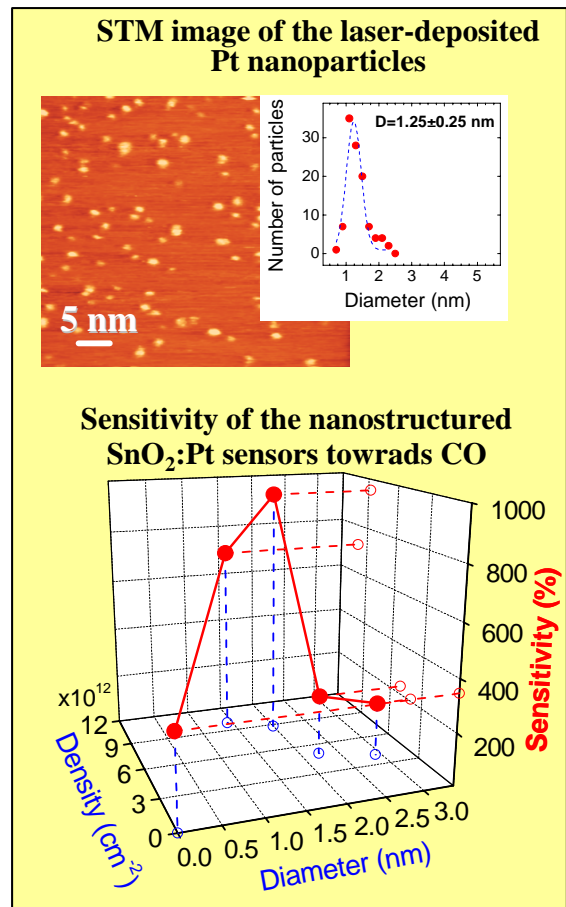
Les méthodes conventionnelles de production d'harmoniques élevées emploient un gaz comme cible, mais l'intensité des harmoniques n'est pas encore assez forte pour plusieurs applications. T. Ozaki et collègues ont employé l'ablation d'un solide comme cible : elles fournissent des densités supérieures et une efficacité de génération incomparable. Par exemple l'ablation de bore produite par une préimpulsion de basse intensité, a donné pour la première fois un large plateau d'harmoniques, jusqu'au 63^e ordre (12.6 nm)! Une autre méthode de génération harmonique a été trouvée par l'interaction entre une impulsion de laser ultrabrève et une surface plane. Cette méthode offre des possibilités intéressantes de génération harmonique aux énergies de pompe relativistes. La 2^e harmonique d'un laser Ti:saphire de 10 TW a ainsi donné une 23^e harmonique intense à 17.2 nm.

Étude de l'écart à l'équilibre thermodynamique et de l'expansion des plasmas produits par interaction laser-matière en environnement atmosphérique

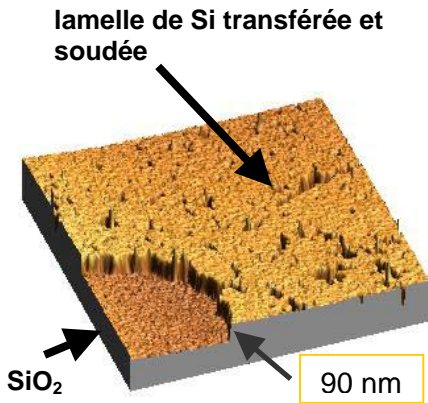
On a complété une étude d'un plasma d'aluminium produit par interaction laser-matière dans un régime de fluences compatibles avec les besoins identifiés dans le cadre des applications analytiques (Laser-Induced Plasma Spectroscopy). On a ainsi démontré que les états excités neutres du plasma sont en équilibre de Boltzmann quelles que soient les conditions laser (fluence, longueur d'onde, durée d'impulsion) et obéissent à l'équation de Saha. Ainsi, la température d'excitation déduite des diagrammes de Boltzmann des états neutres constitue un diagnostic fiable de la température des électrons. Par contre, on a mis en évidence que les ions n'obéissent pas à l'équilibre de Saha. Ceci a été expliqué comme résultant de la non-stationnarité du plasma dont la vitesse d'expansion est supersonique dans la première microseconde suivant l'interaction entre le laser et la surface. Il a également été montré que le plasma était relativement homogène durant la première microseconde. Ces travaux ont fait l'objet de plusieurs publications, dont deux articles à paraître en 2005 dans Applied Spectroscopy et dans IEEE Transactions on Plasma Science (M. Chaker et al.).

Les nanoparticules de Pt comme catalyseur efficace pour la détection sub-ppm du monoxyde de carbone par des senseurs nanostructrés de SnO₂

Dans le but de développer des senseurs de CO ultra-performants (sub-ppm avec une excellente sélectivité), nous avons mené des études systématiques sur l'optimisation des conditions de croissance, par plasma d'ablation laser, des films minces de SnO₂ nanostructrés, d'une part et sur la dynamique de croissance de nanoparticules de Pt, utilisées comme catalyseur, d'autre part. Ainsi, nous avons pu montrer l'existence d'une taille spécifique des nanoparticules de Pt pour une détection optimale du CO. Les fruits de ces études ont non seulement permis, pour la première fois, de franchir le seuil psychologique du ppm pour la détection du CO, mais également de contribuer à une meilleure compréhension fondamentale de la dynamique de croissance des nanoparticules métalliques par les plasmas d'ablation laser. Une partie de ces résultats a été rapportée dans des articles récents [M. A. El Khakani et al., Sensors and Actuators B93 (2003) 566 et Phys. Rev. B70 (2004) 201406].



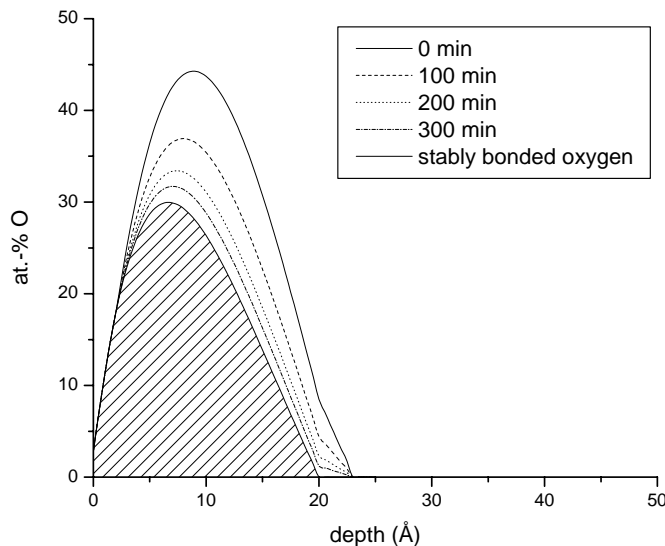
Intégration de matériaux hétérogènes à l'échelle nanométrique : Si sur SiO₂



Notre procédé repose sur l'implantation d'ions d'hydrogène de basse énergie dans le silicium, suivie de son soudage sur le SiO₂ et d'un traitement thermique. La micrographie à force atomique nous montre une lamelle de silicium de 90 nm qui a été transférée et intimement soudée à une galette de Si préalablement oxydée,

réalisant ainsi le "silicon-on-insulator" (SOI) le plus mince à ce jour. Le SOI ultramince constitue le substrat de choix pour l'électronique de haute performance. Dans le cadre de ce travail on a aussi découvert que l'utilisation de deutérium à la place de l'hydrogène donnait lieu à un effet isotopique géant. Cet effet allait à l'encontre des attentes basées sur la théorie du dommage d'irradiation et sur la chimie de l'hydrogène dans le Si. Une vaste collaboration internationale a été mise sur pied. En utilisant une panoplie de techniques expérimentales, plus la simulation cinétique Monte-Carlo sur réseau, on a montré que la clé du mystère se trouvait dans la cinétique de diffusion et de réaction des atomes de H ou D avec les défauts, qui aboutit à la stabilisation de certains types de défauts par passivation des liaisons pendantes. [B. Terreault *et al.*, Isotope effects in low-energy ion-induced splitting, Invited paper, Symposium on SOI, 207th Meeting of the ECS, mai 2005].

Effets d'un plasma d'hélium sur un polymère : identification et élimination d'un artefact de la spectroscopie des photoélectrons de haute résolution



Profils en profondeur de l'oxygène incorporé dans la surface d'un échantillon de polystyrène suite à son exposition à un plasma d'hélium pendant 30s. Le profil est modifié lors de la mesure ARXPS tel qu'indiqué par le temps d'exposition aux rayons-X utilisés pour l'analyse. Nous avons identifié la cinétique de cette dégradation et nous pouvons corriger les résultats ARXPS pour enlever son effet (R. Paynter).

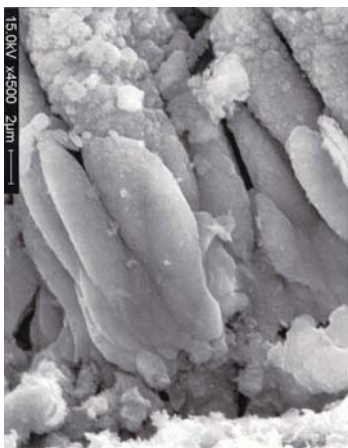
Vers une nouvelle génération d'électrodes pour systèmes à arc électrique

Un programme de recherche stratégique financé par le CRSNG s'attaque au problème de dégradation des contacts électriques pour les systèmes utilisant des arcs. Des exemples de tels appareils sont les disjoncteurs dans l'appareillage électrique et les torches à plasma utilisées dans les industries chimique et métallurgique et pour le traitement des matériaux. Trois avenues de recherche ont pour but le développement de matériaux d'électrodes permettant d'augmenter de façon importante l'émissivité électronique de la surface métallique et le transport thermique dans le contexte spécifique d'un arc électrique. Les différents matériaux produits sont par la suite mis à l'essai dans des chambres conçues pour l'étude de l'interaction plasma d'arc-surface. Les trois approches ont en commun l'utilisation de structures nanométriques, soit au niveau de la structure de grains du matériau, soit en nanocomposite avec un élément réfractaire ou avec des nanotubes de carbone. Une variété importante de méthodes de fabrication est utilisée : projection par plasma pour nanocomposite céramique-métal, nanotube de carbone (NTC)-métal et, pour le contrôle de la morphologie des grains métalliques, déposition CVD et PVD pour des composites NTC-métal, métallurgie de placage et d'électroplacage, implantation ionique (J.-L. Meunier, G. G. Ross).



Des colonnes de diamant qui poussent au pied d'un arc électrique

Des sources de plasma basées sur la déposition physique en phase vapeur (PVD) sont développés pour la déposition de carbone adamantin (forme amorphe du diamant). Ces sources sont basées sur le faisceau d'ions de carbone produit par l'érosion d'une électrode de graphite sous l'action d'un arc électrique à basse pression. Ce faisceau d'ions de carbone est projeté sur une surface pour former le revêtement. Une partie importante des travaux de recherche se concentre sur les phénomènes à l'interface arc électrique – surface de la source afin de mieux comprendre le processus d'érosion et les caractéristiques de l'émission. Une observation étonnante a récemment montré que les cratères d'érosions étaient eux-mêmes le site d'un revêtement. En effet, le canyon d'érosion formé par l'arc électrique est entièrement tapissé d'une couche ayant une épaisseur typique de l'ordre de 20 μm et montrant une structure colonnaire. La caractérisation de cette couche montre qu'elle est dominée par une structure cristalline du type diamant. Une telle structure dans un milieu dominé par une forte érosion du matériau peut indirectement nous permettre de comprendre les conditions et caractéristiques extrêmes du plasma au niveau de l'interface. Ces plasmas d'interaction cathodiques au pied des arcs électriques montrent en effet des densités de courants et des flux d'énergie qui rendent pratiquement impossible toute mesure locale (J.-L. Meunier).

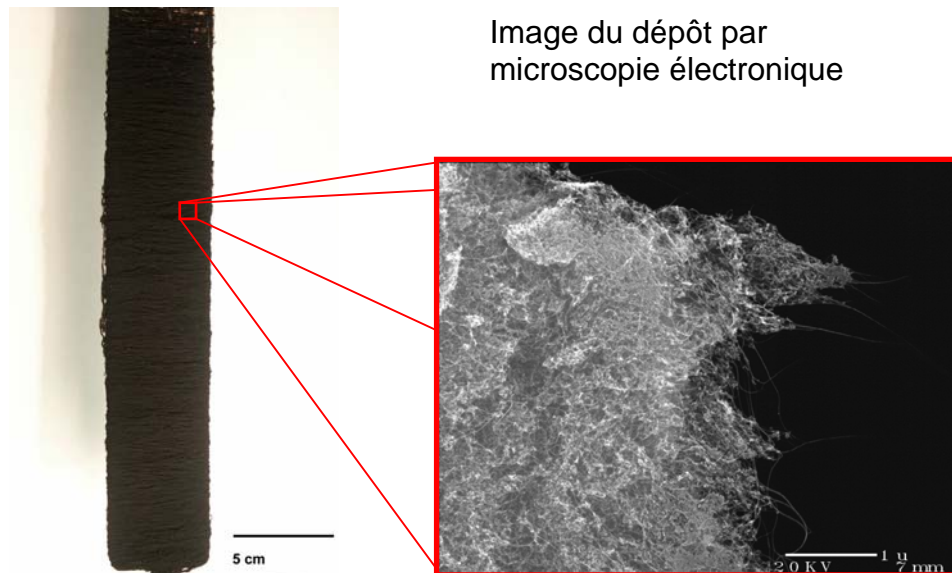


Revêtement couvrant les canyons d'érosion et ayant les signatures Raman du diamant

Production à bon compte de nanotubes de carbone mono-paroi par torche plasma

La production de nanotubes de carbone mono-paroi de bonne qualité en grande quantité à un prix abordable est la pierre angulaire de beaucoup des applications révolutionnaires envisagées pour ce nouveau matériau. Nous avons développé une nouvelle approche pour la production de C-SWNTs en continu par torche à plasma. Dernièrement, nous avons trouvé des paramètres permettant de produire des dépôts de très haute qualité; ces dépôts contiennent une grande fraction de nanotubes et peu de métal catalyseur. Nous avons aussi développé un piège électrostatique pour récupérer ce matériau très efficacement (B. Stansfield et al.).

Dépôt macroscopique

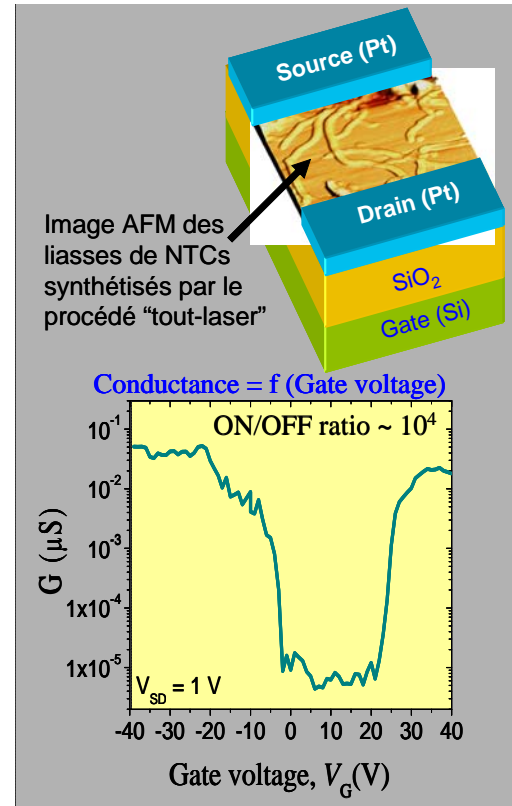


Implantation d'un prototype de stérilisateur à plasma chez Air Liquide

Les travaux entrepris depuis près de 5 ans par M. Moisan et al. sur la stérilisation par plasma à partir d'une post-décharge dans un mélange N_2-O_2 sont, depuis 2003, appuyés financièrement par la société Air Liquide (AL France) par l'entremise du programme RDC du CRSNG. Pour passer à l'étape de validation par les autorités gouvernementales d'un tel système, il a été décidé par AL d'implanter dans leur principal centre de recherche (banlieue de Paris) un prototype du futur stérilisateur devant traiter des dispositifs médicaux en milieu hospitalier. Ce stérilisateur a été réalisé par nos ateliers aux normes d'AL, mis à l'épreuve à Montréal avec la participation d'ingénieurs d'AL (microbiologie et procédés), puis transféré à Paris où la mise en route a été assurée par B. Saoudi, assistant dans notre équipe stérilisation par plasma. L'appareil est maintenant soumis à l'expertise des assistants du responsable de la certification des appareils de stérilisation auprès du Ministère de la Santé français.

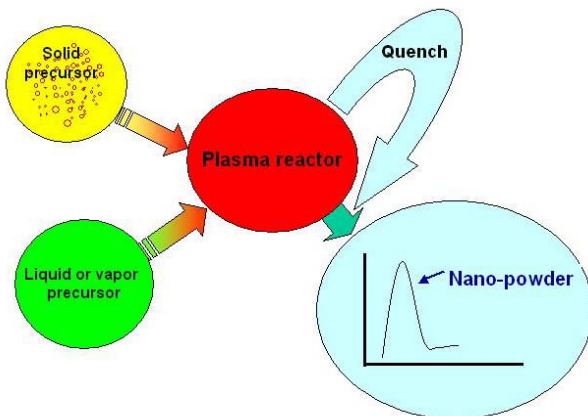
Des dispositifs électroniques à base de nanotubes de carbones grâce à une nouvelle approche de synthèse « tout-laser »

De par leurs propriétés exceptionnelles, les nanotubes de carbone monoparois constituent un matériau de choix pour construire les nouvelles générations de dispositifs nanoélectroniques. Depuis qu'il a été démontré il y a quelques années par des chercheurs d'IBM qu'un seul nanotube pris isolément se comporte comme un transistor, les chercheurs à travers le monde n'ont cessé de déployer leurs efforts pour développer des approches originales pour contourner les défis de la nano-manipulation et du nano-positionnement des tubes en vue de leur intégration en dispositifs électronique. Dans ce contexte, nous avons développé une approche originale qui utilise les procédés de microfabrication standards pour faire croître localement des réseaux aléatoirement connectés de nanotubes monoparois par notre nouveau procédé « tout-laser ». Ainsi, nous avons pu démontrer que les dispositifs ainsi réalisés se comportent comme transistors à effet de champ de type p ou ambipolaire, dépendant de la géométrie de croissance adoptée. Une partie de ces travaux a été récemment publiée dans la revue Nanotechnology (El Khakani et al., 15 (2004) S534).



Synthèse de poudres nanométriques par plasma inductif

L'objectif visé est le développement de nouveaux procédés pour la synthèse des poudres nanométriques de métaux et céramiques, et la maîtrise des paramètres qui contrôlent la composition chimique, la morphologie et la distribution granulométrique des poudres obtenues. Une attention spéciale sera donnée au développement des techniques de traitement de surface de ces poudres et le contrôle de leur réactivité. Le procédé illustré à la figure ci-dessous, consiste en deux principales étapes. L'une de vaporisation du précurseur solide ou liquide et son injection dans le réacteur à plasma. L'autre est la trempe rapide des produits de réaction et la collection des poudres nanométriques obtenues.

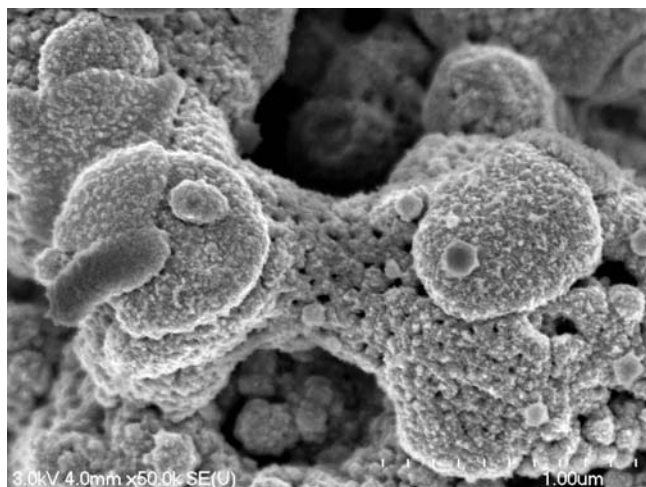


Les travaux de recherche en cours permettent de comprendre les conditions d'évaporation des particules en vol dans un écoulement plasma, la diffusion du nuage de vapeur obtenu, et l'étude des phénomènes de nucléation et de croissance des aérosols sous différentes conditions de trempe. Ces sujets seront traités par le biais d'études expérimentales de diagnostics fins des conditions rencontrées dans les réacteurs à plasmas, et d'analyse théorique de modélisation mathématiques des champs d'écoulement, de température et de concentration dans le réacteur (M. Boulos).

Synthèse par plasma d'anodes de piles à combustible de SOFC

On travaille au dépôt par plasma à induction des anodes des piles à combustible utilisant différentes solutions de nitrates comme matières premières (mélange de nitrates de nickel et de cérium dopé). L'anode doit être déposée sur un reformeur qui lui-même est obtenu par une technique de pressage. Une fois que l'anode est déposée, un revêtement ultradense de céramique est réalisé, suivi d'un revêtement poreux de cathode. Le principal défi pour la technologie de synthèse plasma est de contrôler la taille des cristallites et des joints triples permettant en même temps la perméation maximale des combustibles ainsi que l'effet catalytique maximal. La structure idéale contient des nanopores et des micropores, avec des éléments de céramique conductrice ionique en contact avec le nickel de l'anode.

Pour faire varier la micro et la nanostructure des revêtements une des variables les plus importantes est l'atomisation de la solution dans le plasma. Des analyses de tailles de gouttelettes ont montré que



l'atomisation d'une solution des sels de nitrates de cérium et de nickel est produite avec des gouttelettes d'environ 10 microns de diamètre moyen. À l'intérieur du plasma, les gouttelettes subissent un traitement thermochimique qui résulte en la production de grains en fusion qui se déposent à la surface du reformeur. Dans la figure ci-dessus, il est possible de distinguer les deux niveaux de porosité nécessaires soit des pores nanométriques (50-80nm) combinés à des pores micrométriques. La structure des écrasements est aussi nanométrique tel que présenté sur la figure ci-dessus (J. Jurewicz).

Synthèse combinatoire par plasma thermique

Ces travaux visent à découvrir de nouveaux matériaux et de nouvelles nanostructures générés par la synthèse combinatoire par plasma. Devant le grand nombre de variables à ce problème et l'inexistence de réponse théorique ou bibliographique qui mènerait au développement du ou des matériaux idéaux, le concept de chimie inorganique combinatoire appliqué à la synthèse par plasma thermique permet d'innover et de développer un ensemble de programmes de recherche appliqués à la réalisation des

éléments de piles à combustible SOFC. Une chambre à atmosphère contrôlée et totalement informatisée est en cours d'assemblage pour réaliser à la fois des projections par plasmas DC et inductif (3 torches indépendantes). Les multiples échantillons de 900 cm² manipulés par robot et pouvant être masqués peuvent subir un nombre arbitraire de traitements différents. Un sas sous vide d'introduire les échantillons. Des poudres, solutions ou suspensions peuvent être injectées dans les torches à plasma inductif pour permettre des mélanges de compositions (F. Gitzhofer).



Photographie de la chambre combinatoire

Diagnostiques pour la caractérisation des jets de plasma

Ces activités portent sur la caractérisation de différents types de jet de plasma, DC et HF, et dont les résultats ont un impact direct sur la modélisation de la structure du jet. Les diagnostics utilisés sont la spectroscopie d'émission, la caméra haute vitesse et la sonde enthalpique. L'intérêt actuel porte sur les procédés de dépôt de céramiques ou de métaux par projection plasma dans un environnement contrôlé. Ceux-ci exigent le contrôle de la température du substrat. Les propriétés du dépôt dépendent de la température et de la vitesse des particules en vol dans le jet de plasma juste avant leur impact sur la cible et de la distribution de la température à la surface de celle-ci, d'où l'importance de connaître l'influence qu'ont les différentes conditions d'opération sur le mécanisme de transfert de chaleur à l'interface. Les travaux visent à comprendre l'interaction du jet de plasma supersonique impactant sur une plaque refroidie. Les jets supersoniques possèdent une structure complexe variant selon la pression de la chambre d'expansion (figure). Les études indiquent que parmi les paramètres qui affectent le plus

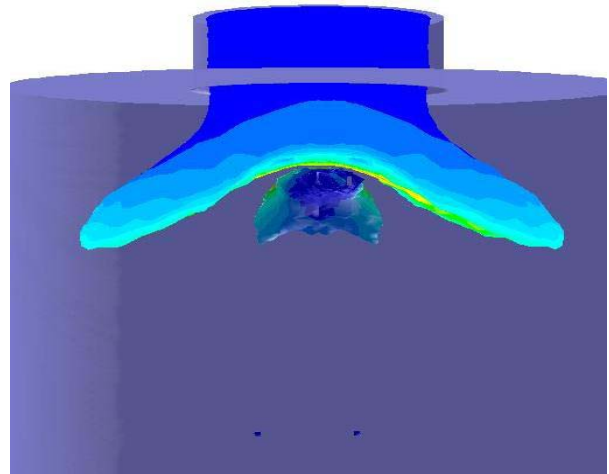


les caractéristiques des champs d'écoulement et du transfert de chaleur est la formation d'une bulle de stagnation selon la position de la barrière à l'intérieur du jet (figure). La bulle résulte de l'interaction entre les ondes de choc du jet et ceux de la barrière thermique. La présence de la bulle diminue le flux de chaleur dans la zone du point de stagnation. L'ajout de H_2 augmente ce flux, qui est aussi plus important sur une barrière de cuivre que sur une d'acier inoxydable, dû à la recombinaison catalytique à la surface du substrat (D. Gravelle).

Modélisation de procédés industriels par plasma

L'utilisation des avantages de la structure nanométrique de matériaux est déjà bien connue dans l'industrie chimique. À eux seuls, les catalyseurs nanométriques utilisés dans l'industrie du pétrole et de l'automobile représentent un marché de centaines de milliards de dollars. La technologie des plasmas thermiques générés par induction à hautes fréquences pour la production de nanopoudres présente des caractéristiques uniques. La production peut être effectuée en une seule étape de procédé et le contrôle d'un procédé plasma est relativement aisé. Le matériau produit par voie de plasma thermique est déjà de taille nanométrique. On

peut créer des matériaux céramiques incluant des éléments adjuvants à l'échelle nanométrique, ou créer des alliages intermétalliques nanométriques. Le plasma inductif peut être généré dans une grande gamme de conditions de pression, températures et compositions de gaz plasmagènes. Cependant, le véritable problème de cette technologie demeure la mise à l'échelle industrielle du procédé. Nos travaux sur la modélisation de la production de nanopoudres par technologie des plasmas thermiques est donc un effort pour amener des informations qui seront utiles aux industriels pour effectuer le transfert de technologie de l'échelle de laboratoire à l'échelle industrielle. L'image montre les profils tridimensionnels de température et de concentration en température dans un réacteur industriel utilisé pour la synthèse de nanoparticules de silice (P. Proulx).



LISTE DES PROJETS EN COURS

Science des plasmas (générale)

Modélisation des jets supersoniques dans les systèmes plasmas (Proulx).³

Caractérisation des sources plasmas inductives et métrologies électriques associées (Gravelle).

Érosion d'électrodes : effets de la microstructure. – Influence de la microstructure du matériau sur les phénomènes d'interaction arc-électrode dans le but de réduire et de mieux contrôler l'érosion (Munz).

Synthèse ou dépôt de matériaux

Matériaux à haute constante diélectriques pour la technologie CMOS submicronique. – On vise le développement de nouveaux procédés plasma pour la croissance de matériaux ayant les propriétés diélectriques requises par la future génération d'oxyde de grille de la technologie CMOS (El Khakani).

Traitement tribologique de l'aluminium par plasma. – On utilise l'implantation par immersion plasma d'ions d'oxygène dans l'aluminium et ses alliages pour y synthétiser des nanocomposites aluminium-oxyde aux propriétés mécaniques supérieures (Terreault).

Surfaces nanostructurées pour le contrôle de l'émissivité électronique d'électrodes pour arcs électriques : L'objectif est de synthétiser des îlots diélectriques nanométriques par implantation ionique sur le cuivre et d'étudier l'impact de cette morphologie sur l'interaction entre cette surface et un arc électrique fonctionnant en mode thermo-champ (Ross et Meunier).

Croissance de films de diamant dopé au bore. – Une torche à couplage inductif est utilisée pour faire croître des films de diamant, la surface de croissance servant également comme sonde de contrôle de la déposition. Des essais à l'été 2002 ont porté sur un dopage au bore de ces couches (Meunier).

Dépôt de carbone adamantin (*diamond-like*) par pulvérisation cathodique. – Modélisation et études expérimentales sur l'interaction entre un arc à basse pression et l'électrode de carbone agissant comme source ionique (Meunier).

Développement d'une nouvelle génération de barrière thermiques pour les moteurs à combustion interne de l'industrie automobile (Gitzhofer).

Poudres ultra-fines ou nanoparticules

Modélisation de la nucléation des poudres ultra-fines. – Un modèle de nucléation couplé à la dynamique des fluides turbulents et aux champs thermiques a été développé dans le cas de vapeur surchauffées d'aluminium subissant une trempe pour générer des poudres ultra-fines (Munz).

Production de vapeur métallique. – Études de design de réacteur à arc transféré utilisé pour l'évaporation de métal, ces vapeurs étant injectées dans une zone de réaction pour la production de particules ultra-fines de céramiques (Munz).

Synthèse de poudres céramiques pour électrolytes solides de piles à combustible SOFC. – Étude de production par chimie combinatoire dans un plasma thermique ICP d'une grande variété de stœchiométries de poudres pour servir de matériau de projection plasma pour l'électrolyte solide de piles à combustible (Munz).

Production de recouvrements sur des nanoparticules (Gitzhofer).

³ Le chercheur principal ou coordonnateur de chaque projet est indiqué entre parenthèses.

Traitements de surface

Mouillabilité des surfaces. – L'implantation ionique et la caractérisation des surfaces (angles de contact, XPS, AFM) permettent de mieux comprendre les mécanismes du traitement et du vieillissement qui s'ensuit, ouvrant la voie à un contrôle de la mouillabilité des surfaces (Ross).

Effets d'accumulation de charge. – Dans le cas d'un isolant, l'implantation d'ions crée une accumulation d'ions qui influence à la fois l'énergie et la dose des ions incidents, et les propriétés des surfaces traitées (Ross).

Modification de surfaces polymériques par plasma. – On utilise la XPS résolue en angles afin de produire les profils de composition en profondeur sur les surfaces de polymères modifiés par plasma (Paynter).

Nanotechnologie

Nanocristaux de Si luminescents. – L'implantation d'un excès de Si dans une matrice de SiO₂, suivie d'un traitement thermique, fait regrouper le Si en excès en nanocristaux luminescents. Applications : laser et diodes luminescentes au Si (Ross).

Croissance des nanocristaux de Si : Étude fondamentale par TEM des nc-Si : mûrissement d'Ostwald, formation de facettes et coalescence des grains (Ross)

Le clivage ionique à < 100 nm. – L'implantation d'ions H et/ou He de quelques keV dans les semiconducteurs et autres matériaux (par ex. SrTiO₃) permet de cliver des lamelles minces de <100 nm, entre autres pour la production de *Silicium-sur-Isolant* de prochaine génération (Terreault).

Repousser les limites de la lithographie combinée à l'implantation. – La résolution ultime, en nanofabrication sous les ~30 nm, ne dépendra plus de la lithographie mais du stragglng latéral des ions implantés. La canalisation des ions pourrait y remédier (Terreault).

Production de nanotubes par torche plasma. – L'approche plasma offre la possibilité de produire des nanotubes de carbone mono-parois (NTCM) en grande quantité et à faible coût. Ceci représente une étape nécessaire pour la commercialisation de cette technologie (Stansfield).

Synthèse localisée de nanotubes de carbone par l'approche « tout-laser » et leur intégration en dispositifs nanoélectroniques. – On tire profit de la versatilité de notre approche de synthèse "tout-Laser" pour développer de nouveaux procédés permettant l'intégration des NTCs en nanodispositifs et étudier ainsi leurs propriétés de transport (El Khakani).

Production de fullerènes et de nanotubes de carbone par torche à plasma DC. – Une torche de 100 kW est utilisée pour la dissociation du C₂Cl₄ et la génération de C₆₀ et de nanotubes dans le but d'accroître l'échelle de production. Des travaux de modélisation de l'écoulement et de la nucléation dans le réacteur sont également en cours (Meunier).

Développement d'une nouvelle source de plasma pour la production de nanotubes. – L'objectif est de concevoir une source basée sur une torche microonde combinant les avantages des plasmas thermiques et de l'ablation laser (Margot).

Nanocomposites C₆₀-polymères – Un plasma capacitif à flux continu est utilisé pour un revêtement en vol de fullerènes (C₆₀) et la déposition d'un film à base de polymère (Coulombe).

Applications environnementales

Détoxification par plasma. – Les plasmas d'onde de surface à la pression atmosphérique sont utilisés pour détruire efficacement et de façon écologique les effluents gazeux à effet de serre tels le CF₄ et le SF₆, gaz abondamment utilisés dans l'industrie de la microélectronique (Moisan).

Développement de procédés de conversion de la biomasse en utilisant les plasmas comme initiateur et catalyseurs de réactions (Jurewicz).

Traitement des déchets de piles au lithium par plasma. – Un plasma thermique par arc transféré est utilisé pour le traitement des résidus de piles au lithium (Munz).

Détection de polluants atmosphériques dans la troposphère. – Une impulsion laser femtoseconde peut exciter, de manière non-résonnante, les molécules de polluants atmosphériques (CO₂, NO₂, SO, SO₂, etc.) qui sont ensuite détectées par leur signature spectroscopique (Martin).

Applications biomédicales

Implantation de substances radioactives dans des dispositifs vasculaires thérapeutiques. – L'implantation d'ions par plasma est une technologie prometteuse pour le traitement de prothèses biomédicales. Nous développons des systèmes compacts et efficaces dans ce but (Stansfield).

Source de rayons-x pour la radiographie à très haute résolution spatiale. - La source ponctuelle de rayons-x durs et à forte puissance est actuellement utilisée dans des études d'imagerie à contraste de phase avec des *fantômes* qui reproduisent les paramètres clé d'éléments biologiques (Kieffer).

Stérilisation par plasma. – Il s'agit de développer des stérilisateurs capables d'inactiver non seulement les spores (les plus résistants des microorganismes) mais aussi les prions pathogènes et les bio-films. Des plasmas de N₂-O₂ sont utilisés avec succès sur les spores (Moisan).

Stérilisation d'une solution aqueuse salée. – Une décharge coronale AC à pression atmosphérique en contact direct avec la solution est utilisée pour générer des micro-plasmas pour des applications de stérilisation de liquides (Coulombe).

Stérilisation par torche à plasma basse puissance. – Développement et caractérisation d'une torche à plasma basse puissance à pression atmosphérique générant de faibles flux thermiques pour des applications à la stérilisation locale (Coulombe).

Développement d'instruments avancés

Ultrasons haute fréquence pour sonder des revêtements métalliques. – Les ultrasons haute fréquence (GHz) produit par impulsion laser femtoseconde peuvent servir à déterminer l'épaisseur et l'adhérence de revêtements métalliques déposés sur des substrats (Kieffer).

Spectroscopie de plasma induit par laser (LIPS). – Celle-ci est une méthode d'analyse multi-élémentaire en plein essor. En examinant le spectre d'émission d'un plasma produit par interaction d'une laser avec une cible à analyser, on remonte à la composition de la cible (Chaker).

Les oxydes nanostructurés pour le développement de capteurs à gaz ultra-performants. - On étudie la croissance de films d'oxydes semi-conducteurs nanostructurés (tels que SnO₂, WO₃,...), leur dopage par des nanoparticules de catalyseurs, et leur intégration en capteurs (El Khakani).

COLLABORATIONS

INTRA-RÉSEAU

- **Nanotubes de carbone.** Trois groupes associés à Plasma-Québec travaillent à la production de nanotubes par procédés plasma et à leur caractérisation. Les groupes de Meunier et de Stansfield utilisent des torches à plasma alors le groupe de El Khakani utilise l'ablation laser. Font aussi partie du consortium sur les nanotubes G. Soucy de Sherbrooke, R. Gauvin de McGill et L. Dao et J.-P. Dodelet de l'INRS (non membres de Plasma-Québec).
- **Groupe d'étude sur les disjoncteurs.** Chercheurs impliqués : Profs J.-L. Meunier, S. Coulombe, R.J. Munz (Génie chimique, McGill); Profs. R. Gauvin, R. Drew (Génie métallurgique et minier, McGill); Prof. G. Ross (INRS-EMT); Institut des matériaux Industriels (CNRC); Institut de recherche d'Hydro-Québec; Compagnie PyroGenesis.
- **Synthèse de poudres et de dépôts pour piles à combustible à électrolyte solide par méthodes de chimie combinatoire.** Collaboration entre Munz, Gitzhofer et Boulos.
- **Gravure de matériaux ferroélectriques.** Ce projet conjoint entre Chaker (INRS) et J. Margot (UdeM) exploite un réacteur de haute densité. La gravure des matériaux ferroélectriques représente un défi pour l'intégration de ces matériaux dans des micro- et nanostructures.
- **Modélisation de la destruction des gaz perfluorés (gaz à effet de serre comme SF₆ et CF₄) par oxydation de leurs fragments par un plasma de N₂-O₂ à la pression atmosphérique.** Cette étude fait intervenir l'équipe de Moisan (UdeM) et celle de Proulx (Sherbrooke). Une stagiaire post-doctorale a déjà été engagée à cette fin.
- **Spectroscopie de plasmas induit par laser (LIPS).** Ce projet où expérience et modélisation évoluent de concert regroupe des chercheurs de l'INRS (Johnston, F. Vidal) et de l'Université de Montréal (J. Margot).
- **Modification de l'émissivité électronique du cuivre par implantation ionique par source plasma : application aux électrodes pour arcs électriques :** J-L Meunier (McGill), G. Ross et B. Terreault (INRS-ÉMT) : synthèse d'îlots diélectriques nanométriques par implantation ionique sur le cuivre pour l'amélioration des électrodes de fours à arc.
- **Synthèse de fullerènes.** PyroGenesis Inc. et J.-L. Meunier.
- **Ultrasons haute fréquence pour sonder des revêtements métalliques.** – Collaborations de l'INRS avec l'IMI-CNRC et les firmes Tecnar Automation et Placage Teknikrome.

AVEC D'AUTRES UNIVERSITÉS OU INSTITUTS

- **FEMTOTECH et CIPI**: participation de F. Martin et J.-C. Kieffer au réseau VRQ (Femtotech) et au réseau de Centres d'excellence CIPI qui regroupent tous les acteurs des lasers à impulsion courte au Québec.
- **Les matériaux à haute constante diélectrique pour les applications CMOS**. Participation de l'INRS (El Khakani) au Réseau des centres d'excellence en microélectronique (MICRONET).
- **Caractérisations ESR des films déposés par PECVD et/ou PLD**. El Khakani - American University of Beirut (AUB).
- **Ultrafine particle synthesis using transferred arc technology**. R.J. Munz avec les Prof. Roberto Szente et Antonio Carlos de la Cruz (Sao Paulo).
- **Plasma treatment of battery wastes**. Prof. H. Sekiguchi, Technical Institute of Tokyo, - R.J. Munz.
- **Plasma treatment of oil well rock**. R. J. Munz et Prof. Muftah El Naas, Université de l'Émirat Arabe Uni.
- **Relation between the intrinsic wetting property of surfaces, the configuration of a fluid at the surface of a container and the liquid movement at different g levels** : G. Ross (INRS-ÉMT) avec É. Vachon et M. Dejmek de l'Agence spatiale canadienne. Il vise à accroître les connaissances fondamentales sur le mouillage.
- **Repousser les limites de la lithographie électronique combinée à l'implantation ionique**. B. Terreault en collaboration avec J. Beauvais (génie électrique, Univ. de Sherbrooke), expert en conception et réalisation des masques lithographiques de très haute précision.
- **Nanoagrégats obtenus par implantation ionique**. F. Schiettekatte et S. Roorda de l'Université de Montréal (département de physique) et G. Ross; vise à mieux comprendre les mécanismes de formation de nanoagrégats obtenus par implantation ionique.
- **Development of nc-Si imbedded multilayered structures with specific emission properties** : G.Ross (INRS-ÉMT) avec N. Capolla (Stocker Yale Canada Inc.), François Martin (INRS-ÉMT), François Schiettekatte (Université de Montréal) et R.G. Elliman (ANU, Canberra, EME department) vise à optimiser les paramètres de fabrication pour la modulation du spectre de luminescence des nanocristaux de Si.
- **Realization of hydrogen standards by ion implantation to study nuclear reaction with astrophysical interest**: Guy Terwagne (LARN-FUNDP, Namur) et G. Ross (INRS-ÉMT) : élaboration de standards résistant à l'irradiation par les ions lourds pour la mesure précise des réactions nucléaires entrant dans le cycle CNO des étoiles.
- **Caractérisations TEM des nanotubes de carbone**. El Khakani – Conseil national de recherche du Canada (Ottawa).
- Échanges d'information et d'expertise sur les nanotubes de carbone parmi les membres du réseau. El Khakani - FP5-European Program (Nanocomp).
- **Études comparée de la synthèse des nanotubes de carbone par arc sur électrode de graphite et torche à plasma dc**. M. Razafinimanana et A. Gleizes du Centre de physique des plasmas et de leurs applications de Toulouse (CPAT-Université Paul-Sabatier) avec J.-L. Meunier. Fonds Canada-France.
- **Études sur les nanotubes de carbone et les nanocomposites**. R. Gauvin et R. Drew, Génie métallurgique, McGill, et J.-L. Meunier.

- *Étude des problèmes de décharges sur les panneaux solaires de satellites géostationnaires.* Office National de Recherche et d'Études Aérospatiales (ONERA, Toulouse) et CPAT-U. Paul-Sabatier, Toulouse, avec J.-L. Meunier (McGill).
- *Élucidation de l'effet isotopique géant dans le clivage de semiconducteurs* B. Terreault avec l'Université de Montréal (M. Chicoine, Prof. F. Schiettekatte), University of Western Ontario (Prof. P. J. Simpson), Rutgers University (prof. Y. J. Chabal), Technische Universität Wien (Prog. G. Hobler).

COLLABORATIONS INDUSTRIELLES

- *Purification du krypton-xénon obtenu par distillation cryogénique de l'air.* - Dispositif conçu à l'UdeM et implanté en France par Air Liquide.
- *Système de destruction de gaz perfluorés (gaz à effet de serre) utilisé par les usines de micro-électronique.* - Dispositif conçu à l'UdeM, puis développé et commercialisé par Air Liquide, principalement pour les réacteurs de gravure servant à la fabrication des puces, sous le nom de UPAS (Universal Plasma Abatement System).
- *Implantation de substances radioactives dans des dispositifs vasculaires thérapeutiques.* Collaboration entre l'INRS et Angiogène, une compagnie montréalaise fortement impliquée dans la recherche biomédicale. Ce projet est coordonné par B.L. Stansfield.
- *Stérilisation par plasma de dispositifs médicaux.* - Contrat Université-Industrie (RDC du CRSNG) avec Air Liquide-Santé International et plusieurs de leurs filiales.

PROSPECTIVES D'AVENIR

Comme on a pu le constater la recherche en science et applications des plasmas est extrêmement vivante chez tous les partenaires. Les publications, les financements, et le nombre d'étudiants sont tous à la hausse. Les administrations universitaires ont appuyé le développement en plasmas par la création de nouveaux postes, ce qui n'est pas fréquent. Les programmes de subventionnement d'infrastructures ont contribué au-delà même de nos espérances. Ceci nous donne à penser que les technologies plasmas sont considérées au niveau gouvernemental et chez nos pairs de la communauté scientifique comme porteuses et pertinentes, entre autres pour les priorités actuelles comme les nanotechnologies, les technologies de l'information et des communications, l'environnement, les biosciences et la médecine. Par ailleurs, le regroupement a certainement réussi à rapprocher les groupes et il a suscité plusieurs collaborations importantes. Il n'y a donc aucun doute que l'on doit continuer sur cette lancée avec enthousiasme. La seule question est comment.

En effet, la présente subvention se termine dans un peu plus d'un an. Dès l'automne 2005, il faudra s'adresser au FQRNT. Le contexte a cependant changé. D'une part, le FQRNT a dû réduire notre subvention pour les deux dernières années à cause de coupures budgétaires (une consolation, les regroupements stratégiques ont été choyés dans cette opération en comparaison d'autres programmes). De plus, ce programme est aboli mais nous serons invités à concourir dans un programme de "centres " de recherche. Un "centre" est présumément plus intégré qu'un "regroupement". C'est là un choix auquel il faut faire face. Enfin, le gouvernement du Québec a aussi mis fin au financement particulier qu'il accordait à la recherche en énergie de fusion par confinement magnétique. Comme il n'y a aucun doute que la fusion constitue une "application avancée des plasmas", on doit donc considérer d'intégrer à l'équipe les chercheurs québécois qui oeuvrent dans ce domaine. Quel que soit l'avenir de la fusion au Canada, de par leur longue expertise en plasmas, ces personnes pourraient contribuer synergiquement à l'équipe et au besoin se recycler dans d'autres domaines d'applications.

Quant à celui qui a coordonné ce regroupement pendant quatre ans, et qui prend maintenant sa retraite, il est personnellement d'avis qu'il faut répondre oui aux deux questions : oui à un centre, oui aux chercheurs en fusion.

ANNEXE I – Étudiants, stagiaires et diplômes décernés

Étudiants de maîtrise

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Aguilera, L. (Munz & Berk)	Experimental studies on transferred arc evaporator.
Aissa, B. (El Khakani)	Synthèse de nanotubes de carbone par l'approche laser et leur integration directe en nanodispositifs.
Aristizabal, F. (Munz & Berk)	Modeling the generation of ultrafine aluminium particles from the quench of superheated vapour in turbulent flow.
Asselin J. (Salin)	Automated High Speed Leaching of Soils.
Bemben K. (Salin)	Tentative : Solid Sample Analysis.
Benhacene-Boudam, K. (Margot)	Cinétique de plasmas He-N ₂ produits à la pression atmosphérique dans des tubes capillaires.
Blanchard F (Martin et Choquet)	Développement d'un diagnostic pour mesurer les ultrasons haute fréquence produit par laser femtoseconde sur cible d'aluminium.
Blanchard J. (Gitzhofer, Abatzoglou et Gravelle)	Reformage de CH ₄ au CO ₂ .
Boutin, M. (Margot)	Caractérisation d'un système hybride couplant une décharge micro-ondes à un plasma de carbone produit par ablation laser.
Brassard D. (El Khakani)	Les films de silicates de silicium pour les applications CMOS à haute voltage.
Brisebois P. (Meunier)	Oriented CNT growth on electrodes for electron emission applications.
Castanos Martinez, E. (Moisan)	Influence de la fréquence d'excitation des décharges entretenues par onde de surface sur la contraction et la filamentation à la pression atmosphérique.
Castillo, I. (Munz)	Plasma production of solid oxide fuel cell electrolyte particles for plasma spraying.
Crevier M.C. (Yahia & Moisan)	Effet de la stérilisation par plasma post-décharge N ₂ -O ₂ sur les spores de B. Subtilis et sur la surface des polymères biomédicaux.
Desbiens É. (El Khakani)	Les films minces d'oxynitrides de silicium pour les applications de grille CMOS.
Deslandes L.-M. (Chaker)	Study and characterization of NKN thin films.
El Mallah N. (Meunier)	CNT transport in a PVD reactor for arc electrode applications.
Fafard E. (Moisan & Barbeau)	Effet des UV et radicaux dans la stérilisation de spores bactériennes : rôle du manteau de celles-ci.
Fleisch T. (Moisan)	Étude d'un dispositif micro-ondes à large bande d'adaptation d'impédance pour l'entretien d'une décharge plasma.
Fortier, A. (J. Jurewicz)	Développement d'anodes d'une pile à combustible par plasma.
Girard G. (Kieffer)	Identification des paramètres physiques du laser femtoseconde susceptibles d'être optimisés pour permettre l'ablation tissulaire guidée en cornée profonde.
Grosu, G. (Ross)	Étude de l'interaction ion polymère contre la formation de buée.

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Guay P (Rochefford et Stansfield)	Modélisation Monte-Carlo de l'absorption de l'hydrogène dans les nanostructures de carbone.
Haque T. (Coulombe)	Sterilization of aqueous saline solutions using a direct contact atmospheric pressure plasma.
Harbec, D. M. (Meunier)	Effect of the cylindrical reactor length on the fullerene synthesis based on the thermal plasma dissociation of C_2Cl_4 .
Hébert H (Kieffer et Martin)	Caractérisation des ultrasons haute fréquence produit dans l'aluminium par impulsion laser femtoseconde.
Hoicka C. (Munz)	Electrode erosion : Effect of microstructure of electrode material.
Hudon F. (Jurewicz et Ménard)	Synthèse et déposition par plasma haute fréquence des oxydes mixtes en vue de faire une anode d'une pile à combustible.
Jean-Jacques M. (Kieffer)	Fabrication et caractérisation de couches minces de dioxyde de vanadium (VO_2).
Khoury W. (Meunier)	Inductively coupled thermal plasma deposition of boron-doped diamond films.
Langlois O. (Margot & Chaker)	Gravure physico-chimique du titanate de strontium dans un plasma fluoré.
Larouche N. (Stansfield)	Fonctionnalisation in situ de noir de carbone dans une torche plasma.
Levicharsky V. (St-Jacques et Ross)	Étude de la distribution et de la taille des nc-Si produits par implantation d'ions Si^+ .
Marion F. (Stansfield)	Étude du transport des matériaux lors de l'implantation par immersion plasma d'isotopes radioactifs sur des dispositifs biomédicaux.
Nadeau A. (Martin)	Mesure de l'épaisseur de revêtements métalliques par méthode laser-ultrason.
Nantel-Valiquette M. (Moisan)	Destruction de gaz à effet de serre par un plasma micro-ondes à onde de surface entretenu à la pression atmosphérique.
Ndione P.F. (Kieffer)	Développement d'un diagnostic optique à résolution temporelle psec.
Oukacine L. (Gitzhofer, Abatzoglou et Gravelle)	Méthodes de fabrication d'éléments d'une nouvelle pile à combustible à électrolyte solide.
Ouddari M. (Wu & Chaker)	CAD model for RF device development.
Ouimet-Storrs A. (Coulombe)	Measurement of CH radicals using cavity ring-down spectroscopy.
Philip N. (Moisan & Barbeau)	Stérilisation à basse température et à pression réduite en post-décharge de plasma : étude et analyse du rôle des UV dans l'inactivation de spores bactériennes.
Pollak J. (UdeM)	Mise au point d'un applicateur de champ micro-ondes de type tri-plaque.
Popovici C. (Moisan)	Optimisation des conditions opératoires et uniformisation de la distribution des espèces actives dans la chambre de stérilisation en post-décharge de N_2 - O_2 . Influence d'objets disposés dans l'enceinte de post-décharge sur l'efficacité de la stérilisation.

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Prud'Homme M-A. (Chaker)	Tunable ferroelectric integrated circuits.
Pu, W. (Boulos)	Induction plasma deposition of metals and ceramics.
Quintal-Léonard A. (Margot)	Étude fondamentale de la gravure profonde sur des couches minces métalliques.
Reguer A. (Terreault)	Synthèse et caractérisation (chimique, structurale, mécanique) d'un nanocomposite Al-AL2O3 obtenu selon le procédé d'implantation ionique par immersion plasma.
Rifai K. (Vidal)	Étude des plasmas produits par laser au moyen de deux impulsions successives.
Roy F. (Ross et Meunier)	Modification de l'émissivité électronique du cuivre par implantation ionique par source plasma: applications aux électrodes pour arcs électriques.
Silla, V. (Munz)	Transferred arc treatment of lithium battery waste.
Stafford L. (Margot & Chaker)	Gravure de matériaux ferroélectriques (pas de mémoire, passage direct au Ph.D).
Tariq, A. (Coulombe & Meunier)	Polymer-based nanocomposite thin film production using a low-pressure continuous flow plasma reactor.
Tawalbeh, M. (Meunier)	Arc Ion Plating studies on diamond-like synthesis : characterizaton of film properties.
Teodorescu-Grosu, G. (Ross)	Étude de l'interaction ion polymère pour contrer la formation de buée.
Toth, R. (Kieffer)	Optimisation d'un système de mesure par rayon X à contraste de phase pour les applications médicales.
Turco R. (Munz)	Rheological properties of transferred arc synthesized fumed silica.
Yonson S. (Coulombe)	Morphological changes and kill time of cells after treatment by an atmospheric pressure non-thermal plasma jet.

Étudiants de doctorat

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Allais, F. (Matte)	Transport de chaleur non-local parallèle aux lignes de champs dans les plasmas de déflecteurs.
Alouani Bibi, F. (Matte)	Transport de chaleur non-local dans les plasmas chauffés par des lasers intenses.
Antler, M. (Salin)	Automatic calibration of ICP-MS.
Bannari A. (Proulx)	Modélisation de cellules d'électrocatalyse.
Bannari R. (Proulx)	Modélisation par CFD de bioréacteurs : Application à la production de polluant.
Barthélemy, O. (Margot & Chaker)	Caractérisation d'un plasma d'aluminium créé par interaction laser-matière à bas flux sous environnement atmosphérique.
Benhacene-Boudam, K. (Moisan & Barbeau)	Étude de l'utilisation d'un plasma créé à la pression atmosphérique dans le cadre de la stérilisation.
Bolduc M. (Terreault)	Amélioration tribologique de l'aluminium par implantation ionique par plasma.
Brassard D (El Khakani)	Les films de silicates de silicium pour les applications CMOS à haut voltage.
Castillo Martinez I. (Munz & Gitzhofer)	Experimental and theoretical study of particle synthesis in a RF-inductively coupled plasma reactor.
Comtois, D. (Pépin et Mercure)	Études des décharges électriques initiées par laser à impulsion ultracourte sur de grands intervalles d'air.
Courtél, F. (Paynter)	Synthèse par voie colloïdale et caractérisation de nanoparticules de CuInS ₂ . Préparation de films minces de CuInS ₂ pour application dans les piles solaires.
Delprat, S. (Chaker et Wu)	Étude de couches minces ferroélectriques (BST, SBT) pour le développement de dispositifs en télécommunications.
Desrosiers, N. (Terreault)	Fabrication de dispositifs SOI par clivage induit par implantation ionique.
Dignard, N. (Boulos)	Traitement et synthèse de poudres par plasma inductif.
Dolbec, R. (El Khakani)	Étude de la croissance et des propriétés des films d'oxyde d'étain nanostructurés dopés par des nanoparticules pour le développement des senseurs de CO.
El Morsli M. (Proulx)	Croissance de nanoparticules dans une expansion supersonique.
Forget P. (Kieffer)	Caractérisation d'une source de rayons-x produite laser ultra-rapide et application à l'imagerie dynamique.
Fortin, M.-A. (Paynter +Terreault)	Implantation du ³² P par immersion plasma.
Goortani, B.M. (Proulx)	Optimisation de réacteur à plasmas inductifs pour la production de nanopoudres.
Guibega-I., M. (Chaker)	Synthesis of photonic thin films.

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Guo, L. (Meunier & Berk)	Modeling carbon nanotube catalytic synthesis in thermal plasma system.
Harbec, D. (Meunier & Berk)	Carbon nanotube catalytic synthesis using dc plasma torch.
Huppée R. (Coulombe)	Chemical synthesis, deposition, and arc erosion behaviour of a ceramic nanocomposite coating for electric arc electrodes.
Irissou, É. (Guay et Chaker)	Matériaux nanostructurés préparés par ablation laser.
Jalbert, J. (El Khakani)	Étude du vieillissement accéléré de la cellulose par irradiation laser.
Kabouzi, Y. (Moisan)	Contraction et filamentation des décharges micro-ondes entretenues à la pression atmosphérique : application à la détoxification des gaz à effet de serre.
Kouprine, A. (Gitzhofer et Boulos)	Étude de plasma capacitif hors-équilibre.
Lafleur J. (Salin)	Inductively Heated Vaporization of Solids.
Lam R. (Salin)	Electrochemical Analysis of Solid Soils Samples.
Larouche F (Stansfield)	Étude du mécanisme de croissance et de récupération des C-SWNTs produits à l'aide du procédé Torche à plasma.
Laville S. (Chaker et Johnston)	Modélisation des plasmas produits par laser dans le contexte de la technique d'analyse multi-élémentaire de matériaux solides.
Lavocat-Dubui X. (Matte)	Génération d'harmoniques lors de l'interaction d'un laser avec un plasma surdense.
Lecherbourg L. (Kieffer)	
Le Drogoff B. (Chaker)	Étude de l'interaction laser-matière dans un environnement atmosphérique : influence de la durée d'impulsion laser.
Lemoine, A. (Jurewicz et Coulombe)	Gazéification de la biomasse dans un réacteur à plasma à lit jaillissant.
Lemoine, G. (Jurewicz)	Changement des phases pendant la déposition par plasma h.f. d'intermétalliques d'All-Ni-Mo.
Léveillé, V. (Coulombe)	Design and characterization of a low-power atmospheric pressure plasma non-thermal torch for local biomedical applications.
Lévesque, J. (Kieffer et Pépin)	Imagerie moléculaire résolue en temps à l'aide d'impulsions laser ultra-courtes et intenses.
Mendoza-Gonzalez, N. (Proulx)	Modélisation de réacteur plasma pour la production de nano-poudres.
Mireault, N. (Ross)	Étude de l'interaction liquide-solide en impesanteur.
Moutanabbir, O. (Terreault +Ross)	Étude du rôle du dommage d'irradiation dans le cloquage du silicium par implantation d'ions H et He de basse énergie.
Moore F. (Vidal)	Modélisation des interactions entre les impulsions laser femtosecondes et les milieux transparents.
Nessim C. (Boulos)	Synthèse des poudres ultrafines de TiO ₂ par plasma inductif.
Pelletier D. (Proulx)	Production de silicium photovoltaïque par purification plasma : Modélisation et optimisation.

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Qin C. (Coulombe)	Plasma-assisted synthesis of coated metal nanoparticles.
Rao L. (Munz)	Electrode microstructure effect on cathode erosion in tubular plasma torches.
Renouard-Vallet, G. (Gitzhofer et Boulos)	Étude de la formation par projection plasma de dépôts de zircone stabilisé dense et d'épaisseur micrométrique.
Riabinina, D. (Chaker)	Ge/Si based optoelectronic devices.
Rivard T. (Gitzhofer et Abatzoglou)	Optimisation de la puissance des piles à combustible SOFC.
Robin, P. (Gitzhofer et Boulos)	Étude de la formation par projection plasma de dépôts de zircone stabilisé dense et d'épaisseur micrométrique.
Saussac J. (Margot & Chaker)	Modélisation de profils de gravure par plasma de motifs nanométriques dans des oxydes complexes.
Selma B. (Proulx)	À compléter.
Shin, D. (Gitzhofer)	Development of Thermal Barrier Coatings for LHR (Low Heat Rejection) Diesel Engines.
Smirani, R. (Ross)	Luminescence des nanocristaux de silicium.
Stafford, L. (Margot & Chaker)	Étude des mécanismes de gravure de matériaux de pointe au moyen d'un plasma de haute densité.
Toth R. (Kieffer)	Imagerie par contraste de phase utilisant une source X produite par laser.
Volatier M. (Gitzhofer et Gravelle)	Diagnostics plasma particules pour la déposition en phase vapeur par plasma thermique.
Wang Y. (Ross)	Caractérisation par microscopie à transmission de la microstructure des nanocristaux produits par implantation ionique.
Yedji, M. (Ross)	Effets d'implantation d'ions et d'atomes dans des Matériaux isolants.

Stagiaires post-doctoraux

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
Allais F. (Matte)	Transport de chaleur non-local dans le plasma de bord d'un Tokamak.
Bandulet H. (Kieffer)	Génération d'harmoniques X-UV d'ordre élevé.
Dooley P. (Kieffer)	Development, testing and application of the electron diffraction Beam line for the ALLS project.
Fourmaux, S. (Kieffer)	EXAFS résolue dans le temps avec une source X laser.
Gaidi M. (Chaker)	Active fiber devices.
Giguère, A. (Terreault)	Explorer et repousser les limites de résolution de la lithographie électronique combinée à l'implantation ionique
Hinkov I. (Meunier)	CNT synthesis using thermal plasma systems and nano-composite coating applications.
Kabouzi Y. (Moisan)	Énergie spécifique de destruction de gaz à effet de serre (SF ₆ ,CF ₄).
Kerdouass, F. (Proulx)	Modélisation de l'injection rotative dans une cuve d'aluminium liquide
Makasheva K. (Moisan)	Modélisation des plasmas micro-ondes à la pression atmosphérique.
Olivié G. (Kieffer)	Développement et application des sources de lumière ultra-courtes.
Perret, N. (Kieffer)	Techniques de caractérisation optique des matériaux.
Riou, G. (Chaker)	Synthesis of thin films based on ferroelectric compounds.
Sarkar, D. (El Khakani)	Dépôt de couches minces de silicates de silicium et étude de leur propriétés structurales et électriques
Saoudi, B. (Moisan)	Dommages et modifications des biomatériaux stérilisés par plasma.
Smiljanic, O. (Stansfield)	Développer la technologie pour la production de nanotubes de carbone par torche plasma.
Soltani, M. (Chaker)	Déposition de films minces thermochromiques par la technique d'ablation laser pour les applications en télécommunications et en aérospatiales.
Tyshetskiy Y. (Johnston)	Simulation Vlasov fluide électrostatique des ondes cinétiques KEEN (electrons) et KEIN (ions).
Yi, J-H. (El Khakani)	Synthèse et nanoassemblage des nanotubes de carbone par plasma d'ablation laser

Diplômes (avril 2003 – décembre 2004)

NOM (et directeur)	TITRE DU MÉMOIRE OU DE LA THÈSE
<i>Maîtrise</i>	
Aguilera Torres L.	Experimental validation of a model prediction the evaporation rate of zinc in a transferred arc. August 2003
Blanchard F. (Martin)	La generation des ultrasons hautes fréquences produits par laser femtoseconde.
Castillo Martinez I. (Munz)	Solution plasma synthesis of CeO ₂ -based powders for solid oxide fuel electrolytes from liquid precursors. February 2004. Is presently doing his PhD. at McGill.
Crevier M.-C. (Moisan & Yahia)	Effets de la stérilisation par plasma N ₂ -O ₂ en post-décharge sur des spores de <i>B. subtilis</i> et surface de bio-polymères (juin 2003).
Desbiens É. (El Khakani)	Les films minces d'oxynitrides de silicium pour les applications de grille CMOS.
Fortier A. (Jurewicz)	Développement d'anodes d'une pile à combustible.
Grosu G. (Ross)	Étude de l'interaction ion polymère pour contrer la formation de buée. Actuellement étudiante en radio-thérapie à l'Université de Montréal.
Guay P. (Rocheffort & Stansfield)	Modélisation Monte-Carlo de l'adsorption de l'hydrogène dans les nanostructures de carbone.
Magnan S. (Kieffer)	Caractérisation de la transition de phase ultra-rapide du dioxyde de vanadium.
Ndione P. (Kieffer)	Caractérisation de a matière irradiée par une impulsion laser ultra-brève par la technique de l'interférométrie spectrale. Maintenant inscrit au doctorat à l'INRS-ÉMT.
Philip N. (Moisan & Barbeau)	Stérilisation à basse température et à pression réduite en post-décharge de plasma: étude et analyse du rôle des UV dans l'inactivation de spores bactériennes (juin 2003).
Pitre V. (Kieffer)	Développement et caractérisation d'une caméra à balayage de fente.
Shaw B. (Meunier)	Study of fullerene content from CNT reactor based on C ₂ Cl ₄ .
Silla V. (Munz)	The Treatment of Li-ion Battery Waste in a Transferred Arc Plasma Reactor. McGill University, August 2004.
Pu W. (Boulos)	Induction plasma deposition of metals and ceramics.
Tariq A. (Meunier)	Nanocomposite formation based on C60 imbedded in polymer film.
Turcot P. (Gitzhofer)	Développement d'une fraise pour l'usinage du bois.

NOM (et directeur)	PROJET DE RECHERCHE
<i>Doctorat</i>	
Barthélemy, O. (Margot & Chaker)	Caractérisation d'un plasma d'aluminium créé par interaction laser-matière à bas flux sous environnement atmosphérique (novembre 2004).
Bolduc M. (Terreault)	Amélioration tribologique de l'aluminium par implantation ionique par plasma.
Forget P. (Kieffer)	Caractérisation d'une source de rayons-x produite par laser ultra-rapide et application à l'imagerie dynamique.
Fortin M.-A. (Paynter + Terreault)	Implantation du ³² P par immersion plasma.
Kabouzi Y. (Moisan)	Contraction et filamentation des décharges micro-ondes entretenues à la pression atmosphérique : application à la détoxification des gaz à effet de serre (juin 2003).
Kouprine A. (Gitzhofer et Boulos)	Étude de plasma capacitif hors-équilibre.
Laville S. Chaker & Johnston)	Modélisation des plasmas produits par laser dans le contexte de la technique d'analyse multi-élémentaire de matériaux solides.
Le Drogoff, B. (Chaker)	Étude de l'interaction laser-matière dans un environnement atmosphérique : influence de la durée d'impulsion laser.
Moutanabbir O. (Terreault + Ross)	Étude du dommage d'irradiation dans le silicium clivé par implantation ionique.
Renouard-Vallet G. (Gitzhofer et Boulos)	Étude de la formation par projection plasma de dépôts de zircone stabilisé dense et d'épaisseur micrométrique.

ANNEXE II – Brevets et publications

Brevets

Larouche F., Smiljanic O., Stansfield B.L.

Method and Apparatus for Recovering Carbon Filamentary Structures
UNITED STATES, 7 NOVEMBER 2003

Larouche F., Smiljanic O., Stansfield B.L.

Method and Apparatus for Purifying Carbon Filamentary Structures
UNITED STATES, 19 DECEMBER 2003

Moisan M., Moreau S., Tabrizian M., Pelletier J., Barbeau J., Yahia L'H

Système et procédé de stérilisation par plasma gazeux à basse température
UNIVERSITE DE MONTREAL, BREVET AMERICAIN 6,707,254 (2004). BREVET EUROPEEN EP 1 181 062 (2004), VALIDE EN FRANCE, BELGIQUE, ESPAGNE, SUISSE, ITALIE, ALLEMAGNE, GRANDE-BRETAGNE.

Moisan M., Philip N., Saudi B.

Système et procédé de haute performance pour la stérilisation par plasma gazeux à basse température
UNIVERSITE DE MONTREAL, DEMANDE PCT PUBLIEE LE 5 FEVRIER 2004 SOUS LE NUMERO WO2004/011039 A2.

Moisan M., Saudi B., Pollak J., Zakrzewski Z.

Procédé de stérilisation par plasma d'objets de nature diélectrique et comportant une partie creuse
UNIVERSITE DE MONTREAL, DEMANDE PCT PUBLIEE LE 17 JUIN 2004 SOUS LE NUMERO WO2004/050128.

Pelletier J., Lacoste A., Lagarde T., Moisan M., Arnal Y., Zakrzewski Z.

Diviseur de puissance pour dispositif à plasma
CNRS ET UNIVERSITE DE MONTREAL., BREVET EUROPEEN EP/216493 B1 (23/07/2003), BREVET AMERICAIN 6,727,656 (27/04/2004).

Rostaing J.C., Moisan M., Etemadi R., Guérin D.

Éléments de canalisation pour dispositif de traitement de gaz et dispositif incorporant un tel élément de canalisation
AIR LIQUIDE, BREVET AMERICAIN 6,541,917 (01/04/2003).

Smiljanic O., Stansfield B.L.

Method and Apparatus for Producing Single-Wall carbon Nanotubes
PCT APPLICATION, 9 MAY 2003

Publications

Abel G., **Ross G.G.** and Andrzejewski L.

Wetting of liquid surface by another immiscible liquid in microgravity
ADVANCES IN SPACE RESEARCH, VOL 33/8 PP 1431-1438 (2004).

Aguilera L., **Munz R.J.**, Berk D.

Experimental validation of a model predicting the evaporation of zinc in an argon transferred arc
IN PRINT, PROCEEDINGS, ISPB 16, TAROMINA, ITALY, JUNE 2003.

Antler M., **Salin E.D.**, Wilczek-Vera G.

Using Matlab for Data Acquisition. And Undergraduate Experiment in the Advanced Analytical Chemistry Laboratory.

J. CHEM ED. IN PRESS, 28 MARCH, 2004.

Antler M., Ying H. Burns D.H., **Salin E.D.**

Sample Diagnosis using Indicator Elements and Non-Analyte Signals for Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

SPECTROCHIM. ACTA B, 58, 837-850, (2003) (BURNS ASSISTED WITH CHEMOMETRICS)

Aristizabal F., **Munz R.J.** Berk D.

Scaling up the synthesis of nano size aluminum particles
IN PRINT, PROCEEDINGS, ISPB 16, TAROMINA, ITALY, JUNE 2003.

Berghaus JO, **Meunier JL**, **Gitzhofer FO**

Monitoring and control of RF thermal plasma diamond deposition via substrate biasing
MEASUREMENT SCIENCE & TECHNOLOGY 15 (1): 161-164 JAN 2004

Bibi FA, **Matte JP**, **Kieffer JC**

Fokker-Planck simulations of hot electron transport in solid density plasma
LASER AND PARTICLE BEAMS 22 (2): 97-102 JUN 2004

Bibi FA, **Matte JP**

Nonlocal electron heat transport and electron-ion energy transfer in the presence of strong collisional heating

LASER AND PARTICLE BEAMS 22 (2): 103-108 JUN 2004

Bibi FA, **Matte JP**

Enhanced electron-ion energy exchange due to a super-Gaussian electron velocity distribution function

PHYSICS OF PLASMAS 10 (4): 1120-1123 APR 2003

- Blais, A., **Proulx, P., Boulos, M. I.**
Three-Dimensional Numerical Modelling of a Magnetically Deflected dc transferred arc in argon
J.PHYS.D: APPL.PHYSICS, 36, 488-496 (2003)
- Blanchard J., De Oliveira-Vigier K., **Abatzoglou N., Gitzhofer F., and Gravelle D.V.**
Dry Catalytic Reforming: Review of actual Technical and Scientific Status and Testing of a new 2D catalyst formulation
SCIENCES OF THERMAL AND CHEMICAL BIOMASS CONVERSION (STCBC),
VICTORIA (CANADA), (2004)
- Bolduc M., **Terreault B.**, Shaffer E.
Radiation-enhanced diffusion and improved tribological properties of aluminium co-implanted with O₂ + Ar
SURF. COAT. TECHNOL. **186**, 255-259 (2004).
- Bolduc M., Popovici D., **Terreault B.**
Plasma process to harden the surface of aluminum and alloys
SAE TRANS J. OF AEROSPACE **112**, 350-353 (2004).
- Bolduc M., **Terreault B.**, Reguer A., Shaffer E., St-Jacques R.G.
Optimum tribological treatment of aluminum using oxygen plasma source ion implantation
J. MATER. RES. (RAPID COMM.) **18**, 1761-64 (2003).
- Bolduc M., **Terreault B.**, Reguer A., Shaffer E., St-Jacques R.G.
Selective modification of the tribological properties of aluminium through temperature and dose control in oxygen plasma source ion implantation
J. MATER. RES. **18**, 2779-92 (2003).
- Bolduc M. and **Terreault B.**
Enhanced oxidation and segregation in plasma source ion implanted alloy
APPL. PHYS. LETT. **82**, 895-97 (2003).
- Branland N, Meillot E, **Gitzhofer F**, et al.
Microstructure-property relationships of air plasma-sprayed TiO₂ coatings
HIGH TEMPERATURE MATERIAL PROCESSES 7 (2): 217-223 (2003)
- Branland N., Meillot E., Fauchais P., Vardelle A., **Boulos M.I., Gitzhofer F.**, Drouin D., and Magny P.
Relationships Between Induction Plasma Spraying Parameters and TiO₂ Particle Characteristics at Impact
16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), (2003)
- Branland N., Meillot E., Fauchais P., Vardelle A., **Gitzhofer F., and Boulos M.I.**
Study of RF and DC plasma-sprayed TiO₂ coatings: Electrical properties and microstructure
INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)

- Brassard D, Sarkar DK, **El Khakani MA**, et al.
High-k titanium silicate thin films grown by reactive magnetron sputtering for complementary metal-oxide-semiconductor applications
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY A 22 (3): 851-855 MAY-JUN (2004)
- Brassard D, Sarkar DK, **El Khakani MA**, et al.
Tuning the electrical resistivity of pulsed laser deposited TiSiO_x thin films from highly insulating to conductive behaviors
APPLIED PHYSICS LETTERS 84 (13): 2304-2306 MAR 29 (2004)
- Brassard D., **El Khakani MA**.
Dielectric properties of amorphous hydrogenated silicon carbide thin films grown by plasma-enhanced chemical vapor deposition
J. Appl. Phys., Vol: 93, (2003) pp.4066-4071.
- Burm KTAL, Jodoin B, **Proulx P, Boulos MI**
Modelling of a supersonic ICP argon-hydrogen expansion
PLASMA SOURCES SCIENCE & TECHNOLOGY 12 (3): 362-371 AUG (2003)
- Castillo I.A., and **R.J. Munz**
Inductively coupled plasma synthesis of CeO₂-based powders from liquid solutions for SOFC electrolytes
PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING, VOL 25, NO. 2, PP 87-107 (2005).
- Castaños-Martinez E., Kabouzi Y., Makasheva K., **Moisan M**.
Modeling of microwave-sustained plasmas at atmospheric pressure with application to discharge contraction
PHYSICAL REVIEW E 70, 066405-1 (2004).
- Castrucci P, Scarselli M, De Crescenzi M, **El Khakani MA**, Rosei F, Braidy N, Yi JH
Effect of coiling on the electronic properties along single wall carbon nanotubes
APPLIED PHYSICS LETTERS 85 (17): 3857-3859 OCT 25 2004
- Chagnes A, Laplante F, Kerdouss F, **Proulx P**, Menard H
Experimental and computational investigation of the electrocatalytic hydrogenation of phenol in an electrochemical cell
CANADIAN JOURNAL OF CHEMISTRY-REVUE CANADIENNE DE CHIMIE 82 (5): 641-648 MAY (2004)
- Chen LM, Forget P, Fourmaux S, **Kieffer JC**, Krol A, Chamberlain CC, Hou BX, Nees J, Mourou G
Study of hard x-ray emission from intense femtosecond Ti : sapphire laser-solid target interactions
PHYSICS OF PLASMAS 11 (9): 4439-4445 SEP (2004)

- Chen LM, Forget P, Toth R, **Kieffer JC**, Krol A, Chamberlain CC, Hou BX, Nees J, Mourou G
High resolution hard x-ray spectroscopy of femtosecond laser produced plasmas with a CZT detector
REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 74 (12): 5035-5038 DEC (2003)
- Christova M, Castanos-Martinez E, Calzada MD, Kabouzi Y, Luque JM, **Moisan M**
Electron density and gas temperature from line broadening in an argon surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure
APPLIED SPECTROSCOPY 58 (9): 1032-1037 SEP (2004)
- Comtois D, **Pepin H**, **Vidal F**, et al.
Triggering and guiding of an upward positive leader from a ground rod with an ultrashort laser pulse – I: Experimental results
IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE 31 (3): 377-386 JUN (2003)
- Comtois D, Pepin H, **Vidal F**, et al.
Triggering and guiding of an upward positive leader from a ground rod with an ultrashort laser pulse – II: Modeling
IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE 31 (3): 387-395 JUN (2003)
- Coulombe S.**
Probabilistic modelling of the high-pressure arc cathode spot displacement dynamic
J. PHYS. D: APPL. PHYS. 36, 686 (2003)
- Cruz D., Carlos A., **Munz R.J.**
Modelling of the vapor-phase synthesis of nano-particles in the Al-N system
P 126, PARTEC 2004, 4PP, INTERNATIONAL CONFERENCE FOR PARTICLE TECHNOLOGY, NUREMBERG, GERMANY, 16-18 MARCH, 2004
- Cunningham N.* , Dodelet J.P., Guay D., **Ross G.G.**, Hlil A.R., Hay A.S.
RBS and XRD analysis of carbon-coated stainless steel plates
SURFACE AND COATINGS TECHNOLOGY, 183, 216-223 (2004).
- Delprat S, Quaddari M, **Vidal F**, **Chaker M**, Wu K
Voltage and frequency dependent dielectric properties of BST-0.5 thin films on alumina substrates
IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS 13 (6): 211-213 JUN 2003
- De Oliveira-Vigier K., Abatzoglou N., and **Gitzhofer F.**
Synthesis of Catalysts using a High Frequency Thermal Plasma CVD (HF-TPCVD) for Reforming of Ethanol
INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA (JAPAN), (2004)
- De Oliveira-Vigier K., Abatzoglou N., and **Gitzhofer F.**
CO₂ Sequestration via the dry reforming of bio-ethanol to SOFC fuel
18TH CANADIAN SYMPOSIUM ON CATALYSIS, MONTREAL (QC) (CANADA), (2004)

Desbiens E, **El Khakani MA**

Growth of high-k silicon oxynitride thin films by means of a pulsed laser depositon-atomic nitrogen plasma source hybrid system for gate dielectric applications
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 94 (9): 5969-5975 NOV 1 2003

Dolbec R, **El Khakani MA**, Serventi AM, et al.

Comments on "synthesis and structural characterization of rutile SnO₂ nanocrystals" by Z. Chen J.K.L. Lai, C.H. Shek, and H. Chen [J. Mater. Res. 18, 1289 (2003)]
JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH 19 (4): 1290-1292 APR 2004

Dolbec R, **El Khakani MA**, Serventi AM, et al.

Influence of the nanostructural characteristics on the gas sensing properties of pulsed laser deposited tin oxide thin films
SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL 93 (1-3): 566-571 AUG 1 2003

Dolbec R., Irissou É., **Chaker M.**, Guay D., Rosei F., **El Khakani M.A.**,

Growth dynamics of pulsed laser deposited Pt nanoparticles on HOPG substrates
Phys. Rev. B70, (2004) 201406.

Dube P, Kerdouss F, Laplante F, **Proulx P**, Brossard L, Menard H

Electrocatalytic hydrogenation of cyclohexanone: Simple dynamic cell design
JOURNAL OF APPLIED ELECTROCHEMISTRY 33 (6): 541-547 JUN 2003

El Khakani MA, Yi JH

The nanostructure and electrical properties of SWNT bundle networks grown by an 'all-laser' growth process for nanoelectronic device applications
NANOTECHNOLOGY 15 (10): S534-S539 Sp. Iss. SI OCT 2004

Fortin M.-A., F. Marion, **B.L. Stansfield**, **R.W. Paynter**, A. Sarkissian, **B. Terreault**

Efficiency of plasma-based ion implantation of radioisotopes (32P)
ACCEPTÉ DANS SURFACE AND COATINGS TECHNOLOGY, SEPTEMBRE (2004)

Fortin M.-A., V. Dufresne, **R. Paynter**, A. Sarkissian, **B. Stansfield**

Radial 32P ion implantation using a coaxial plasma reactor: activity imaging and numerical integration
ACCEPTÉ DANS REV. SCI. INSTRUM., MAI (2004)

Gaidi M, Amassian A, **Chaker M**, et al.

Pulsed laser depositon of PLZT films : structural and optical characterization
APPLIED SURFACE SCIENCE 226 (4): 347-354 MAR 30 2004

Gaidi M., Stafford L., **Chaker M.**, **Margot J.**, Kulishov M.

Growth and patterning of strontium-titanate-oxide thin films for optical devices applications
MRS SPRING MEETING 2004, (SAN FRANCISCO) (AVRIL 2004) MAT. RES. SOC. SYMP. PROC. VOL. 817 (2004)

- Gallant P, **Kieffer JC**, Dorchies F, et al.
Dynamics of Al thin foils irradiated by a subpicosecond high intensity laser pulse
PHYSICS OF PLASMAS 10 (3): 577-580 MAR 2003
- Ganeev R.A., Suzuki M., Baba M., Turu M., Kuroda H., **Ozaki T.**
Evolution of surface plasma produced by femtosecond laser radiation in conditions of backscattered three-halved harmonic generation
TO BE PUBLISHED IN OPT. COMMUN.
- Ganeev R.A., Kanai T., Ishizawa A., **Ozaki T.**, and Kuroda H.
Development and Applications of Compact Hybrid Tabletop Terawatt Chirped-Pulse Amplification Ti:sapphire-Nd:glass Laser for X-Ray Lasing and Harmonic Generation
APPL. OPT. 43, 1396-1403 (2004)
- Ganeev R.A., Ishizawa A., Kanai T., Kuroda H., and **Ozaki T.**
Polarization peculiarities of femtosecond laser induced harmonic generation from solid surface plasma
OPTICS COMMUN. 227, 175-182 (2003)
- Ganeev R.A., Kanai T., Ishizawa A., **Ozaki T.**, and Kuroda H.
Coherent x-ray ($\lambda=18.9$ nm) generation in transient gain amplification in molybdenum plasma
OPTICS AND SPECTROSCOPY 94, 236-241 (2003)
- Ganeev R.A., Ishizawa A., Kanai T., **Ozaki T.**, and Kuroda H.
Harmonic generation of femtosecond radiation from the aluminum surfaces
OPTICS AND SPECTROSCOPY 94, 242-248 (2003)
- Grosu G. *, Andrzejewski L., Veilleux G. and **Ross G.G.**
Relation between size of fog droplet and their contact angles with CR39 surface
J. PHYS.:D (APPLIED PHYSICS), 37, 3350-3355 (2004).
- Guay P., **B.L. Stansfield**, A. Rochefort
On the Control of Carbon Nanostructures for Hydrogen Storage Applications
CARBON 42, 2187-2193 (2004)
- Hamier J., **Salin E.D.**
Design, Construction and Study of a Continuously Fed Ohmically Heated Reactor for Powdered Solid Sample Digestion
SPECTROCHIM. ACTA B. 59, 1451-1462, (2004)
- Hou BX, Nees JA, Theobald W, Mourou GA, Chen LM, **Kieffer JC**, Krol A, Chamberlain CC
Dependence of hard x-ray yield on laser pulse parameters in the wavelength-cubed regime
APPLIED PHYSICS LETTERS 84 (13): 2259-2261 MAR 29 (2004).
- Huxter V., Hamier J., **Salin E.D.**
Tandem Calibration Methodology Dual Nebulizer Sample Introduction for ICP-MS.
J. ANAL. AT SPECTRUM, 18, 71-75 (2003).

- Irissou E, Le Drogoff B, **Chaker M**, et al.
Nanostructured gold thin films prepared by pulsed laser deposition
JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH 19 (3): 950-958 MAR (2004)
- Irissou E, Le Drogoff B, **Chaker M**, et al.
Influence of the expansion dynamics of laser-produced gold plasmas on thin film structure grown in various atmospheres
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 94 (8): 4796-4802 OCT 15 (2003).
- Itatani J, Levesque J, Zeidler D, Niikura H, Pepin H, **Kieffer JC**, Corkum PB, Villeneuve DM
Tomographic imaging of molecular orbitals
NATURE 432 (7019): 867-871 DEC 16 (2004).
- Itina TE, **Vidal F**, Delaporte P, et al.
Numerical study of ultra-short laser ablation of metals and of laser plume dynamics
APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING 79 (4-6): 1089-1092 SEP (2004).
- Jalbert J, Gilbert R, Tetreault P, **El Khakani MA**
Matrix effects affecting the indirect calibration of the static headspace gas chromatographic method used for dissolved gas analysis in dielectric liquids
ANALYTICAL CHEMISTRY 75 (19): 5230-5239 OCT 1 (2003).
- Jia L., Dossou-Yovo C., Gahlert C., and **Gitzhofer F**.
Induction Plasma Spraying of Samaria doped Ceria as electrolyte for Solid Oxide Fuel Cells
INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA (JAPAN), (2004)
- Jiang XL, **Gitzhofer F**, **Boulos MI**
Plasma spray forming of tungsten coatings on copper electrodes
TRANSACTIONS OF NONFERROUS METALS SOCIETY OF CHINA 14 (5): 835-839 OCT (2004).
- Jiang XL, **Boulos M**
Synthesis of titanium carbide by induction plasma reactive spray
TRANSACTIONS OF NONFERROUS METALS SOCIETY OF CHINA 14 (1): 15-19 FEB (2004).
- Jiang XL, **Boulos M**
Radio frequency induction plasma spraying of molybdenum
PLASMA SCIENCE & TECHNOLOGY 5 (4): 1895-1900 AUG 2003
- Jurewicz J.**, Lemoine G., and Fortier A.
Alternative Routes of Thermal Plasma Synthesis of Composite Oxide Nanopowders
16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), (2003)

- Kabouzi Y, **Moisan M**, Rostaing JC, Trassy C, Guerin D, **Keroack D**, Zakrzewski Z
Abatement of perfluorinated compounds using microwave plasmas at atmospheric pressure
 JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 93 (12): 9483-9496 JUN 15 2003
- Koshel D. *, Ji H., **Terreault B.**, Côté A., **Ross G.G.**, Abel G., Bolduc M.
Characterization of CF_x films plasma chemically deposited from C₃F₈/C₂H₂ precursors
 SURF. COATING TECHNOL., 173, 161-171 (2003).
- Kouprine, A., **Gitzhofer, F.**, **Boulos, M. I.**, and Fridman, A.
Polymerlike C:H Thin Film Coating of Nanopowders in Capacitively Coupled RF Discharge
 J.PLASMA CHEM.AND PLASMA PROCES., 23(4) (2003)
- Kouprine A., **Gitzhofer F.**, and **Boulos M.I.**
Polymerlike C:H Thin Film Coating of SiO₂ Nanopowders in Capacitively Coupled RF Discharge
 INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)
- Kouprine A., **Gitzhofer F.**, **Boulos M.I.**, and Fridman A.
Kinetics of C:H Film Coating of Nanopowders in RF Discharge in Hydrocarbon Gases
 16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), PP. 550-(2003)
- Kulishov M, Daxhelet X, Gaidi M, **Chaker M**
Transmission spectrum reconfiguration in long-period gratings electrically induced in Pockels-type media with the help of a periodical electrode structure
 JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY 22 (3): 923-933 MAR 2004
- Lam R., **Salin E.D.**
Analysis of Pharmaceutical Tablets by Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry and Mass spectrometry (LA-ICP-AES and LA-ICP-MS).
 J. ANAL. AT. SPECTROM., 19, 938-940, (2004).
- Larouche F., O. Smiljanic, X. Sun, **B.L. Stansfield**
Solutal Marangoni Instability as a Growth Mechanism for C-SWNTs
 ACCEPTÉ PAR CARBON, AOÛT (2004)
- Laville S, **Vidal F**, **Johnston TW**, **Chaker M**, Le Drogoff B, Barthelemy O, **Margot J**, Sabsabi M
Modeling the time evolution of laser-induced plasmas for various pulse durations and fluences
 PHYSICS OF PLASMAS 11 (5): 2182-2190 MAY 2004
- Le Drogoff B, **Margot J**, **Vidal F**, Laville S, **Chaker M**, Sabsabi M, **Johnston TW**, Barthelemy
Influence of the laser pulse duration on laser-produced plasma properties
 PLASMA SOURCES SCIENCE & TECHNOLOGY 13 (2): 223-230 MAY 2004

- Le Drogoff B, **Chaker M**, **Margot J**, et al.
Influence of the laser pulse duration on spectrochemical analysis of solids by laser-induced plasma spectroscopy (LIPS)
APPLIED SPECTROSCOPY 58 (1): 122-129 JAN 2004
- Legrand M., Lam R., Jensen-Fontaine M., **Salin E.D.**, Chan H.M.
Direct Determination of Mercury in Single Human Hair Strands by Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS).
J. ANAL. AT. SPECTROM. 19, 1287-1288, (2004)
- Lemoine G., **Ménard H.**, and **Jurewicz J.**
Solution Plasma Spraying of NiO/YSZ Cermet Anode for SOFC Preparation. Influence of Plasma Processing Parameters on the Porosity of Deposits
16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), (2003)
- Léveillé V., **Boulos M.I.**, and **Gravelle D.V.**
Diagnostic of Supersonic High Frequency (HF) Plasma Flow
16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), (2003)
- Léveillé V., **Gravelle D.V.**, and **Boulos M.I.**
Diagnostic study of supersonic plasma flows using enthalpy probe, schlieren and high speed photography
INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)
- Lin H, Xu ZZ, Chen LM, **Kieffer JC**
Laser wakefield and self-modulation of driving pulse
PHYSICS OF PLASMAS 10 (8): 3371-3376 AUG 2003
- Lin H, Xu ZZ, Wang KW, Chen LM, **Kieffer JC**
Steady copropagation mode of laser pulse and plasma wave
PHYSICAL REVIEW E 67 (3): Art. No. 036408 Part 2 MAR 2003
- Lin J.Q., Nakano H., Nishikawa T., **Ozaki T.** and Oguri K.
Guiding of high-intensity femtosecond laser pulses in evacuated and gas-filled capillaries
OPT. COMMUN. 221, 411-417 (2003)
- Merel P, Tabbal M, **Chaker M**
Phase segregation in pulsed laser deposited carbon nitride thin films
DIAMOND AND RELATED MATERIALS 12 (3-7): 1075-1078 MAR-JUL 2003
- Meunier JL**, Campell M, Kandah M
Evidence of columnar diamond growth structures within cathode spot craters of vacuum arcs on carbon
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 36 (24): 3138-3143 DEC 21 2003

- Moisan M.**, Saoudi B., Crevier M.C., Philip N., Fafard E., Barbeau J., Pelletier J.
Recent development in the application of microwave discharges to the sterilization of medical devices
VTH INTERNATIONAL WORKSHOP MICROWAVE DISCHARGES: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS, ZINNOWITZ (GREIFSWALD, ALLEMAGNE) (JUILLET 2003), COMPTE-RENDU DE LA CONFÉRENCE (AVEC ARBITRAGE), PP. 210-221.
- Moutanabbir O. *, **Terreault B.**, **Ross G.G.**
Isotope and crystal orientation effects in low energy H/D blistering of Si
APPL. PHYS. LETT., VOL.82(26), 4675-4677 (2003).
- Moutanabbir O. *, **Terreault B.**, Shaffer E. and **Ross G.G.**
Isotope and dose effects in low-energy H/D blistering of Silicon : Narrow operational window for ion-cutting at <100 nm.
MAT. RES. SOC. SYMP. PROC. VOL.792, PP. R9.12.1-R9.12.6 (2004).
- Moutanabbir O., **Terreault B.**, Desrosiers N., Giguère A., **Ross G.G.**
Hydrogen cleaving of silicon at the sub-100-nm scale
ICPS-27 Conf. Proc., Flagstaff, AZ, 26-30 July 2004 (2 pages) (2004).
- Moutanabbir O., **Terreault B.**, M. Chicoine, F. Schiettekatte
The fluence effect in hydrogen ion cleaving of silicon at the sub-100-nm scale
APPLIED PHYSICS A, PUBLIÉ EN LIGNE 25 NOV. (2004)
- Moutanabbir O. , **Terreault B.**
Raman-scattering elucidation of the giant isotope effect in hydrogen-ion blistering of silicon
J. CHEM. PHYS. **121**, 7973-86 (2004).
- Moutanabbir O., Giguère A., **Terreault B.**
Narrow fluence window and giant isotope effect in low-energy hydrogen blistering of silicon
APPL. PHYS. LETT. **84**, 3286-88(2004).
- Moutanabbir O., Terreault B., Giguère A., Desrosiers N., Ross G.G., Chicoine M., Schiettekatte F.
Hydrogen cleaving of silicon at the sub-100-nm scale
POSTER, 27TH INT. CONF. ON THE PHYSICS OF SEMICONDUCTORS, FLAGSTAFF, AZ, USA, 25-30 JULY 2004, ACCEPTED IN AIP CONF. PROC. (2004)
- Moutanabbir, Terreault B., Shaffer E., Ross G.G.
Isotope and dose effects in low-energy H/D blistering of silicon: Narrow operational window for ion-cutting at < 100 nm
MAT. RES. SOC. SYMP. PROC. **792**, R9.12.1-6. (2004)
- Nadeau P., Berk D., and **Munz R.J.**
Ammonium chloride aerosol nucleation and growth in a cross-flow impinging jet reactor
AEROSOL SCIENCE AND TECHNOLOGY 37 PP 1-14 (2003)

Normand C., Nessim C., and **Boulos M.I.**

Powder properties and their influence on the plasma spraying process
INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA
(JAPAN), (2004)

Nowakowska H, Zakrzewski Z, **Moisan M**

Propagation of electromagnetic waves along an annular plasma column
HIGH TEMPERATURE MATERIAL PROCESSES 7 (2): 155-161 2003

Oberste-Berghaus, J., **Meunier, J.-L., and Gitzhofer, F.**

Monitoring and control of RF thermal plasma diamond deposition via substrate biasing,
MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY 15 [1], PP. 161-164 (2004).

Oguri K., Nishikawa T., **Ozaki T.**, and Nakano H.

Sampling measurement of soft x-ray-pulse shapes using femtosecond sequential ionization of Kr⁺ in an intense laser field
OPT. LETT. 29 1279-1281 (2004)

Oguri K., **Ozaki T.**, Nishikawa T. and Nakano H.

Femtosecond-resolution measurement of soft-x-ray pulse duration using ultrafast population increase of singly charged ions induced by optical-field ionization
APPLIED PHYSICS B 78, 157-163 (2004)

Ozaki T., Nakano H. and Kuroda H.

Characteristics of longitudinally pumped nickellike molybdenum x-ray lasers generated in waveguides
J. OPT. SOC. AM. B 20, 402-408 (2003)

Paillier J, Dolbec R, **El Khakani MA**, Roue L

Electrochemical behavior of Mg-Ni-Ti thin films grown by pulsed laser deposition
JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS 358 (1-2): 126-132 AUG 25 2003

Paynter RW, Benalia H

A time- and angle-resolved X-ray photoelectron spectroscopy study of polystyrene exposed to a nitrogen plasma
JOURNAL OF ELECTRON SPECTROSCOPY AND RELATED PHENOMENA 136 (3): 209-220 JUN 2004

Paynter RW

An exponential decay function as a model of the oxygen concentration profile in the surface of a polystyrene sample exposed to an oxygen plasma
JOURNAL OF ELECTRON SPECTROSCOPY AND RELATED PHENOMENA 135 (2-3): 183-190 APR 2004

Paynter RW, Nolet D

Parametric analysis of the extraction of depth profile information from ARXPS data obtained on a silicon wafer sample

SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS 35 (12): 960-967 DEC 2003

Paynter RW

Error surface calculations on the parameters defining oxygen depth profile models fitted to ARXPS data obtained from polystyrene exposed to an oxygen/helium plasma

SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS 35 (11): 932-939 NOV 2003.

Pelletier D., Delannoy Y., and **Proulx P.**

Modeling of chemical kinetics in inductively coupled plasma torches

4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF MATERIALS (EMP 2003), LYON (FRANCE), (2003)

Poirier J.S., Stafford L., **Margot J., Vidal F.,** Giroux K., Quintal-Leonard A., **Chaker M.**

Modeling of a chlorine high-density plasma submitted to a static magnetic field

12TH INTERNATIONAL CONGRESS ON PLASMA PHYSICS, (NICE, FRANCE), (OCTOBRE 2004), COMPTES-RENDUS EN LIGNE SEULEMENT : [HTTP://HAL.CCSD.CNRS.FR/CCSD-00001853](http://HAL.CCSD.CNRS.FR/CCSD-00001853).

Proulx P., Kerdouss F., Bilodeau J.-F., and Vaudreuil S.

Mathematical Modeling of Aluminum Refining by Rotary Injection

133RD TMS ANNUAL MEETING & EXHIBITION, CHARLOTTE, NORTH CAROLINA (USA), (2004)

Proulx P., Rivat P., and Trassy C.

Choice of reacting and plasma gas in RF plasma processes

4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF MATERIALS (EMP 2003), LYON (FRANCE), (2003)

Pu W. and **Boulos M.I.**

Induction plasma spraying of Boron Carbide coating

INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA (JAPAN), (2004)

Rajabian, M., **Gravelle, D. V.,** and Vacquié, S.

Measurements of Temperatures and Electron Number Density in a DC Argon-Nitrogen Plasma Torch - Subsonic Operation

JOURNAL OF PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING **24** [2], PP. 285-305 (2004).

Rajabian, M., **Gravelle, D. V.,** and Vacquié, S.

Measurements of Temperatures and Electron Number Density in a DC Argon-Nitrogen Plasma Torch - Supersonic Operation

JOURNAL OF PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING **24** [2], PP. 261-284 (2004).

Ren J., Rybak M., **Salin E.D.**

Elimination of Arcing in Induction Heating-Electrothermal Vaporization (IH-ETV) for Sample Introduction into Inductively Coupled Plasmas

J. ANAL. AT. SPECTROM, 18, 485-486, 2003.

Renouard-Vallet G., **Gitzhofer F., Boulos M.I.**, Fauchais P., Vardelle A., and Bianchi L.

Elaboration of SOFCs'electrolytes by Air Plasma Spraying (APS) and Vacuum Plasma Spraying (VPS)-Comparison of electrolytes properties

INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA (JAPAN), (2004)

Renouard-Vallet G., **Gitzhofer F., Boulos M.I.**, Fauchais P., Vardelle M., and Bianchi L.

Optimization of axial injection conditions in a supersonic induction plasma torch - Application to SOFCS

INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)

Robin P., **Gitzhofer F., and Boulos M.I.**

The use of acoustic emission techniques for characterizing failure of mechanism of thermal barrier coatings under thermal cycling conditions

INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)

Robin P., **Gitzhofer F., and Boulos M.I.**

Finite elements modelling of TBC's under thermal cycling conditions

INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO (FLORIDA), (2003)

Ross G.G., M. Chassé, M. Bolduc

Effect of aging of quartz surfaces modified by Ar implantation

J. PHYS. D: APPLIED PHYSICS, 36, 1001-1008 (2003).

Ross G.G. , Sévigny C

Effect of electric charge accumulation on insulators during low energy ion implantation

NUCL, INSTRUM. METH., B211, 351-357 (2003).

Ross G.G., Bourgoin D.

Improvement of carbon properties used as PFC's in tokamaks by nitrogen irradiation

PROC. OF INTERNATIONAL CONGRESS ON PLASMA PHYSICS (ICPP2002), SYDNEY, AUSTRALIA, AIP CONF. PROC. VOL. 669, PP. 248-252 (2003).

Ross G.G., Abel G., Andrzejewski L., Mireault N., Grosu G

Space science research in Canada 2002-2003: Contribution of the INRS-ÉMT

COSPAR 2004, A.M. JABLONSKI, ED., 35TH SCIENTIFIC ASSEMBLY OF THE COMMITTEE ON SPACE RESEARCH – COSPAR IN PARIS, FRANCE, JULY 18-25, 2004.

Sáinz A., **Margot J.**, García M.C., Calzada M.D.

Influence of dissociative recombination on the LTE of argon high-frequency plasmas at atmospheric pressure

12TH INTERNATIONAL CONGRESS ON PLASMA PHYSICS, (NICE, FRANCE), (OCTOBRE 2004), COMPTES-RENDUS EN LIGNE SEULEMENT : [HTTP://HAL.CCSD.CNRS.FR/CCSD-00001854](http://HAL.CCSD.CNRS.FR/CCSD-00001854)

Salin E.D., Margaret Antler, Guillaume Bort

Evaluation of the Simultaneous Use of Standard Additions and Internal Standards Calibration Techniques for Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

J. ANAL. AT. SPECTROM. 19, 1498 – 1500, 2004

Salin E.D., Ren J.M.

Direct Filter Vaporization with Induction Heating Electrothermal Vaporization (IH-ETV) and a Foam Carbon Surface

J. ANAL. AT. SPECTROM, 18, 953-954, (2003). N-O.

Selezneva, S., **Boulos, M. I.**, Letourneur, K. G. Y., Van Hest, M. F. A. M., Van de Sanden, M. C. M., and Schram, D. C.

Supersonically expanding cascaded arc plasma properties: comparison of Ne, Ar and Xe
PLASMA SOURCES SCIENCE TECHNOLOGY 12 , PP. 107-118 (2003).

Selezneva S., Weber J., and **Boulos M.I.**

Heat Transfer in under-expanded supersonic plasma jets impinging on a flat plate

16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16) ,
TAORMINA (ITALY), (2003)

Selezneva S., Sember V., Rajabian M., **Gravelle D.V.**, and **Boulos M.I.**

Comparative analysis of supersonic plasma jets formed by DC arc and ICP torch

16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA (ITALY), (2003)

Serventi AM, Dolbec R, **El Khakani MA**, et al.

High resolution transmission electron microscopy investigation of the nanostructure of undoped and Pt-doped nanocrystalline pulsed laser deposited SnO₂ thin films

JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS 64 (11): 2097-2103 NOV 2003

Shin D., **Gitzhofer F.**, and Moreau C.

Influence of induction plasma gas composition on Ti coatings microstructure and composition

INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA (JAPAN), (2004)

Shoucri M, Cardinali A, **Matte JP**, et al.

Numerical study of plasma-wall transition using an Eulerian Vlasov code

EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D 30 (1): 81-92 JUL 2004

Shoucri M, **Matte JP**, Cote A

Numerical simulation of an inductively coupled discharge using an Eulerian Vlasov code
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 36 (17): 2083-2088 SEP 7 2003

Skinner C., **Salin E.D.**

Preconcentration and Adsorption of Metal Chelates with Analysis by Direct Sample Insertion Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
J. ANAL. AT. SPECTROM., 18,495-400, 2003

Smiljanic O., F. Larouche, X. Sun, J.-P. Dodelet, **B.L. Stansfield**

Synthesis of C-SWNTs with a plasma torch: a parametric study
J. NANOSCI. NANOTECH. 4, 1005-1013 (2004)

Smirani R. *, **Martin F.**, Abel G., Wang Y.Q., **Ross G. G.**

Modulation of the photoluminescence spectrum by depth selective excitation of an embedded Si-nc layer
NANOTECHNOLOGY 16, 32-36. (2005)

Soltani M, **Chaker M**, Haddad E, et al.

Effects of Ti-W codoping on the optical and electrical switching of vanadium dioxide thin films grown by a reactive pulsed laser deposition
APPLIED PHYSICS LETTERS 85 (11): 1958-1960 SEP 13 2004

Soltani M, **Chaker M**, Haddad E, Kruzelecky R.V., **Margot J.**

Optical switching of vanadium dioxide thin films deposited by reactive pulsed laser deposition
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY A 22 (3): 859-864 MAY-JUN 2004

Stafford L., **Margot J.**, **Chaker M.**, Pauna O.

Characterization of neutral, positive, and negative species in a chlorine high-density surface-wave plasma
J. APPL. PHYS. 90, 1907-1913 (2003)

Stafford L, Gaidi M, **Chaker M**, Langlois O., **Margot J.**, Schiettekatte F., Wei P.

Dependence of the sputter-etching characteristics of strontium-titanate-oxide thin films on their structural properties
APPLIED PHYSICS LETTERS 84 (14): 2500-2502 APR 5 2004

Stafford L, **Margot J**, Langlois O, **Chaker M**

Barium-strontium-titanate etching characteristics in chlorinated discharges
JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY A 21 (4): 1247-1252 JUL-AUG 2003

Stafford L., **Vidal F.**, **Margot J.**, **Chaker M.**

Modeling of a low-pressure chlorine plasma sustained by electromagnetic surface waves
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), (TAORMINA, ITALY) (JUN 2003) RÉSUMÉ VOL. 2. P 188-189 ET COMPTES-RENDUS 6 PAGES SUR CD SEULEMENT

- Sun X., R. Li, **B. Stansfield**, J.-P. Dodelet, S. Désilets
3D carbon nanotube network based on a hierarchical structure grown on carbon paper backing
 CHEM. PHYS. LETT. 394, 266-270 (2004)
- Tabbal M, Merel P, **Chaker M**
Effect of process parameters on the mechanical properties of carbon nitride thin films synthesized by plasma assisted pulsed laser deposition
 APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING 79 (4-6): 1365-1367 SEP 2004
- Tabbal M, Christidis T, Isber S, **El Khakani MA**, Merel P, **Chaker M**
Graphitic nanoclustering in pulsed laser deposited diamond-like-carbon and carbon nitride thin films
 THIN SOLID FILMS 453-54: 234-238 APR 1 2004
- Tremblay MC, **Paynter RW**
Study of the degradation of plasma oxidized polystyrene by time and angle resolved x-ray photoelectron spectroscopy
 SURFACE AND INTERFACE ANALYSIS 35 (6): 502-514 JUN 2003
- Tromp J.W., Pomares M., Alvarez-Prieto M., Cole A., Ying H., **Salin E.D.**
Exploration of robust operating conditions in inductively coupled plasma mass spectrometry.
 SPECTROCHIM ACTA B, 58B(11), 1927-1944, (2003)
- Vermette P, **Proulx P**, Marcos B
Toward an integrated biotechnological engineering education program: a Canadian perspective
 NATURE BIOTECHNOLOGY 21 (12): 1525-1527 DEC 2003
- Vidal F.**, LeDrogoff B., Laville S., **Chaker M.**, **Johnston T.W.**, Barthélemy O., **Margot J.**, Sabsabi M.
Time evolution of laser-induced plasma properties for various pulse durations and laser fluences
 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), (TAORMINA, ITALY) (JUN 2003) RÉSUMÉ VOL. 2. P 135 ET COMPTES-RENDUS 6 PAGES SUR CD SEULEMENT
- Wang Y.Q. *, Smirani R. *, **Ross G.G.**
Nanotwinning in silicon nanocrystals produced by ion implantation
 NANO LETTERS, VOL.4, NO.10, pp.2041-2045 (2004)
- Wang Y.Q. *, Smirani R., **Ross G.G.**
Effect of hydrogen passivation on the microstructure of silicon nanocrystals in SiO₂
 PHYSICA E, VOL 23/1-2, PP 97-101 (2004).
- Wang Y. *, Smirani R. *, **Ross G.G.**
Effect of implantation dose on the microstructure of silicon nanocrystals in SiO₂
 NANOTECHNOLOGY, 15, 1554-1560 (2004)

Weber J., Selezneva S., and **Boulos M.I.**

Modeling and diagnostics of the supersonic impinging induction plasma jet
INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO
(FLORIDA), (2003)

Xue S., **Proulx P.**, and **Boulos M.I.**

Turbulence modelling of inductively coupled plasma flows
INTERNATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE (ITSC 2003), ORLANDO
(FLORIDA), (2003)

Xue S., Ernst R., Trassy C., and **Proulx P.**

High frequency inverse electromagnetic stirring in the plasma torches
4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF
MATERIALS (EMP 2003), LYON (FRANCE), (2003)

Xue S., **Proulx P.**, Delannoy Y., and **Boulos M.I.**

Impedance model for the inductivity coupled rf plasma torch
4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF
MATERIALS (EMP 2003), LYON (FRANCE), (2003)

Xue S., **Proulx P.**, and **Boulos M.I.**

Local Thermodynamic Equilibrium Condition for Inductive Plasma
16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLASMA CHEMISTRY (ISPC-16), TAORMINA
(ITALY), (2003)

Xue, S., **Proulx, P.**, and **Boulos, MI**

Effect of coil angle in an inductively couple plasma torch: A novel two-dimensional model
PLASMA CHEM.PLASMA PROCESSING, 23(2), (2003)

Xue S. and **Boulos M.I.**

Substrate temperature control during supersonic induction plasma spring
INTERNATIONAL THERMAL SYMPOSIUM CONFERENCE (ITSC-2004), OSAKA
(JAPAN), (2004)

Xue S. and **Boulos M.I.**

Electromagnetic phenomena in induction plasma modeling
HES-04, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HEATING BY ELECTROMAGNETIC
SOURCES , PADUA (ITALY), (2004)

Ye R, Ishigaki T, **Jurewicz J, Proulx P, Boulos MI**

In-flight spheroidization of alumina powders in Ar-H-2 and Ar-N-2 induction plasmas
PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING 24 (4): 555-571 DEC 2004

Ye, R., Ishigaki, T., and **Boulos, M. I.**

Modeling of an induction plasma under transient turbulent flow conditions
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS **96** [1], PP. 118-126 (2004).

Yedji M. *, **Ross G.G.**

Effect of electric charge accumulation on the low energy ion implantation in insulators
NUCL. INSTRUM. METH. B, IN PRESS (5 PAGES) (2005).

ANNEXE III – Subventions et contrats en cours

Subventions

Chercheur principal/inst.	Organisme/ Programme	Titre	Montant annuel	Années
Abatzoglou N.* Gitzhofer F.	U de Sherb.	L'arrimage de l'intégration S4 et l'intégration S7/S8 en génie chimique: Une nouvelle méthode...	7K	2004
Berk D. (McGill)	CRSNG/RG	Heterogenous reaction engineering : Applications to materials processing	25,8K	2001-2005
Boulos M.I. +8	FCAR/Équipe (McGill)	Technologie des plasmas 3	16,7K 14,9K	2003 2004
Boulos M.I. +8	FCAR/Équipe	Synthèse et déposition de matériaux de structure nanométriques...	92,92K	2002-2004
Boulos, M.I.	FCAR-Équipe de recherche	Technologie des plasmas	45,2K 40,3K	2002 2004
Boulos, M.I.	Centre d'excellence	Technologie des plasmas	50K	2001-2003
Boulos, M.I.	CRSNG/ Recherche	Technologie des plasmas 1	65K 81,3K	2003 2004
Boulos M.I.	Tekna Systems Plasma Inc.	Étude de déposition de couches protectrices et de pièces de forme par plasma inductif	20K	2004
Chaker M., Pépin H., Margot J.	Micronet Centre D'excellence	Advanced fabrication technologies for submicron processing	114K 88K 96K	2001-2004
Chaker M.*, El Khakani M.A., Johnston T.W., Kieffer J.C., Pépin H., La Fontaine B.	FCAR/ Équipe	Étude fondamentale et applications des plasmas créés par laser	88K	2001-2004
Chaker M., Ross G.G. et 8 autres	CRSNG/ Accès aux installations majeures-Infrast.	Laboratoire de micro- et de nanofabrication	135K	2003-2004
Chaker M.	CRNSG/ Individuelle	Investigation of advanced plasma sources for materials processing and for device fabrication	96,2K	2004-2008
Chaker M.* Ross G., Paynter R. Pignolet A.	CRSNG-AIM	Laboratoire de Micro et de nanofabrication (LMN)	135K	2003-2005

Chercheur principal/inst.	Organisme/ Programme	Titre	Montant annuel	Années
Chaker M.	CRSNG/ Chaire de recherche	Tunable ferroelectric integrated circuits for multi-band radio-frequency wireless systems	200K	2002-2009
Chaker M.	VRQ-Prompt-Québec	Conception, fabrication et caractérisation de dispositifs électro-optiques à haute vitesse pour la prochaine génération de réseaux agiles tout-optique	92,5K	2003-2005
Chaker M.* Rosei F. Johnston T.W. Vidal F.	FQRNT/ Équipe	Étude des plasmas créés par laser appliqués à la synthèse de matériaux pour le développement de composants photoniques	55K	2003-2006
Coulombe S	CRSNG/R	Non-thermal plasmas for environmental, biomedical and advanced surface engineering applications	33K	2002-2005
Coulombe S.	CRSNG/Chaires de recherche (Tier II)	Chaire de recherche du Canada en procédés plasmas hors équilibre	100K	2002-2007
Coulombe S. (McGill)	FCI/ Infrastructure	Establishment of a laser-induced fluorescence (LIF) capability	160K	2002-2003
Dodelet J.P. Stansfield B.L. Bose T. Chahine R.	Ministère des ressources naturelles, Canada	Carbon nanostructures for hydrogen storage	100K	2003-2004
Dodelet J.P. Stansfield B.L. Bose T. Chahine R.	Ministère des ressources naturelles, QC	Nanostructures de carbone pour le stockage de l'hydrogène	80K	2003-2004
El Khakani M.A.	CRSNG/ Individuelle	Nanostructured materials: synthesis, structure and properties	30K	2003-2007
Gitzhofer F. Ménard H., Meunier J.L., Munz R.J., Rowntree P. Brisard G.	U de Sherb. Centres de recherche	Centre de Recherche en Énergie, Plasma et Électrochimie	26,7K 60K	2003 2004
Gitzhofer F. Coulombe S. +1	U de M/VRQ Nano-Québec	Synthèse de nanopoudres fonctionnalisées pour la nanoingénierie des joints de grains de matériaux	60K	2003-2004

Chercheur principal/inst.	Organisme/ Programme	Titre	Montant annuel	Années
Gitzhofer F. Munz R.J. Rowntree P.	FCI (McGill)	Fonds d'exploitation infrastructure	61,6K 161K	2003 2004
Gitzhofer F.	CRSNG Stratégique (GM)	Light alloys synthesis using plasma technology, a first step toward combinatorial synthesis	137K 143K +40K	2003 2004 2003-2004
Gitzhofer F. Brisard G. Gravelle D. +4	Ressources Naturelles Can. (SOFCNET)	Réseau SOFCNET	50K 25K	2003 2004
Gitzhofer F.	Develop. Écon. Reg. et Rech.	Réseau SOFCNET	56K	2004
Gitzhofer F. Boulos M.I. Proulx P.	RCE	Auto 21	50K 60K	2003 2004
Gitzhofer F.+ chercheurs des U de Sherbrooke et McGill	FCI/Gvt Québec/ partenaires Infrastructue	Chimie inorganique combinatoire par plasma appliquée à la découverte de nouveaux matériaux	4,9K	2002-2005
Gitzhofer F. Boulos M.I. Gravelle D. Jurewicz J. Lasia A. +3	CRSNG Stratégique	Design and development of reformer supported medium-temperature solid oxyde fuel cell (SOFC) based on nanostructured components.	158K	2003
Gitzhofer, F.	CRSNG/ Recherche	Synthèse de nanomatériaux par la technologie des plasmas à r.f.	29,5K	2001-2005
Gravelle, D.	CRSNG/ Recherche	Diagnostics de plasmas thermiques	20,9K	2002-2006
Jurewicz, J.	CRSNG/ Recherche	Matériaux avancés pour la production d'électrodes d'électrolyseur préparés par plasma à induction	26,5K	2001-2005
Kieffer, J.-C.	VRQ	Femtotech	110K	2002-2005
Kieffer J.-C. Chaker M. +70	FCI	Advanced Laser Light Sources (ALLS)	7,9M 11,3M 4,6M 600K	2002-2006
Kieffer J.-C.	CRNSG/Chaire de recherche	Chaire de recherche du Canada en photonique ultra-rapide appliquée aux matériaux et systèmes	200K	2002-2009
Margot, J.	CRSNG/ Individuelle	Fundamentals and applications of low-temperature plasmas	45,6K	2002-2005

Chercheur principal/inst.	Organisme/ Programme	Titre	Montant annuel	Années
Margot J. Chaker M.	CRNSG/ Stratégique	Micro and nanometer pattern transfer into advanced materials using high-density plasmas	147K 156,5K 143,5K	2004-2005 2005-2006 2006-2007
Meunier J.L.	Gouv. Can./ Fonds France-Canada Pour la recherche	Synthèse de nanotubes de carbone par plasma thermique	10K	2002-2003
Meunier J.-L.	CRSNG/RG	Thermal plasma synthesis and plasma-surface interaction	34,5K	2001-2004
Moisan M.*, Barbeau J., Margot J.	FCAR/Équipe	Plasma produit par des décharges électromagnétiques de hautes fréquence (HF)	51K 51K 45,4K	2003 2004 2005
Moisan M.*, Barbeau J., Margot J.	FCAR/Équipe (équipement)	Plasma produit par des décharges électromagnétiques de hautes fréquence (HF)	48,9K	2003
Moisan, M.	CRSNG/ Individuelle	Décharges dans les gaz au moyen de champs électromagnétiques de hautes fréquences : études fondamentales et applications	70K 72K	2002-2003 2003-2008
Moisan M.*, Barbeau J.	CRSNG/ Air Liquide/ RDC	Étude de la stérilisation par plasma d'objets médicaux	265K 335K	2002-2003 2003-2005
Munz R.J.	NSERC-CRD	Transferred arc production of fumed silica: Rheological Properties	38,5K + 32K	2004- 2005
Munz R.J.	NSERC-CRD Industrial Partner contribution Sitec SEC	Transferred arc production of fumed silica: Rheological Properties	39,9K + 30,6K	2004 2005
Munz R.J.	NSERC- Discovery Grant	Thermal plasma technology: synthesis and electrode erosion	33K	2003-2007
Ozaki T.*, Vidal F.	FCI- Infrastructure	Laboratory for Single High Energy Attosecond Pulses – SHEAP	889,7K	2004
Ozaki T.	NSERC- Individual	Development of highly practicable coherent soft x-ray sources.	30K	2004-2008
Paynter R. W.	CRSNG/ Recherche	Plasma modifications of polymer surfaces	20.8K	2001-2005
Proulx P., Gitzhofer F., Coulombe S.,	CRSNG/ Stratégique (Tekna Systèmes Plasma Inc)	Fabrication optimale de nanopoudres par plasma	126,5K 104K	2003 2004

Chercheur principal/inst.	Organisme/ Programme	Titre	Montant annuel	Années
Proulx P.	CRNSG Stratégique (Alcan)	Modélisation mathématique de procédés d'injection de réactifs dans l'aluminium	44,5K 53,5K	2003 2004
Proulx P.	CNRS, France	Recyclage de résidus de silicium provenant de la production Photovoltaïque (Resicle)	56K	2003
Proulx P.	CRSNG/ Recherche	Études fondamentales sur la nucleation et croissance de nanopoudres par technologie des plasmas	29,5K	2003-2007
Ross G.G., Martin F., Schiettekatte F.	CRSNG/ Stratégique	Development of Si-nc imbedded multilayered structures with specific emission properties	126,8K	2004-2006
Ross G.G.	CRSNG/ Recherche	Effets de l'irradiation ionique et atomique sur la structure et les propriétés de la matière	38K	2003-2006
Salin E. +2	FQRNT		54K	2001-2004
Salin E.	NSERC/ Operating	Rapid Methods for the Analysis of Difficult Samples	42,4K	2000-2005
Schiettekatte F., Roorda S., Ross G.	Nano-Québec	Nanoagrégats obtenus par implantation ionique	120K	2002-2003
Stansfield, B. Paynter, R.W. Terreault, B.	CRSNG/ Partenariat avec Angiogène Inc.	A study of plasma-based ion implantation of radioactive isotopes into coils for improved treatment of aneurysm	90K + 45K	2003-2005
Stansfield, B. (coordonateur)	NanoQuébec	Synthesis and characterization of carbon nanotubes for applications in nanotechnology	300K	2002-2004
Stansfield, B.L.	CRSNG/ Individuel	Plasma technology and applications in materials processing	34.7K	2001-2005
Terreault B., & 23 autres	FCAR- Regroupements stratégiques	Plasma-Québec – Réseau thématique en sciences et applications avancées des plasmas	440K	2002-2005
Terreault B., Paynter R.W., Ross G.G., Stansfield B.	FCAR-Équipe	Matériaux et dispositifs nanostructurés par des procédés plasma ou ioniques	41K	2002-2004
Terreault	CRSNG/ Individuelle	Modification des surfaces par implantation ionique et par procédés plasma	38,5K	2001-2005
Vidal F.* Ozaki T.	L3-Comm. MAS Inc. – Contrat	Réparation de composantes aéronautiques à partir de poudres nanométriques compactées par ondes de chocs laser.	9K	2003

Contrats

Chercheur principal/inst.	Entreprise /organisme	Titre	Montant annuel	Années
Moisan M.	Air Liquide	Destruction d'effluents fluorés (frais indirects 40% retranchés)	194,6K 308,6K	2003 2004
Proulx, P. (U de Sherbrooke)	(CNRS, Grenoble, France)	Recyclage de résidus de silicium provenant de la production Photovotanique (Resicle)	52,7K	2003
Ross G.G. (INRS ÉMT)	Canadian Space Agency	Relation between the intrinsic wetting property of surfaces, the configuration of a fluid at the surface of a container and the liquid movement at different g levels	50K	2003-2004